

# Agroecosistemas

Revista para la transformación agraria sostenible

VOLUMEN 8 NÚMERO 3  
(Septiembre - Diciembre) 2020

*"Proteger las plantas, proteger la vida"*

EDITORIAL



# Agroecosistemas

Revista para la transformación agraria sostenible

ISSN: 2415-2862

## CONSEJO EDITORIAL

---

### Director (a)

Dr. C. Alejandro Rafael Socorro Castro

### Editor (a)

MSc. Amarilys Suárez Alfonso

### Jefe de Edición

Dr. C. Jorge Luis León González

### Miembros

Dra. C. Carmen Rosa Betancourt Aguilar

Dr. C. Enrique Casanovas Cosío

Dra. C. Rafaela Soto Ortiz

Dr. C. Nelson C. Arzola Pina

### Consejo Científico Asesor

Dr. C. Renato Mello Prado

Dr. C. Alfredo Reyes Hernández

Dr. C. Vicente Rodríguez Oquendo

Dra. C. Elvis López Bravo

Dra. C. Rita Sibello

Dr. C. Augusto Comas

Dr. C. Lázaro Ojeda Quintana

Dr. C. Reinaldo Álvarez Puente

Dra. C. Enma Pineda Ruíz

Dr. C. Ramón López Fleites

Dr. C. Sinesio Torres García

Dr. C. Alejandro Díaz Medina

MSc. Juan Almaguer López

Dra. C. Claribel Suárez Pérez

Dr. C. Telmo Palancar

Dr. C. Víctor Gil Díaz

Dr. C. Pedro Cairo Cairo

Dra. C. Yusimy Reyes Duque

Dr. C. Iván Castro Lizazo

Dra. C. Darielly Martínez Balmori

Dr. C. Leonides Castellanos González

### Correctores (as) de estilos:

MSc. Alicia Martínez León

MSc. Dolores Pérez Dueñas

### Traducción y redacción en Inglés

MSc. Miladys Álvarez Migueles

### Diseñadora

MSc. Liéter Elena Lamí Rodríguez del Rey

DI. Yunisley Bruno Díaz

### Soporte Informático

Ing. Greter Torres Vázquez

Tec. Ana Ibys Torres Blanco

Editorial .....	5
Amarilys Suárez Alfonso	
<b>01_</b> Impactos ambientales negativos de la urbanización en la localidad residencial del Río Quevedo, Ecuador .....	6
Juan Pio Salazar Arias, Lenin Lucas Guanoquiza Tello, Misterbino Borges García, Edwin Washinton Lasluisa Cabascango, Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Juan José Reyes Pérez	
<b>02_</b> Sistematización de experiencias para la paz: el proceso de aprendizaje del cultivo de marañón en Puerto Carreño Vichada .....	13
Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda, Dubert Yamil Cañar Serna	
<b>03_</b> Nivel cognoscitivo de las medidas de manejo integrado de plagas en <i>Phaseolus Vulgaris</i> L en la Empresa Agropecuaria Horqueta .....	22
Dioneisy Machín Ricarde, Aday Valero Mejía, Yeidy Morales Quintana, Lisvany Rodríguez Pérez, Carmen Verónica Martín Vasallo	
<b>04_</b> Percepción de agricultores y personal técnico sobre adopción de prácticas agroecológicas en municipios de la provincia de Holguín, Cuba .....	27
Niurlys Rodríguez González, Jacques Marzin, Luis L. Vázquez Moreno	
<b>05_</b> Myrtaceae alternativa para el control de plagas .....	33
Yhosvanni Pérez Rodríguez, Roberto Valdés Herrera, Leónides Castellanos González, Anaisa López Milian, Julio León Cabrera	
<b>06_</b> Efecto del balance energético negativo y niveles de insulina plasmática en sangre en desarrollo de estructuras ováricas de vacas lecheras en periodo posparto .....	37
Lourdes Anita Ulloa Ulloa, Carlos Alberto Bustos-Marcial, Marco Antonio Rosero-Peñaherrera, Hermógenes René Chamba-Ochoa, Euclides Efraín Lozada-Salcedo	
<b>07_</b> El estudio de factibilidad y su impacto en la toma de decisiones del proceso inversionista .....	45
Gricel Garzón Ferrer, Grether de la Caridad Suárez Garzón	
<b>08_</b> Evaluación y perspectivas de desarrollo del cultivar c86-12 en la Unidad Productora de Caña “La Josefa” .....	50
Antonio Amado Mazorra Ofarrill, Fredis Márquez Ercia, Ivette Aleaga Díaz, Héctor García Pérez	
<b>09_</b> Implantación de algunas prácticas del manejo sostenible de tierras en una finca agropecuaria en Cienfuegos, Cuba .....	55
Osvaldo Arteaga Rodríguez, Wilfredo Espinosa Aguilera, Yanoris Bernal Carraza, Consuelo Hernández Rodríguez	
<b>10_</b> Morfología del polen de especies poliníferas en los municipios Mara y Maracaibo del estado Zulia, Venezuela .....	61
Víctor Figueroa, Deyanira Araujo, Hortensia Galán-Soldevilla, Pilar Ruiz Pérez-Cacho, Giancarlo Piccirillo	
<b>11_</b> Uniformidad del riego de las Máquinas de Pivote 4 y 9 de la Empresa Agropecuaria Horqueta .....	70
Reinaldo Pérez Armas, Roberto Fernández Mass, Héctor Hernández Hernández, Lissette Ponce Rancel	
<b>12_</b> Variabilidad espacial del fósforo asimilable en un suelo ferralsol cultivado con caña de azúcar.....	77
Yasmany García López, Yavay Sánchez Estenez, Miriam Bárbara Orozco Bravo, Emilio Antonio Fernández Vázquez	
<b>13_</b> Valoración del bienestar animal en una finca lechera bovina .....	83
Carlos A. Álvarez Díaz, Astrid Maite Ruiz Paredes, Oliverio N. Vargas González, Ángel R. Sánchez Quinche	

<b>14_</b> Comportamiento de la entomofauna asociada a la flora existente en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba .....	93
Evelio Osmani Mendoza Betancourt, Belyani Vargas Batis, Manuel Cobas Magdariaga, Adriel Plana Quiala, Daniel Rafael Vuelta Lorenzo, Angelina Parra de la Paz	
<b>15_</b> Yeso agrícola y roturación como prácticas de acondicionamiento físico de suelos bananeros .....	103
Julio Chabla Carrillo, Salomón Barrezueta Unda, Antonio Paz González, Edison Iván Cueva Rivera	
<b>16_</b> El cultivo del café ( <i>Coffea arabica</i> L) y su susceptibilidad a la roya ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berkeley & Broome) en la provincia Cienfuegos .....	109
Delvis Subit Lamí, Perla María Sierra Ricabal, Enrique Casanovas Cosío	
<b>17_</b> Comportamiento de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), variedad “Santana” en un suelo Pardo grisáceo de la Empresa Citríco Arimao, Cumanayagua, Cienfuegos .....	115
Lázaro J. Ojeda Quintana, Erislandy Becerra Fonseca, Anaisa López Melian, Sandalio García Velázquez	
<b>18_</b> Los cafetales de sombra y la conservación de la diversidad biológica. El contexto cubano .....	122
Leosveli Vasallo Rodríguez, Rosalina Montes Espín, Antonio Escarré Esteve, Andreu Bonet Jornet, Ileana Fernández-Santana	
<b>19_</b> Efecto fitoplaguicida del aceite esencial de Caña Santa ( <i>Cymbopogon Citratus</i> (Dc.) Stapf sobre hongos patógenos en semillas de frijol ( <i>Phaseolus Vulgaris</i> L.) .....	127
Perla María Sierra Ricabal, Rigoberto Miguel García Batista, Irán Rodríguez Delgado	
<b>20_</b> Los saberes populares rurales. Su importancia en la trasmisión de conocimientos patrimoniales comunitarios .....	138
Salvador David Soler Marchán, Nilson Saumell Marrero	
<b>21_</b> Indicadores fisiológicos y ambientales como predictores de estrés térmico en ovinos de la raza Pelibuey .....	143
Jorge Orlay Serrano Torres, Jorge Martínez Melo, Norge Fonseca Fuentes, Francisco Dongo Manuel Malamba	
<b>22_</b> Diversidad y usos de la vegetación arbórea en agroecosistemas urbanos de Pinar del Río, Cuba .....	148
Lisandra Hernández Guanche, Yoerlandy Santana Baños, Yusniel Dago Dueñas, Armando Acosta Hernández, Ramón Hernández Carballo	
<b>23_</b> Actividad de los polvos vegetales de <i>Eugenia Asperifolia</i> o. Berg sobre <i>Sitophilus Oryzae</i> I. (Coleoptera: Curculionidae) .....	153
Cesaltino Pedro Da Silva João, Yhosvanni Pérez Rodríguez, Roberto Valdés Herrera, Leónides Castellanos González, Ana Álvarez Sánchez	
<b>00_</b> Normas .....	158

EDITORIAL

*Dra. C. Raquel Zamora Fonseca*

*E-mail: [rzamora@ucf.edu.cu](mailto:rzamora@ucf.edu.cu)*

*Editora de La Revista Agroecosistemas*

Estimados lectores, finaliza el año 2020, y la Revista Científica Agroecosistemas, y su comité editorial pretende felicitar a todos nuestros autores y pares revisores, los cuales de una forma u otra han aportado su granito de arena, al desarrollo de la ciencia en estas líneas de investigación (Agricultura, Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible). Les deseamos a todos un feliz fin de año y un próspero año nuevo. Gracias a todas las personas que cada día se interesan por publicar en nuestra Revista. Contamos con autores de diferentes países como: Cuba, México, Colombia, Chile, Argentina, Venezuela y Ecuador, con un alto por ciento de autores y pares revisores muy eficientes en su trabajo.

El objetivo con el que se crea la Revista Científica Agroecosistemas, es para Socializar el quehacer científico, tecnológico e innovador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos en la solución de la problemática de la seguridad alimentaria a partir de las experiencias que se producen en Cuba y el mundo para lograr la adaptabilidad y mitigación del cambio climático.

Ha publicado la Revista en el año un total de 55 artículos científicos. Esperamos que usted nuestro querido lector, contribuya con sus trabajos a enriquecer nuestro colchón editorial.

*¡A todos muchas Gracias!!!!*

# 01

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS DE LA URBANIZACIÓN EN LA LOCALIDAD RESIDENCIAL DEL RÍO QUEVEDO, ECUADOR

### NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE URBANIZATION IN THE RESIDENTIAL LOCATION OF RÍO QUEVEDO, ECUADOR

Juan Pio Salazar Arias<sup>1</sup>

E-mail: [juan.salazar0@utc.edu.ec](mailto:juan.salazar0@utc.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1609-0085>

Lenin Lucas Guanoquiza Tello<sup>1</sup>

E-mail: [lenin.guanoquiza@utc.edu.ec](mailto:lenin.guanoquiza@utc.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2809-2608>

Misterbino Borges García<sup>1</sup>

E-mail: [mborgesg@udg.co.cu](mailto:mborgesg@udg.co.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2052-7294>

Edwin Washinton Lasluisa Cabascango<sup>1</sup>

E-mail: [bnderfriuh@hotmail.es](mailto:bnderfriuh@hotmail.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1495-5911>

Vladimir Marconi Ortiz Bustamante<sup>1</sup>

E-mail: [vladimirortizbustamante@gmail.com](mailto:vladimirortizbustamante@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3512-9122>

Juan José Reyes Pérez<sup>1</sup>

E-mail: [jjreyesp1981@gmail.com](mailto:jjreyesp1981@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5372-2523>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad de Granma. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Salazar Arias, J. P., Guanoquiza Tello, L. L., Borges García, M., Lasluisa Cabascango, E. W., Ortiz Bustamante, V. M., & Reyes Pérez, J. J. (2020). Impactos ambientales negativos de la urbanización en la localidad residencial del Río Quevedo, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 6-12.

#### RESUMEN

Las descargas domésticas, industriales y agrícolas sin tratamiento previo constituyen las principales fuentes de contaminación en el río Quevedo, Ecuador. La investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de manejo ambiental que mitigue el impacto negativo de las contaminaciones domésticas, industriales y agrícolas sin previo tratamiento en la localidad residencial en el río Quevedo. Se evaluó la percepción social con enfoque participativo, los principales indicadores socioeconómicos y ambientales que influyen en la calidad del agua. Se valoró la percepción social de los ciudadanos de Quevedo sobre el impacto negativo de la urbanización hacia su recurso hídrico más importante, se empleó el método de encuesta, recopilación de datos, revisión de informes y otros documentos. Se desarrolló una investigación cualitativa, descriptiva y exploratoria para la caracterización de los indicadores socioeconómicos. Los indicadores ambientales se basaron en el componente ambiental agua y la diversidad de fauna acuática, específicamente macroinvertebrados. La percepción social sobre la calidad del agua del río Quevedo indicó la necesidad de auditorías y planes de gestión ambiental para remediar la contaminación de las aguas. Los indicadores físico-químicos y biológicos a partir de las familias de macroinvertebrados presentes, demostraron la contaminación del agua del río Quevedo, ocasionada por las descargas de aguas residuales de la zona urbana, entre otros factores contaminantes. Los impactos negativos derivados de la urbanización representaron el 74.8% sobre el ecosistema del río y el ambiente. Se diseñó un plan de manejo ambiental con 36 medidas correctoras y cuatro mecanismos de compensación de la biodiversidad.

#### Palabras clave:

Contaminación ambiental, enfoque participativo, impacto ambiental, indicadores ambientales, percepción social.

#### ABSTRACT

The domestic, industrial and agricultural discharges without previous treatment constitute the main sources of contamination in the Quevedo river, Ecuador. The design a plan of environmental handling to mitigate the negative impact of the domestic, industrial and agricultural contaminations without previous treatment in the residential town in the Quevedo river was carried out. The social perception with participate focus, the main socioeconomic and environmental indicators that influence in the quality of the water were evaluated. In the social perception of the citizens of Quevedo on the negative impact of the urbanization toward their water resource most important, with focus participative, the survey method, summary of data, revision of reports and another documents were used. A qualitative, descriptive and exploratory investigation was used for the characterization of the socioeconomic indicators. The environmental indicators were based on the environmental component water and the diversity of aquatic fauna, specifically macroinvertebrados. The social perception about the quality of the water of the river Quevedo indicated the necessity of audits and plans of environmental administration to remedy the contamination of the waters. The physical-chemical and biological indicators starting from the families of present macroinvertebrados, demonstrated the contamination of the water of the Quevedo river, caused by the discharges of residual waters of the urban area, among other polluting factors. The derived negative impacts of the urbanization represented 74.8% on the ecosystem of the river and the atmosphere. A plan of environmental handling was designed with 36 corrective measured and four mechanisms of biodiversity compensation.

#### Keywords:

Environmental contamination, focus participative, environmental impact, environmental indicators, social perception.

## INTRODUCCIÓN

La urbanización ha promovido el desarrollo de la civilización humana y se ha vuelto cada vez más importante en el progreso humano. Sin embargo, la aceleración de la urbanización también tiene efectos negativos, especialmente en la destrucción de los recursos naturales y la contaminación del ambiente, por ejemplo, la contaminación del agua. Las actividades humanas asociadas a la urbanización, como la agricultura, la expansión residencial, el desarrollo de embalses así como las alteraciones hidrológicas de los cuerpos de agua pueden cambiar las condiciones ambientales del agua y afectar así su uso para el consumo humano (Damanik, et al., 2016). La contaminación de las cuencas hídricas produce pérdida de biodiversidad teniendo implicaciones como disminución de la resiliencia, simplificación del sistema y pérdida de integridad ecológica (Gualdoni & Oberto, 2012).

En Ecuador, la provincia Los Ríos posee numerosos cursos fluviales en los que se asienta una importante población que vierte en ellos sus desechos domésticos e industriales, sometiendo a los ríos a distintos tipos de contaminación. El río Quevedo se contamina por actividades relacionadas con los asentamientos humanos, agricultura (uso de productos químicos) e industria (vertimiento de efluentes y lubricantes), provocando pérdida de la biodiversidad y disminución de la calidad ambiental del recurso hídrico. Aunque se conoce esta situación, continúa avanzando el daño medioambiental sin una previsión del creciente proceso irreversible que se avecina debido al deterioro del recurso hídrico a nivel nacional.

La situación actual sobre la disposición final de las aguas residuales generadas en la zona de Quevedo ha alcanzado niveles preocupantes, debido a que todo el sistema de recolección de aguas servidas desemboca en caudales naturales sin previo tratamiento; un ejemplo es el deterioro de la calidad de agua del río Quevedo y los esteros Guayil, Macache y El Atascoso, cuyas características hidromorfológicas y propiedades fisicoquímicas se han deteriorado (Pazmiño, et al., 2018).

El ser humano requiere un mínimo de tres litros de agua potable por día para consumo y un total de veinte litros de agua potable, para las actividades antropogénicas. Ecuador presenta la gran ventaja de disponer agua dulce 22 500 m<sup>3</sup>/hab/año, lo cual es superior a 1 000 m<sup>3</sup>/hab/año considerados por la (OMS) Organización Mundial de la Salud y 1 700 m<sup>3</sup>/año/hab.

Bajo este escenario la Constitución de la República de Ecuador 2008 y el Plan Nacional del Buen

Vivir 2013-2017, garantizan el uso y aprovechamiento para los seres vivos (salud y vida), así como el cuidado de este recurso, por lo cual hay que cuidar y darle un buen uso (Baque, et al., 2016).

En la última década la cantidad y la calidad de los recursos hídricos han disminuido significativamente, y se prevé el empeoramiento de las condiciones de las aguas superficiales a mediano y largo plazo. Este escenario ha configurado un importante problema ambiental relacionado con la calidad del agua en el cantón Quevedo, debido a que las descargas domésticas, industriales y agrícolas sin tratamiento previo constituyen las principales fuentes de

contaminación hídrica en el cantón y el país (SENPLADES, 2013).

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de manejo ambiental que mitigue el impacto negativo de las contaminaciones domésticas, industriales y agrícolas sin previo tratamiento derivadas de la urbanización en la localidad residencial del río Quevedo, Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en Quevedo, provincia Los Ríos, Ecuador en el periodo de enero de 2018 hasta febrero 2019. Quevedo es la ciudad más grande y poblada de la provincia Los Ríos.

Para evaluar la percepción social de los ciudadanos de Quevedo sobre el impacto negativo de la urbanización hacia su recurso hídrico más importante, con enfoque participativo, se emplearon los métodos de encuesta, recopilación de datos, revisión de informes y otros documentos. El cantón Quevedo tiene una población de 173 575 habitantes en las áreas urbana y rural. Se aplicó una encuesta descriptiva de respuesta cerrada a una muestra poblacional de 400 habitantes, seleccionados aleatoriamente. Esta investigación fue cualitativa, descriptiva y exploratoria, ya que buscó identificar y describir las características del componente socioeconómico y analizarlo para obtener información actualizada del área de estudio.

Para la caracterización de indicadores ambientales se trabajó con el componente ambiental agua y la diversidad de fauna acuática, específicamente macroinvertebrados acuáticos, que se utilizan actualmente como indicadores ecológicos de calidad de las aguas (Damanik, et al., 2016).

Se determinaron las características de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados: abundancia, riqueza, diversidad y dominancia. La abundancia y riqueza se determinó siguiendo la metodología utilizada por Guerrero (2010), citado por Pillasagua (2018). Se calculó la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener (H) y la dominancia a través del índice de Simpson en el programa Infostat (Di Rienzo, et al., 2017).

Se utilizó una matriz de causa-efecto o Matriz de Leopold (Estevan Bolea, 1984) para evaluar el impacto ambiental. Este método consistió en la disposición en filas de los factores ambientales que pueden afectarse y como columnas los componentes de la urbanización que causen impactos. En la construcción de la matriz se siguieron siete pasos:

1. Se identificaron los componentes de la urbanización que producen impactos.
2. Se identificaron todos los componentes ambientales afectados.
3. Se marcaron las celdas de cruce en las que se produjo un impacto, y se dividieron en dos.
4. Se colocó en celda superior un número del 1 al 10 que indicó la magnitud del impacto (10 representó el mayor y 1 el menor impacto). Si el impacto era beneficioso se colocó el signo + y el - si era perjudicial.
5. En la celda inferior se colocó un número del 1 al 10 que indicó la importancia del impacto.

6. Se sumaron los valores positivos por filas y columnas.

7. Se describió el significado de las interrelaciones y efectos identificados en la matriz.

Se elaboró un plan de manejo ambiental que incluyó medidas preventivas y/o correctivas, requeridas según la legislación ambiental vigente y en función de los resultados de la evaluación de impacto ambiental.

Se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos obtenidos de los parámetros físico-químicos durante cuatro muestreos periódicos cada 10 días, y se midieron in situ: oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos disueltos totales (STD) mediante un medidor multiparamétrico (Hanna HI 9829). También esta prueba se aplicó al índice de diversidad y el índice biológico de calidad hídrica Biological Monitoring Working Party (BMWP-Col) de acuerdo a la escala adaptada para Colombia por Roldán (2003). Para determinar si existían diferencias en la calidad del agua entre los dos puntos de muestreo, el primer punto de muestreo estuvo influenciado con descargas de efluentes residenciales de corriente rápida (1°01'23.43"S, 79°27'53.34"W) y el segundo punto se ubicó en una zona de descargas a la salida de la ciudad, con corriente lenta (1°00'32.39"S, 79°27'16.38"W), medida a través del índice de Calidad BMWP-Col, se usó la prueba t-Student. Para el procesamiento de los datos de las encuestas se utilizó un análisis de agrupamiento por clasificación ascendente jerárquico. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significación de  $P \leq 0.05$  en paquete estadístico Infostat (Di Rienzo, et al., 2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ciudadanos de Quevedo indicaron con mayor frecuencia (60%) que desconocen la calidad del agua del río Quevedo. Asimismo, reconocieron que todos los contaminantes de la urbanización dañan a este ecosistema, pero igualmente indicaron que la información y gestión es insuficiente. El 60% de los encuestados desconoce las enfermedades que han provocado estas aguas contaminadas a las personas, y el 80% no está de acuerdo en vivir en un ambiente contaminado. El 84 y 76% de los ciudadanos encuestados consideraron necesario el cumplimiento de planes de manejo y auditorías, así como la ejecución de planes de remediación de las aguas respectivamente, para revertir este proceso de contaminación del río Quevedo.

En el análisis de clasificación ascendente jerárquico arrojó dos clases en las que se agruparon las preguntas de la encuesta según su similitud (Tabla 1). En la clase 1 se agruparon las preguntas que tuvieron la mayor varianza intraclase (62.0) y la menor distancia al centroide (1.73). Se agruparon en esta clase las preguntas 1, 4 y 11 relacionadas con el conocimiento actual de la población sobre el estado o calidad de las aguas del río Quevedo, de las causas de la contaminación del mismo y de la necesidad del cumplimiento de planes de manejo ambiental y auditorías para disminuir el impacto ambiental. En la clase 2 se agruparon el resto de las preguntas, con mayor distancia mínima, media máxima al centroide, según los criterios participativos de la ciudadanía.

Tabla 1. Clasificación ascendente jerárquico por cada clase de agrupación en la localidad residencial del río Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Clase	1	2
Varianza intraclase	62.00	52.83
Distancia mínima al centroide	1.73	2.39
Distancia media al centroide	5.76	6.40
Distancia máxima al centroide	8.06	11.01
Preguntas en cada clase	P1	P2
	P4	P3
	P11	P5
		P6
		P7
		P8
		P9
		P10
		P12

No se encontraron diferencias entre los resultados de los parámetros físico-químicos del agua para los dos puntos de muestreo (Tabla 2). Los valores promedio para estos parámetros estuvieron muy cercanos a los límites establecidos en las normativas vigentes (Acuerdo 097 y Agencia de Protección del Medio Ambiente, APM) (Baquero et al., 2016) con excepción de los sólidos disueltos totales que excede el límite permisible. Esto indica que los niveles de contaminación son altos, debido a la cantidad de sólidos totales disueltos (STD) y el oxígeno disuelto (OD). Estos valores son similares a los reportados por Valverde, et al. (2009), en sitios con descargas de zonas urbanas, en la quebrada La Ayurá, Colombia.

Tabla 2. Indicadores físico-químicos de la calidad del agua en la localidad residencial del río Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

	Indicadores físico-químicos (mgL-1)			
	Oxígeno disuelto (OD)	Demanda biológica de oxígeno (DBO)	Demanda química de oxígeno (DQO)	Sólidos disueltos totales (STD-ppm)
Punto muestreo 1	5.78±0.7	1.38±0.2	17.06±2.3	113.9±0.8
Punto muestreo 2	6.04±0.9	1.39±0.3	17.57±1.7	112.37±2.2
Promedio	5.91±0.8	1.38±0.2	17.31±1.9	113.18±1.8
T Student	-0.59	-0.06	-0.47	1.83
p	0.56	0.94	0.64	0.11
Normativa Acuerdo 097	No menor a 5 mgL-1		<20	
EPA				100

Los resultados del OD y STD de la presente investigación son semejantes a los obtenidos por Figueroa et al. (2003)



los cuales registraron valores similares de OD ( $6.61 \pm 1.51$ ), DQO ( $12.84 \pm 3.17$ ) y DBO ( $2.31 \pm 1.96$ ), en el sur de Chile.

Sin embargo, Montoya (2008) para la zona urbana de la microcuenca Cimarronas, Colombia en el rango  $5.02\text{--}6.11 \text{ mgL}^{-1}$  y  $13\text{--}191 \text{ mgL}^{-1}$ , mientras que para suelos urbano-industriales. En la ciudad de Quevedo, Yépez, et al. (2017), informaron resultados similares para estos parámetros analizados, pero menores en el caso de los sólidos disueltos totales.

Se colectaron en el río Quevedo un total de 6 892 macroinvertebrados acuáticos, 5 936 individuos en el punto 1 de muestreo y 956 individuos en el punto 2 a la salida de la ciudad. Estos organismos colectados pertenecieron a cinco *Phylum*, ocho clases, nueve órdenes y 14 familias. La riqueza observada en el punto 1 fue de 11 familias y en el punto 2 se registraron 14 (Tabla 4).

**Tabla 3. Abundancia de macroinvertebrados acuáticos colectados en la zona urbana que atraviesa el río Quevedo, Los Ríos, Ecuador en el período noviembre-diciembre de 2018.**

Orden	Familia	Media	SD	Min	Max	Total
Anisoptera	Libellulidae	9.0	2.2	0	6	18
Amphipoda	Hyaellidae	15.5	2.2	2	9	31
Coleoptera	Elmidae	8.5	1.5	0	4	17
Coleoptera	Psephenidae	2.0	0.8	0	2	4
Diptera	Ceratopogonidae	16.5	3.6	1	10	33
Diptera	Chironomidae	8.0	1.7	0	5	16
Diptera	Simuliidae	5.0	1.9	0	5	10
Diptera	Tipulidae	3.5	1.5	0	4	7

Ephemeroptera	Baetidae	15.5	6.4	0	16	31
Haptotaxida	Tubificidae	3 221.5	1 332.0	129	4 012	6 443
Plecoptera	Perlidae	13.5	4.2	0	11	27
Pulmonata	Lymnaeidae	51.5	11.9	0	31	103
Rynchobdellida	Glossiphoniidae	70.0	15.1	2	44	140
Seriata	Planariidae	6.0	0.8	1	3	12
Total						6 892

DS: desviación estándar, Min: mínimo, Max: máximo.

De forma general, las familias Tubificidae, Glossiphoniidae y Lymnaeidae fueron las más abundantes, representando el 97% del total de macroinvertebrados colectados (Tabla 3). La tendencia de dominancia de estas familias fue similar en ambos puntos de muestreo y coincide, particularmente la alta abundancia de Tubificidae, con resultados de estudios realizados en otros ecosistemas acuáticos con influencia de descargas urbanas en Colombia (Valverde, et al., 2009). Sin embargo, un estudio realizado en la cuenca del río Guayas, Ecuador, indicó que aunque existe un alto número de localidades con contaminación muy alta, la familia Tubificidae fue poco abundante (Damanik, et al., 2016). La familia Tubificidae es característica de sistemas eutrofizados de abundante materia orgánica en descomposición, presentes en zonas de contaminación alta (Roldán, 2003).

El índice de dominancia de Simpson (1-D) fue mayor en el segundo punto de muestreo ( $0.39 \pm 0.06$ ), con diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) (Tabla 3). Portilla (2015), registró valores de dominancia entre 0.17–0.62, los cuales fueron superiores en estaciones de monitoreo correspondientes a zonas urbanas. En este sentido Herbas, et al., (2006) demostraron que las diferencias en la dominancia entre sitios de muestreo podrían estar influenciadas por las condiciones del ambiente acuático.

**Tabla 4. Índices de diversidad y calidad de agua de las familias de macroinvertebrados en la localidad residencial del río Quevedo en el período noviembre - diciembre de 2018.**

Estadísticos	Punto de muestreo 1			Punto de muestreo 2			p
	Media $\pm$ SD	Min	Max	Media $\pm$ SD	Min	Max	
Índice Shannon (H)	0.43b $\pm$ 0.29	0.11	0.74	0.99a $\pm$ 0.18	0.75	1.25	0.03
Índice Simpson	0.18b $\pm$ 0.13	0.04	0.32	0.39a $\pm$ 0.06	0.31	0.49	0.05
Riqueza observada	11	-	-	14	-	-	
BMWP-Col	20.3b $\pm$ 7.0	10	26	37.3a $\pm$ 6.4	29	44	0.01

Letras distintas por filas difieren significativamente según prueba t de student

De forma general, los residuos sólidos ocasionan impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada y por la cantidad generada. Para mitigar esta problemática es obligatorio implementar un programa de gestión integral de residuos sólidos que incluya todas las etapas desde la separación inicial hasta la transformación y/o disposición final. También podrían emplearse técnicas de aprovechamiento de los residuos orgánicos como la composta, que se emplee para la fertilización de jardines y zonas verdes. Esto contribuiría con la responsabilidad social y ambiental de separación

y aprovechamiento de los residuos orgánicos (Burgos, et al., 2017).

El número de impactos negativos arrojó el 74.8%. Esto evidencia que la urbanización tiene un impacto negativo significativo sobre el ambiente, por lo que requiere el cumplimiento de un plan de manejo ambiental.

Para prevenir y/o corregir los impactos ambientales producidos por la urbanización del cantón Quevedo, se diseñaron 36 medidas preventivas y/o correctoras (Tabla 5). Estas medidas tuvieron la finalidad de explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras de un logro ambiental e incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir. De esta manera se podrían reducir los impactos ocasionados por la urbanización asegurando que las condiciones para mejorar los impactos se puedan consolidar en el tiempo (Rivas, 1998).

Por otra parte, se diseñaron mecanismos de compensación de la biodiversidad, por ser la fauna el componente ambiental que podría verse más afectado. Como estrategia de compensación se propusieron cuatro mecanismos:

1. Proporcionar incentivos de conservación a los propietarios de tierras donde existan fragmentos de bosque nativo que contribuyan como franjas hidrorreguladoras del río Quevedo.
2. Ejecutar un programa de educación ambiental parroquial y en las escuelas de la ciudad.
3. Establecer un programa de pago de servicios ambientales, que beneficie a la mayor cantidad de propietarios posibles para garantizar la permanencia de recursos naturales en buen estado.
4. Realizar la reforestación, establecimiento y fortalecimiento de corredores biológicos y de fragmentos boscosos, establecimiento de viveros y áreas verdes dentro de la ciudad.

El aumento de la urbanización puede causar graves daños ecológicos, lo que aumenta los riesgos ecológicos en áreas regionales y locales (Brunori, et al., 2016). Los riesgos ecológicos urbanos se refieren a los efectos adversos potenciales en las funciones, estructura y servicios de los sistemas ecológicos urbanos, así como en el entorno de vida debido a la urbanización y los eventos naturales (Hua, et al., 2017).

La conversión a otros tipos de uso de suelo causada por la expansión de la urbanización, es el factor estresante más frecuente en los sistemas ecológicos. Desde la perspectiva de la prevención de riesgos e impactos, el riesgo ecológico dada la urbanización, refleja los efectos adversos que están ocurriendo actualmente o que pueden ocurrir en el futuro (Liao, et al., 2018).

Una estrategia que incorpore el uso de imágenes históricas del uso de suelo y los sensores remotos, podría desarrollar índices de riesgo ecológico para predecir los futuros impactos ambientales. Además, los elementos básicos de una política que incorpore los principios de sustentabilidad ecológica, social, cultural y económica, deben ser: el planeamiento explícito, como instrumento de prevención y regulación en el uso del medio y los recursos; la respuesta tecnológica, como instrumento de eficiencia y como recurso complementario para la debida transformación y modelado de la naturaleza; la educación ambiental y la información, como instrumentos de culturización y creación de responsabilidades; la organización comunitaria, como instrumento de adaptación y adecuación del sistema social con base democrática; y la acción legal y jurídica, como instrumento de legalización y control de los derechos, deberes y acciones del hombre sobre el medio. La reducción de la vulnerabilidad debe ser un propósito explícito del desarrollo, dado que la misma no es otra cosa que un déficit de las condiciones y la calidad de vida de la población. En consecuencia, la prevención y la mitigación son una estrategia fundamental e ineludible para lograr un desarrollo sostenible (López Arboláez & Quintero Sagre, 2015).

Tabla 5. Medidas preventivas y/o correctoras para disminuir el impacto ambiental negativo de la urbanización en la localidad residencial del río Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Componentes	Medidas preventivas y/o correctoras
Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas de control y vigilancia de la calidad del aire</li> <li>- Planificación del uso del suelo</li> <li>- Creación de cinturones verdes alrededor de las instalaciones e infraestructuras y de las riveras del río (franjas hidrorreguladoras)</li> </ul>
Aguas superficiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción del volumen de vertidos y de su carga contaminante</li> <li>- Implementación de instalaciones de tratamiento de vertidos</li> <li>- Eliminación de aguas residuales sin recurrir a su tratamiento (dilución, concentración, inyección en el terreno, aplicación al suelo)</li> </ul>
Aguas subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normativa para la construcción de pozos</li> <li>- Impermeabilización</li> <li>- Drenaje somero</li> <li>- Intercepción de contaminantes</li> </ul>
Aguas de consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento adecuado de las instalaciones de distribución de agua</li> <li>- Revisión periódica y reparación o cambio de grifos en mal estado</li> <li>- Instalación de válvulas limitadoras de caudal</li> </ul>

Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas de control de la erosión (barreras, disminución de cárcavas, bajantes de agua, cavado de zanjas)</li> <li>- Recuperación de manto vegetal</li> <li>- Prevención de inundaciones</li> <li>- Aumento de la profundidad del suelo (rotura de costras duras)</li> <li>- Reforestación</li> <li>- Planificación de los usos del suelo</li> </ul>
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes de protección y conservación de la fauna</li> <li>- Protección contra pesca ilegal</li> <li>- Protección contra plagas y enfermedades</li> <li>- Prevención y/o control de especies exóticas invasoras</li> <li>- Elaboración de planes racionales de pesca</li> </ul>
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas de diseño que se adapten a la forma del medio</li> <li>- Ubicar las obras de forma tal que no afecten vistas naturales importantes</li> <li>- Medidas sobre la vegetación, cubriendo terraplenes y áreas con vegetación destruida por obras</li> <li>- Incentivar la siembra de árboles y jardines (espacios verdes) en los parques ciudadanos</li> </ul>
Valores culturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación histórico-cultural de la zona haciendo énfasis en la historia del río Quevedo y los asentamientos humanos asociados a lo largo de la historia</li> <li>- Rehabilitación de zonas de recreación a lo largo del río</li> <li>- Educación y concienciación ciudadana</li> </ul>
Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Política administrativa para evitar la degradación del cantón</li> <li>- Vigilancia y cuidado por parte de la administración de las zonas degradadas</li> <li>- Creación de medidas alternativas que permitan mantener una determinada calidad de vida</li> </ul>
Nivel de empleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Políticas administrativas encaminadas a crear nuevos empleos</li> <li>- Concesión de ventajas administrativas para el personal afectado por las Prohibiciones de pesca (jubilaciones anticipadas, apoyos para Emprendimiento de pequeñas empresas)</li> </ul>

## CONCLUSIONES

La percepción social sobre la calidad del agua en la localidad residencial del río Quevedo indicó la necesidad de auditorías y planes de gestión ambiental para remediar la contaminación de las aguas.

Los indicadores físico-químicos y biológicos a partir de las familias de macroinvertebrados presentes, demostraron la contaminación del agua del río Quevedo, ocasionada por las descargas de aguas residuales de la zona urbana, entre otros factores contaminantes.

Se diseñó un plan de manejo ambiental con 36 medidas correctoras y cuatro mecanismos de compensación de la biodiversidad, por ser el agua y la fauna los componentes más afectados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brunori, E., Salvati, L., Mancinelli, R., Smiraglia, D., & Biasi, R. (2016). Multi-temporal land use and cover changing analysis: the environmental impact in Mediterranean area. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 24, 1–13.

Burgos Galeano, C. A., Villalba Cadavid, M. I., Pérez Vergara, D. C., & Arroyo Arango, Álvaro J. (2017). Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Centro de Comercio, Industria y Turismo (CCIT) del SENA Regional Córdoba para la elaboración de compost. *Revista Sennova: Revista Del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(1), 164-181.

Damanik-Ambarita, M. N., Lock, K., Boets, P., Everaert, G., Tien Nguyen, T. H., Eurie Forio, M. A., Musonge, P. S. L., Semjonova, N., Bennetsen, E., Landuyt, D., Dominguez-Granda, L., & Goethals, P. (2016). Ecological water quality analysis of the Guayas river basin (Ecuador) based on macroinvertebrates indices. *Limnologia – Ecology and Management of Inland Waters*, 57, 27–59.

Estevan Bolea, M.T. (1984.) *Evaluación de impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.

Gualdoni, C. M., & Oberto, A. M. (2012). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Achiras (Córdoba, Argentina): análisis previo a la construcción de una presa. *Iheringia Série Zoológica*, 102(2), 177-186.

- Herbas, R., Rivero, F., Gonzales, R., & Arce, O. (2006). Indicadores Biológicos de calidad del Agua. Universidad Mayor de San Simón.
- Hua, L. Z, Shao, G. F., & Zhao, J. (2017). A concise review of ecological risk assessment for urban ecosystem application associated with rapid urbanization processes. *Journal of Sustainable Development & World Ecology* 24(3), 248-261.
- Liao, J., Jia, Y., Tang, L., Huang, Q., Wang, Y., Huang, N., & Hua, L. (2018). Assessment of urbanization-induced ecological risks in an area with significant ecosystem services based on land use/cover change scenarios. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 25(5), 448-457.
- López Arboláez, D. M., & Quintero Sagre, J., D. (2015). Compensaciones de biodiversidad: experiencias en Latinoamérica y aplicación en el contexto colombiano. *Gestión y Ambiente*, 18(1), 159-177.
- Pazmiño, J. C., Zambrano, G. L. & Coello, H. A. (2018). Modelización de la calidad del agua del estero Aguas Claras, cantón Quevedo, Ecuador. *DYNA* 85(204), 204-214.
- Portilla, N. (2015). Distribución espacial y temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada La Cascajosa - Garzón (Huila). *Entornos*, 28, 56-75.
- Rivas, H. (1998). Los impactos ambientales en áreas turísticas rurales y propuestas para la sustentabilidad. *Revista Gestión Turística*, 3, 47-75.
- Rivera, J. J., Pinilla, G., & Camacho, D. L. (2013). Macroinvertebrate Trophic Groups in an Andean Wetland of Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2), 279-292.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP Col. Universidad de Antioquia.
- Valverde, N., Caicedo, O., & Aguirre-Ramirez, N. (2009). Análisis de calidad de agua de la quebrada La Ayurá con base en variables fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos. *Producción Más Limpia*, 4, 44-60.
- Yépez Rosado, Á., Yanez, Y., Bolívar, Á., Zambrano, U., Pablo, J., Morales Cabezas, D. C., & TayHing, C. C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología* 10(1).

# 02

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## **SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS PARA LA PAZ: EL PROCESO DE APRENDIZAJE DEL CULTIVO DE MARAÑÓN EN PUERTO CARREÑO VICHADA**

### SYSTEMATIZATION OF EXPERIENCES FOR PEACE: THE LEARNING PROCESS OF CASHEW CULTIVATION IN PUERTO CARREÑO VICHADA

Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda<sup>1</sup>

E-mail: [ltibaduiza@agrosavia.co](mailto:ltibaduiza@agrosavia.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9429-063X>

Dubert Yamil Cañar Serna<sup>1</sup>

E-mail: [dcanar@agrosavia.co](mailto:dcanar@agrosavia.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8357-1401>

<sup>1</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Cundinamarca. Colombia.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Tibaduiza Castañeda, L. P., & Cañar Serna, D. Y. (2020). Sistematización de experiencias para la paz: el proceso de aprendizaje del cultivo de marañón en Puerto Carreño Vichada. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 13-21.

#### RESUMEN

La sistematización de experiencias es una herramienta que permite decantar aprendizajes y barreras que, para el caso de estudio se derivaron del desarrollo del modelo de agrogocio sostenible “MAS marañón Vichada”, forjado en el municipio de Puerto Carreño departamento de Vichada – Colombia, como iniciativa que se inserta en el escenario de post-acuerdo firmado entre el Gobierno Nacional y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia - FARC-EP en 2016. En este estudio se generó un proceso participativo con los productores de marañón (*Anacardium occidentale*), planteado desde espacios conversacionales a partir de herramientas para la recolección de información primaria, con la intención de dar voz y compartir el proceso desde el co-relato de quienes producen alimentos en zonas de frontera, donde convergen escenarios asociados a la identidad, el territorio, los conflictos socio políticos, ambientales, entre otros. Como resultado, se evidencia que aún hay mucho por hacer. Se han logrado interesantes aprendizajes en términos sociales y organizativos, ambientales, tecnológicos y comerciales; pero es necesario fortalecer lo existente, de modo que los productores vinculados a la experiencia sigan atrayendo a nuevos productores de marañón, formalicen los canales de comercialización, aumenten el número de clientes y robustezcan la agregación de la oferta de marañón y sus subproductos en la región; así mismo que se siga poniendo trama a la innovación en la producción de alimentos a partir de factores asociados a la resiliencia, la afectividad y la familiaridad.

#### Palabras clave:

Sistematización, marañón, Vichada, producción, innovación.

#### ABSTRACT

The systematization of experiences is a tool that allows learning and barriers to be decanted, which, in the case of study, were derived from the development of the sustainable agro-business model “MAS marañón Vichada”, forged in the municipality of Puerto Carreño department of Vichada - Colombia, as an initiative that is inserted in the post-agreement scenario signed between the National Government and the Revolutionary Armed Forces of Colombia - FARC-EP in 2016. In this study, a participatory process was generated with cashew producers (*Anacardium occidentale*), raised from conversational spaces based on tools for the collection of primary information, with the intention of giving voice and sharing the process from the co-account of who produce food in border areas, where scenarios associated with identity, territory, socio-political, environmental conflicts, among others converge. As a result, it is evident that there is still much to do. Interesting lessons have been achieved in social and organizational, environmental, technological and commercial terms; but it is necessary to strengthen the existing, so that producers linked to experience continue to attract new cashew producers, formalize marketing channels, increase the number of customers and strengthen the aggregation of cashew supply and its by-products in the region ; likewise, we continue to plot the innovation in food production based on factors associated with resilience, affectivity and familiarity.

#### Keywords:

Systematization, cashew, Vichada, production, innovation.

## INTRODUCCIÓN

Hace apenas cuatro años, la Gobernación de Vichada, el Centro de Estudios de la Orinoquia - CEO de la Universidad de los Andes y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica, ahora conocido por su nueva sigla como AGROSAVIA, aunaron esfuerzos para “el fortalecimiento de la capacidad de innovación de la cadena de valor agregado del marañón en el Departamento de Vichada”. Dicho convenio, tenía como objetivo potenciar la producción y la comercialización de productos con valor agregado a partir del marañón también conocido por su nombre científico como *Anacardium occidentale*, a través del fortalecimiento de las capacidades técnicas y administrativas de los productores del municipio de Puerto Carreño en el departamento de Vichada, promoviendo así, el desarrollo económico en el municipio.

De tal manera para recoger los aprendizajes de esta experiencia que se remonta a más de una década de esfuerzos de los productores de marañón, para sacar adelante sus cultivos, comenzamos un ejercicio colectivo que buscaba, mediante la sistematización de experiencias dar voz a los actores que participan en el proceso, entendiendo que en palabras de McEwan & Egan (2012) “*existe un vínculo vital entre la narrativa y la acción humana*”. De este modo se vinculó como parte del relato el quehacer cotidiano de quienes producen marañón en el Vichada y cuya acción se desdibuja desde la postura mercantilista que prioriza al consumidor como el actor más relevante en la producción de alimentos.

Así las cosas, el objetivo de sistematizar la experiencia en torno al desarrollo del modelo fue relatar los aprendizajes obtenidos por los participantes del proyecto desde la mirada del fortalecimiento de las capacidades administrativas, técnicas y organizacionales en la cadena de valor del marañón. En este sentido, el marañón es uno de los cultivos más promisorios para los climas tropicales y subtropicales, que tiene aplicación en el ámbito alimentario y no alimentario convirtiéndose en una planta de aprovechamiento integral. De acuerdo con Raintree (1998); y Chipojola (2009), el tronco del árbol es aprovechado ampliamente en la industria para la construcción de muebles, extracción de gomas como repelente de polillas, entre otros; la corteza para la elaboración de tintas y fines medicinales; la manzana o fruto, del cual se extrae la almendra, se usa en la producción de dulces, conservas, vinos; es antiescorbútico y diurético; la almendra, se emplea para endurecer chocolates y en la fabricación de dulces y jugos (Cesar Chávez & Sánchez, 2011). De allí que su potencial productivo, permita afrontar problemáticas asociadas a la generación de fuentes de empleo en municipios que, como Puerto Carreño, dependen principalmente de las plazas generadas por la administración pública del municipio y del departamento.

## DESARROLLO

Se realizó un proceso de investigación social de orden cualitativo, a modo de estudio de caso, a partir de la implementación del proyecto MAS Maraño Vichada. El modelo surge dada la necesidad de introducir una visión de agronegocios sostenibles en el sector agrícola del municipio que carece de herramientas suficientes para operar bajo una lógica empresarial y de mercado que permita

satisfacer la demanda de alimentos transformados agroindustrialmente y generar mayor valor agregado en el producto final, evitando vender materia prima.

Para lograr el buen desarrollo del modelo, la metodología se forjó desde los aprendizajes producto de la implementación de versiones anteriores y de la articulación de tres pilares: i) modelo de negocio y cultivo, ii) capacidades a través del aprender haciendo y iii) colaboración en red. De este modo, se lograron resultados tangibles a lo largo de la cadena de suministro de producción de la nuez y la pulpa mediante la transformación alimentaria del recurso biológico, facilitando una gran variedad de productos en una ventana de tiempo en la cual el alimento mantiene su calidad en sabor, textura y valor nutricional (Saavedra, 2009). En este sentido, “*es conveniente recordar que todo el conocimiento que tenemos ha sido obtenido en el contexto de la vida de alguien, como producto de las esperanzas, los temores y los sueños*”. (McEwan & Kieran, 2012)

De tal modo, para llevar a cabo los procesos de recolección de información primaria asociados a la sistematización, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Reuniones con productores en Puerto Carreño para la construcción colectiva de la línea del tiempo e identificación de actores relevantes en el desarrollo de la experiencia.
- Elaboración de cartografía social de los productores actuales y potenciales.
- Desarrollo del calendario económico y social de los productores vinculados a la experiencia.
- Aplicación de encuesta de tendencias de desarrollo a miembros de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica (UMATA).
- Identificación de aprendizajes, barreras y retos producto de la experiencia y entrevistas a profundidad con actores identificados, a partir de los cuales se incorporaron fragmentos de intervenciones de los participantes en las reuniones llevadas a cabo. De acuerdo con las condiciones de confidencialidad pactadas en dichos encuentros, no se referencian nombres de personas, ubicación, ni filiación.
- Complementariamente, se cuenta con el registro fotográfico de sesiones de trabajo vinculadas a la ejecución del proyecto.

La muestra estuvo conformada por 14 productores, 5 de ellos considerados pequeños y los 9 restantes medianos, su categorización se estableció de acuerdo con su recurso humano, capacidad instalada, rendimiento y área disponible del sistema productivo.

El marañón también conocido como marey en el Oriente Colombiano y Cashew en los países de habla inglesa; es un árbol silvestre que pertenece a la familia Anacardiácea, que comprende 60 géneros y 40 especies vegetales de las cuales se destacan el mango (*Manguifera indica L.*), el pistacho (*Pistacia vera L.*) y la Ciruela (*Spondias purpurea L.*) (Román, 1991), con origen botánico en la región Noroeste de Brasil, se distribuye de manera natural en las zonas tropicales de América (Ofusori, et al., 2008). En Colombia se ubica en la región de la Costa Atlántica, los Llanos Orientales principalmente en el departamento de Vichada, así mismo en los departamentos de Leticia,

Tolima, en los humedales del bajo y medio Atrato chocano y antioqueño, y en zonas semidesérticas de la Guajira; con temperaturas medias entre los 20 y los 30 °C a una precipitación anual de 600 a 2000 mm, y en pisos térmicos cálidos por debajo de los 1000 msnm. El pseudofruto se caracteriza por ser de color rojo y amarillo, jugoso debido a su alto contenido de humedad y astringente; de acuerdo con Cesar Chávez & Sánchez (2011), se encuentra entre el 85 y 88 % dependiendo de la variedad. La almendra como producto principal de comercialización, es comparada con las mejores del mundo, debido a su bajo contenido de grasa que se encuentra alrededor de 26 % y comparte con el Pistacho (*P. vera*) uno de los contenidos de proteína más altos, con el 21 % (Román, 1991).

En regiones como la Orinoquía y el Caribe el marañón ha venido creciendo de manera silvestre. El número de hectáreas sembradas rodea la cifra de las 4000 mil, y más de la mitad se encuentran localizadas en la Orinoquía colombiana, específicamente en la zona rural dispersa de Puerto Carreño (Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018). Desde los años 60, donde inicio la introducción de las primeras variedades traídas del Brasil, no se había hecho explotación ni de forma artesanal ni industrial de los materiales. Por décadas, el marañón estuvo sembrado en los predios de los pobladores sin tener un valor de uso, debido al desconocimiento y carencia de proyectos productivos que permitieran apalancar su desarrollo tanto de la almendra, como del fruto y su utilidad como alimento y material biológico para la elaboración de nuevas líneas de producción agroindustrial, que conlleven al mínimo aprovechamiento del pseudofruto de manera promisoriosa en la producción de jugos, harinas, entre otros derivados con gran valor nutricional.

La experiencia de los productores que se reseña a continuación se gesta en el municipio de Puerto Carreño que se encuentra ubicado en el extremo nororiental del Departamento del Vichada, en Colombia. Geográficamente se sitúa a los 6°11'16" de latitud norte y 67°28' 57" de longitud oeste, a una altitud de 51 msnm hace parte de la región de la Orinoquia Colombiana, además de ser parte de la franja fronteriza con la República Bolivariana de Venezuela en 227 km, convirtiéndose así en paso fronterizo obligatorio (Colombia. Alcaldía Municipal de Puerto Carreño, 2016).

En ella se muestran apartados de una historia común en torno al cultivo del marañón, tomando como referencia que en el cultivo se condensan elementos de la identidad de los productores referidos a su relación con el entorno natural incluidos el territorio, pero también con las formas de labrar la tierra, así como la manera de vislumbrar la relación entre quién produce los alimentos y quién los consume. Se trata entonces del establecimiento de una experiencia de productores de una comunidad de frontera, que por el contexto geográfico de su ubicación se enfrenta de manera cotidiana al aislamiento, debido a la falta de vías de comunicación con otras ciudades y departamentos, de modo que sus principales interacciones se generan a través del río Orinoco y sus afluentes que posibilitan a la población el tránsito y comunicación con el interior del país y con Venezuela; sea por vía fluvial o por vía aérea.

En los encuentros de recolección de información primaria, los productores localizaron acciones vinculadas al cultivo

de marañón desde los años sesenta, donde de acuerdo con el recuento de los participantes, el Instituto Colombiano para la Reforma Agraria (2013abc), llevó a cabo acciones de reforestación y en esa misma década en los departamentos de Cesar y Santander se establecieron los primeros cultivos de marañón con cerca de 1.500 ha con semilla procedente del país de la India.

Durante la década de los 80, se registraron otras plantaciones de marañón en el municipio de Chinú, una población ubicada en el departamento de Córdoba, mientras que, en Puerto Carreño, apenas uno de los productores de marañón de este municipio, se sumaba a la iniciativa con cerca de 20 hectáreas sembradas. Cada una de ellas, se hicieron con plantas provenientes de semillas con bajos niveles de producción por área, que produjeron alimentos de deficiente calidad de la almendra y con baja rentabilidad en los cultivos, conforme al relato de los productores. A finales de esa década se inició la investigación en el Centro de Investigación - CI Carimagua, ubicado en la Altillanura Colombiana, por parte del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, que, en esa época, además del rol de autoridad sanitaria en el país, llevaba a cabo acciones de investigación agropecuaria y transferencia de tecnología, y que a partir de 1994 delegaría las dos últimas actividades en una nueva entidad independiente denominada Corpoica.

Como parte de la estrategia por la cual los productores contaron con acompañamiento institucional, se introdujo al país semilla de marañón de origen brasilero, se recolectó y evaluó el germoplasma utilizado en el país y se desarrolló tecnología para el manejo del suelo, del cultivo, de multiplicación de plantas y se inició con los procesos de transformación. Esta investigación fue la base de la generación de la tecnología que se entregó con posterioridad y que permitió la adopción tecnológica en Puerto Carreño, en las siguientes décadas. Con la creación de AGROSAVIA en 1994, continuaron las actividades de selección de germoplasma, pruebas agronómicas de materiales en la región, capacitación del talento humano, gestión de proyectos y otras que permitieron el desarrollo de los cultivos comerciales en Puerto Carreño.

En ese momento, se hablaba de *“una alternativa de producción agropecuaria que presenta Corpoica para esta región en la actualidad, es la utilización del cultivo de marañón mediante la explotación de variedades ya adaptadas y mejoradas, obtenidas de un banco de germoplasma (14.000) accesiones de marañón, que se vienen evaluando hasta 1998 (ICA, 1990, 1991, 1992, 1993; CORPOICA, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998) en el C.I. Carimagua, estación experimental ubicada en suelos representativos de la altillanura plana bien drenada”* (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 1998)

A modo de antecedente, de este proceso se reseña en el documento de validación y ajuste de tecnología para el cultivo y manejo post cosecha del marañón en la altillanura bien drenada del Vichada, como parte del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria - PRONATTA, que desde un enfoque de investigación aplicada se orientó a la búsqueda de alternativas tecnológicas en sistemas productivos que permitieran incorporar en esta

región el desarrollo agrícola con enfoque de país, sustentado en la producción de alimentos.

En este sentido, AGROSAVIA, mediante estudios experimentales, realizado en los CI de Carimagua y La Libertad, en el Meta, viene contribuyendo eficazmente con tecnologías aplicadas a esta zona. La investigación en la Altillanura estuvo orientada a incrementar los rendimientos y mejorar la calidad de la almendra que es el fruto seco de mayor valor en el mercado mundial gracias a sus características y valor nutricional, de modo que además de generar alimentos de óptima calidad para alimentar a la población del municipio, ofrece la oportunidad de sumar los excedentes de producción y ofertar de manera ordenada en procesos de fortalecimiento de organizaciones sociales para la comercialización. Paralelamente se han evaluado prácticas de manejo de cultivo en lo referente a distancias de siembra, enmiendas, fertilización y propagación, manejo de plagas, enfermedades y malezas (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 1998).

**“De la nuez se extrae una almendra muy apreciada por su valor nutritivo y excelente sabor, con gran demanda y un alto precio en el mercado internacional. El pseudofruto puede ser utilizado en la fabricación de jugos, compotas, mermeladas, vino y miel y el bagazo del pseudofruto, en la alimentación animal”.** (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 1998).

Para superar esta situación y aumentar los rendimientos de producción por hectárea y con ello la calidad físico-química y nutricional del fruto, AGROSAVIA entregó a los productores trespicultivos de marañón así (Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018): la variedad Corpoica Yucao A03 que se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales - RNC del ICA desde el 25 de octubre de 2013. De acuerdo con las fichas técnicas del ICA, es recomendada para la altillanura plana de la Orinoquía y registra un rendimiento experimental de 1.500kg/ha de nuez/año y 11kg de nuez/árbol/año. La planta tiene una estatura promedio de 5.5 m, un diámetro de copa de 10 m y un diámetro de tallo de 31 cm. La nuez tiene un peso promedio de 13 gr y se estima que puede producir cerca de 77 nueces/kg. La almendra presenta un rendimiento del 25% y el fruto es de color amarillo. Es tolerante a enfermedades como: antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), moho negro (*Pilgeriella anacardii*), mancha afelpada (*Cephaleuros virescens*) y resinosidad (*Lasiodiplodia theobromae*).

La variedad Corpoica Yopare A02, se encuentra inscrita en el ICA desde el 25 de octubre de 2013. De acuerdo con las fichas técnicas disponible en el ICA, es recomendada para la altillanura plana bien drenada de la Orinoquía con un rendimiento experimental de 1.600kg/ha de nuez/año y 12kg de nuez/árbol/año. La planta tiene una estatura promedio de 4.5 m, un diámetro de copa de 10 m y un diámetro de tallo de 32 cm. La nuez tiene un peso promedio de

12 gr y se estima que puede producir cerca de 83 nueces/kg. La almendra presenta un rendimiento del 28% y el fruto es de color amarillo. Es tolerante a enfermedades como: antracnosis (*C. gloeosporioides*), moho negro (*P. anacardii*), mancha afelpada (*C. virescens*) y resinosidad (*L. theobromae*).

Por último, la variedad Corpoica Mapiria A01, se encuentra inscrita en el ICA, igual que las dos anteriores, desde el 25 de octubre de 2013. De acuerdo con las fichas técnicas del ICA, es recomendada para la altillanura plana de la Orinoquía y presenta un rendimiento experimental de 1.900 kg/ha de nuez/año con un promedio de 12 kg de nuez/árbol/año. La planta tiene una estatura promedio de 4.5 m, un diámetro de copa de 10 m y un diámetro de tallo de 32 cm. La nuez tiene un peso promedio de 12 gr y se estima que puede producir un cerca de 83 nueces/kg. La almendra presenta un rendimiento del 30 % y el fruto es de color amarillo. Además, es un material tolerante a enfermedades como antracnosis (*C. gloeosporioides*).

Mientras sucedían los procesos de investigación, se incorporan productores medianos al proceso de renovación e incorporación de materiales seleccionados en la región, en busca que la vinculación a los procesos de investigación además de incidir en el mejoramiento del cultivo permitiera mejorar la calidad del marañón producido en la región y con ello el mejoramiento de vida de los productores. Un hito relevante de esta época fue la entrega de maquinaria para la agroindustria del procesamiento de la nuez y la obtención de la almendra en el Vichada. Entrado el milenio, durante los primeros diez años, continuaron las acciones del CI Carimagua, en ese momento en compañía de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y de Asociación Hortofrutícola de Colombia - ASOHOFRUCOL. También, durante este decenio, se seleccionaron 3 clones que se describen más adelante.

Un hito relevante de esta época fue la entrega de maquinaria para la agroindustria del procesamiento de la nuez y la obtención de la almendra en el Vichada. Entrado el milenio, durante los primeros 10 años, continuaron las acciones del CI Carimagua, en ese momento en compañía de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y de la Asociación Hortofrutícola de Colombia - ASOHOFRUCOL. También, durante este decenio, se seleccionaron 3 clones que se describen más adelante.

De esta manera, se vincularon en esta época nuevos productores con cerca de 80 ha y se conformaría al final del decenio la Asociación de Pequeños Productores Marañoseros. Del año 2012 en adelante, se han incorporado otros actores con más de de 326 ha. Todos ellos vinculados a las acciones que desde el año 2015 y en la actualidad, lidera el CEO de la Universidad de Los Andes, junto con AGROSAVIA; con recursos de la Gobernación del Vichada; para el fortalecimiento de la cadena de valor del marañón, denominada Modelos de Agronegocios Sostenibles MAS marañón Vichada (Figura 1).



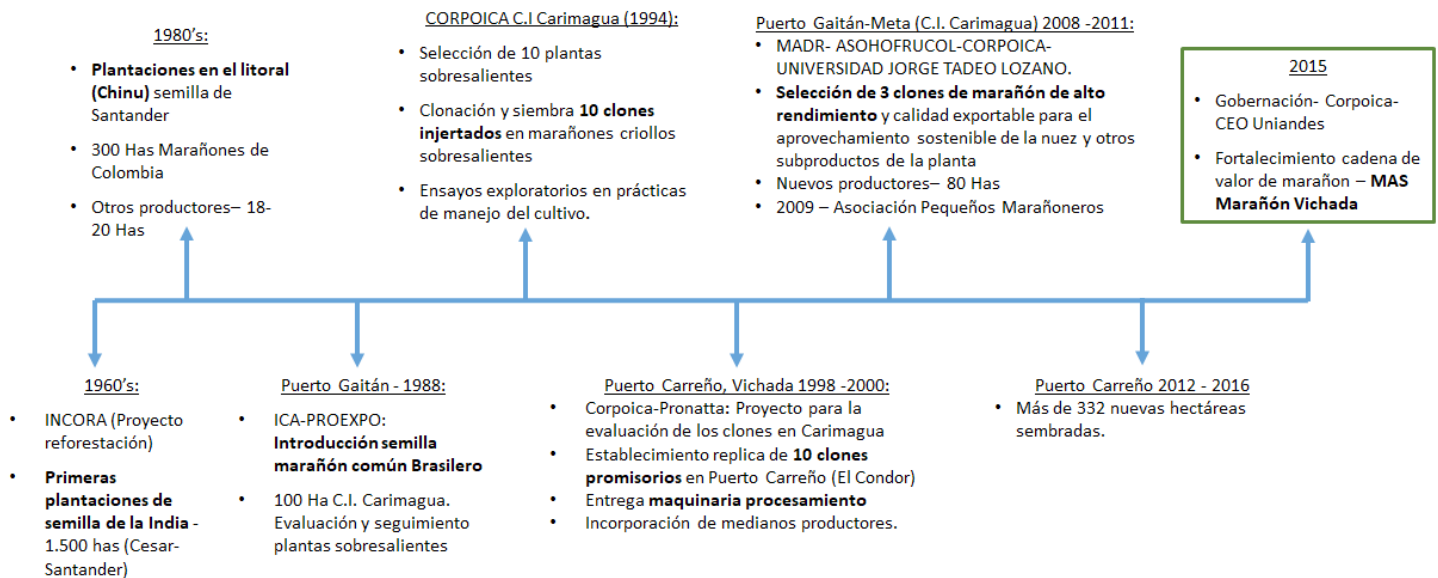


Figura 1. Línea del tiempo de la sistematización de experiencias en torno a la introducción del marañón en el Municipio de Puerto Carreño.

Cabe destacar, que si bien el cultivo del marañón es una de las actividades productivas principales para los productores que vienen trabajando en ese propósito, es insuficiente para garantizar condiciones de seguridad alimentaria de los mismos, quienes adelantan otras actividades productivas como medio de subsistencia, muestra de ello se evidencia en el Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019 que describe que en la actualidad, en el municipio se produce arroz (*Oryza sativa*), yuca (*Manihot esculenta*), plátano (*Musa x paradisiaca*) y algodón (*Gossypium* sp.), además de productos apícolas; todos ellas con limitación en el acceso a asistencia técnica, transporte y conectividad. Complementariamente, la administración municipal vislumbra el potencial en sistemas productivos como caña (*Saccharum officinarum*), maíz (*Zea mays*), maracuyá (*Passiflora edulis*), marañón (*A. occidentale*), sandios (*Citrullus lanatus*) y ahuyama (*Cucurbita moschata*), así como la pesca ornamental y la cría de gallinas, cerdos y ganado vacuno. En palabras de los productores “[...] la estructura productiva descansa sobre la base de actividades agropecuarias y extractivas que generan poco valor agregado y empleo. Se cultivan maíz, yuca, plátano, patilla/sandía y cacao (*Theobroma cacao*), principalmente”.

El lento proceso de conformación del mercado regional se explica también por las dificultades de accesibilidad de transporte, así como por la demanda sostenida de los productores de los bienes y servicios ambientales del municipio que otorgan condiciones mínimas para la consecución de proteína de fuente animal, el consumo de aguas de las fuentes hídricas que rodean al municipio y el consumo de frutos silvestres. Las precarias condiciones de comunicación regional e inter - departamental, impiden que los agentes productivos modernicen sus técnicas y procesos de producción, pues los sobrecostos por el aislamiento se convierten en una restricción de difícil asimilación. La situación de la infraestructura de transporte es crítica y se considera como primera prioridad garantizar el acceso permanente a cada una de las zonas del departamento (Colombia. Alcaldía Municipal de Puerto Carreño, 2016).

La localización de los participantes del proyecto tanto reales representados con estrellas amarillas, como potenciales representados con círculos de colores (Figura 2), nos permite evidenciar que los productores reales se encuentran ubicados en proximidad del casco urbano de Puerto Carreño, es decir, en inspecciones como Aceitico, Puerto Murillo, Casuarito y la Esmeralda, mientras los productores potenciales se localizan en inspecciones más alejadas y dispersas como La Venturosa y Garcitas.

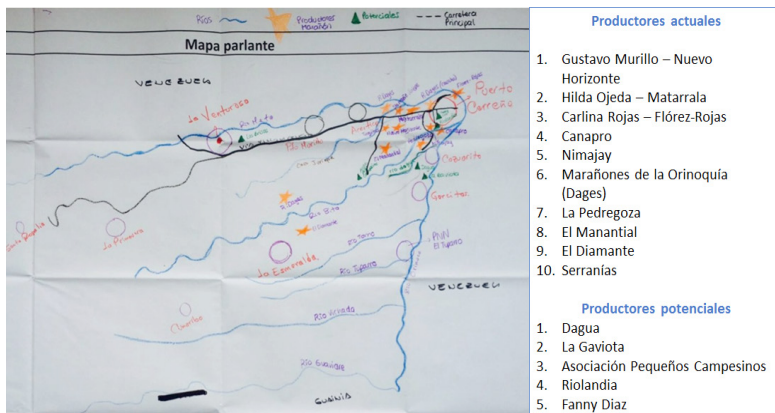


Figura 2. Mapa parlante con la ubicación de productores de marañón en el municipio de Puerto Carreño.



de los análisis de suelo para la toma de decisiones. Estas prácticas, consideran los participantes, han repercutido en beneficios para el ecosistema que se han traducido en menor presión sobre los recursos naturales y en el aumento y retorno de la biodiversidad en la zona. Por su parte, las barreras tienen que ver con la necesidad de contar con infraestructura para la transformación, la generación de fichas técnicas para la comercialización, una metodología para que ingresen pequeños productores interesados en participar, apoyo institucional para la consolidación de la cadena de valor, asistencia técnica y el posicionamiento regional del producto.

La puesta en marcha del modelo ha permitido que como parte de los aprendizajes se genere credibilidad sobre el sistema productivo y su potencial alimenticio, es decir que consideran que el cultivo de marañón sea viable tomando como referencia las características de suelo, clima, entre otros factores ambientales y sociales que les permiten afirmar que “es una ventaja para la región y para el departamento”. Desde este panorama, los aprendizajes que se han generado al participar de la experiencia les han permitido identificar condiciones de calidad para saber cómo y cuándo “se abren las puertas a los diferentes mercados y clientes”.

De allí que, los participantes reconozcan desde la participación en el proyecto, la generación de capacidades para reconocer la importancia de hacer injertaciones que permitan que se preserven las características agronómicas deseables y de interés del productor, se mejoren las condiciones para la multiplicación vegetativa de la planta, de modo que incida en la renovación de las unidades productivas y en el favorecimiento de las características deseables del fruto y de la nuez tales como tamaño, peso, sabor, entre otras. Así que, en términos de los participantes ***“no solamente se puede aprovechar la almendra, sino aumentar el aprovechamiento de la manzana o el pseudo fruto que puede tener un valor importante y que representa cerca de un 80% del marañón”***. Asimismo, que se logren mantener los avances en rendimiento, mejora en la calidad del fruto, precocidad en la producción, uniformidad y estabilidad de la cosecha, entre otras.

Complementariamente han aprendido a densificar el cultivo a partir de la identificación de suelos aptos como un factor asociado a la productividad, también a disminuir las distancias de siembra y en general a aumentar la producción por hectárea. Los participantes cuentan sus aprendizajes sobre las diferentes propiedades que tienen tanto la almendra como el pseudofruto. Para el procesamiento, cobró significancia los aprendizajes que dieron lugar a la identificación de maquinaria y equipos que optimizan la producción, así como las recomendaciones técnicas de expertos nacionales y extranjeros, que otorgaron contextos relevantes de su diseño, utilización, proveedores, entre otros parámetros relevantes en los que se espera profundizar y definir durante la siguiente fase del proyecto.

Con respecto a los mercados y los clientes, los aprendizajes que han cobrado mayor significancia tienen que ver con la experiencia forjada por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA ubicada en Brasília DF – Brasil, que ha abierto opciones de oportunidad en el procesamiento agroindustrial del marañón, desde las

posibilidades de utilización y procesamiento que proporciona tanto el fruto como el pseudofruto y desde las posibilidades de crecimiento en colectivo que tienen los participantes a partir de la organización de la oferta. Por su parte, las barreras se asocian a los costos y las limitaciones en la prestación de asistencia técnica, las necesidades de respaldar las acciones de mejoramiento de cultivo con formación a nivel técnico y tecnológico, así como aumentar el aprovechamiento del pseudo fruto y disminuir el riesgo de convertirse en monocultivo.

Desde el punto de vista tecnológico, los aprendizajes se orientaron al manejo de maquinaria y costos de producción. Adicionalmente, los participantes manifestaron que aprendieron sobre diversificación de cultivo, planificación de la producción, cultivos asociados, cultivos de pancoger como yuca, pastos, ahuyama, entre otros. Así mismo, generaron comprensiones respecto al uso del suelo desde la toma de muestras al terreno, así como muestras foliares y radiculares; que les permitieron aprendizajes para la adecuación de suelos para la fertilización, aprovechamiento de áreas y densidades, así como nuevos materiales para la siembra y control de enfermedades. Consideran que hace falta trabajar un poco más en la interpretación de los análisis de suelos, teniendo en cuenta que en la región aún existe la figura de trueque para la siembra y canje de siembra por asistencia técnica.

Desde esta categoría, se resaltó el aporte de la EMBRAPA en la socialización de opciones para la diversificación de productos a partir del procesamiento del marañón, tales como: mermelada, cajuina, néctar, licor de marañón, dulces, compotas, etc. Por su parte, las barreras se asocian a que se requiere tecnología para la producción primaria y el procesamiento, así como aumentar suministro de semilla, insumos agropecuarios y maquinaria. Adicionalmente se requiere, capacitación e investigación en el sistema productivo, así mismo la ubicación de laboratorios de suelo en el área y acciones que permitan disminuir la distancia y facilitar la conectividad para la comercialización y la disminución de los costos de producción.

Los aprendizajes desde lo económico facilitaron comprensiones respecto a la inversión necesaria para el establecimiento del cultivo. De este modo, resulta claro que, para producir marañón en el Vichada, los costos de siembra superan los costos de la tierra y que también generan altos costos labores como la fertilización, mantenimiento del cultivo y la asistencia técnica; que de no tenerse en cuenta desde la planificación podrían afectar el flujo de caja para llegar a la etapa productiva.

También, se generaron comprensiones en torno a que hay un periodo de tres a cinco años de inversión continua para el establecimiento de cultivo y las acciones de mantenimiento, hasta que pueden recibir ganancias. De allí que, se pueda plantear que el costo por hectárea esta entre los cuatro a cinco millones de pesos colombianos, que en dólares se cuantifica entre los \$ 1.252,86 y \$ 1,566.08 respectivamente, considerando acciones de establecimiento, mantenimiento y cosecha; necesarias para llegar a recuperar la inversión. De este modo, saber cómo financiar y recobrar el dinero invertido es un aprendizaje producto del proceso.

Las barreras se asocian a buscar opciones para disminuir los altos costos de establecimiento de cultivo y de la asistencia técnica agropecuaria para disminuir los costos asociados a la distancia entre las fincas para efectos de ubicar una planta de procesamiento. Adicionalmente, los aprendizajes derivados del modelo se han fortalecidos a partir de la participación en la Feria Alimentec 2016, en Bogotá D.C, interactuando directamente con más de 25 potenciales clientes que manifestaron interés en comprar almendra de marañón nacional y probar algunos productos innovadores derivados del pseudo-fruto de marañón.

Seguidamente, algunos clientes visitaron Puerto Carreño y participaron en una rueda de negocios. Conocieron a los productores, proporcionaron información sobre sus necesidades y exploraron las bases de una relación comercial de largo plazo. Veinte productores viajaron a Brasil en el mes de septiembre de 2016. *“Conocieron de primera mano la importante industria de marañón en el estado de Ceará. Visitaron fincas e instalaciones de procesamiento, constataron el potencial del negocio y perfeccionaron sus respectivos proyectos para Vichada”*. (Noticias RCN, 2016)

## CONCLUSIONES

Los productores de marañón del departamento de Vichada han logrado hacerse visibles, *“el asunto es que, de tanta insistencia, de que este en los planes de desarrollo, que este en la agenda, toda la gente es marañón, marañón... y en el imaginario de los funcionarios y todo, ya está marañón. Entonces, cuando eso pasa, entonces el escenario se identifica a ver cómo se busca apoyo”*.

El cultivo de marañón es una alternativa clave que no solo conduce a mejorar las condiciones de vida, sino que se inserta en el contexto del acuerdo de paz suscrito el 24 de noviembre de 2016 entre el Gobierno Nacional y las FARC-EP, en su cuarto intento, desde 1984 por poner fin al conflicto armado en Colombia (Gómez- Suárez, 2016), de allí que generar acciones que favorezcan su continuidad es fundamental.

Se requiere que los productores que se encuentran comercializando en la actualidad puedan formalizarse respecto a calidad e información: valores nutricionales, certificación ante el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - Invima, etc, de modo que se pueda avanzar en el proceso de industrialización del producto y continuar los procesos de colaboración que les permita satisfacer la demanda, así como mantener y aumentar los clientes identificados.

Se necesita avanzar en agregar valor al proceso al otorgar denominación de origen al producto final, como condición para insertarse en nuevos mercados. En palabras de los participantes del proceso y como se ha dicho con anterioridad *“falta buscar el posicionamiento del marañón como un producto insignia y como un producto origen”*.

Para la sostenibilidad de los resultados, se necesita ampliar y replicar los aprendizajes del proceso a nivel regional, nacional e internacional. En palabras de los productores, *“falta socializar más lo que está sucediendo con el cultivo del marañón”*.

Se carece del apoyo financiero del Estado que permita afianzar procesos en la implementación de nuevas áreas

de cultivos hasta llegar a la etapa productiva, de modo que se pueda vincular pequeños y medianos productores nuevos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cesar Chávez, J., & Sánchez, L. (2011). Producción y caracterización del fruto de marañón (*Anacardium occidentale*) ubicado en el corregimiento Zapatosa municipio de Tamalameque-Cesar. (Ponencia). 3<sup>era</sup> Jornada de Investigación. Universidad Popular del Cesar, Colombia.
- Chipojola, F. M., Mwase, W. F., Kwapata, M. B., Bokosi, J. M., Njoloma, J. P., & Maliro, M. F. (2009). Morphological characterization of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in four populations in Malaw. *African Journal Biotechnology*, 8, 5173-5181.
- Colombia. Alcaldía Municipal de Puerto Carreño. (2016). Plan de Desarrollo de Puerto Carreño-Vichada 2016-2019. [https://ceo.uniandes.edu.co/images/Documentos/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_PUERTO\\_CARRE%C3%91O\\_SOMOS\\_TODOS\\_2016\\_-\\_2019.pdf](https://ceo.uniandes.edu.co/images/Documentos/PLAN_DE_DESARROLLO_PUERTO_CARRE%C3%91O_SOMOS_TODOS_2016_-_2019.pdf)
- Colombia. Comisionado para la Paz. (2016). Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera. [https://peacemaker.un.org/sites/peacemaker.un.org/files/Colombia%20Nuevo%20Acuerdo%20Final%2024%20Nov%202016\\_0.pdf](https://peacemaker.un.org/sites/peacemaker.un.org/files/Colombia%20Nuevo%20Acuerdo%20Final%2024%20Nov%202016_0.pdf)
- Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Primeros tres clones de marañón en Colombia. Agronet. <http://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Primeros-tres-Clones-de-.aspx>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (1998). Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA. Documento de validación y ajuste de tecnología para el cultivo y manejo post cosecha del marañón. CORPOICA.
- Gómez-Suárez, A. (2016). Una mirada crítica al acuerdo de la Comisión de Esclarecimiento de la Verdad, la Convivencia y la No Repetición en el marco del Proceso de Paz entre el gobierno de Colombia y las Farc. Centro de Memoria, Paz y Reconciliación: en la ruta hacia la paz, compilación de artículos, 9(4), 7-28.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2013a). Resolución 4426. ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2013b). Resolución 4427. ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2013c). Resolución 4428. ICA.
- McEwan, H., Egan, K., (2012). La narrativa en la enseñanza el aprendizaje y la investigación. Talleres Gráficos Color Efe.

- Noticias RCN. (10 de octubre de 2016). El marañón, una apuesta de autosostenimiento agrícola que le está cambiando la vida a productores. RCN. <http://www.noticiasrcn.com/nacional-pais/el-maranon-una-apuesta-autosostenimiento-agricola-le-esta-cambiando-vida-productores>
- Ofusori, D., Enaibe, B., Adedokun, A., Adesanya, O., Ude, R., Oluyemi, K., Okwuonu, C., & Apantaku, O. (2008). Microstructural Study of the Effect of ethanolic extract of Cashew stem bark *Anacardium occidentale* on the Brain and Kidney of Swiss albino mice. *Int. J. Alter. Med.*, 5(2).
- Raintree, J. B. (1998). Domestication of edible and medicinal mushrooms: an underdeveloped side of NTFPs. International Seminar on Sustainable Forest Management. Institute of Forestry/ITTO. Pokhara.
- Román Hoyos, C. A. (1991). El cultivo del marañón (*Anacardium occidentale*) en los Llanos Orientales (No. Doc. 23673). Instituto Colombiano Agropecuario.
- Saavedra, N. (2009). Elaboración de chips de yuca (*Manihot esculenta*) y determinación de su vida en anaquel. (Tesis doctoral). Universidad Nacional Agraria La Molina.

# 03

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## **NIVEL COGNOSCITIVO DE LAS MEDIDAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN *PHASEOLUS VULGARIS* L EN LA EMPRESA AGROPECUARIA HORQUITA**

### COGNOSTIC LEVEL OF INTEGRATED PEST MANAGEMENT MEASURES IN *PHASEOLUS VULGARIS* L IN THE AGRICULTURAL COMPANY HORQUITA

Dioneisy Machín Ricarde<sup>1</sup>

E-mail: [etppyaguaramas@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:etppyaguaramas@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4870-8764>

Aday Valero Mejía<sup>1</sup>

E-mail: [etppyaguaramas@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:etppyaguaramas@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3766-3938>

Yeidy Morales Quintana<sup>2</sup>

E-mail: [etppcumanayagua@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:etppcumanayagua@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0919-8530>

Lisvany Rodríguez Pérez<sup>3</sup>

E-mail: [epplajas@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:epplajas@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1218-3679>

Carmen Verónica Martín Vasallo<sup>4</sup>

E-mail: [cvmartin@ucf.edu.cu](mailto:cvmartin@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0579-8309>

<sup>1</sup> Estación Territorial de Protección de Plantas Yaguaramas. Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup> Estación Territorial de Protección de Plantas Cumanayagua. Cienfuegos. Cuba.

<sup>3</sup> Estación Territorial de Protección de Plantas Lajas. Cienfuegos. Cuba.

<sup>4</sup> Centro Universitario Municipal Rodas. Cienfuegos. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Machín Ricarde, D., Valero Mejía, A., Morales Quintana, Y., Rodríguez Pérez, L., Martín Vasallo, C. V. (2020). Nivel cognoscitivo de las medidas de manejo integrado de plagas en *Phaseolus Vulgaris* L en la Empresa Agropecuaria Horquita. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 22-26.

#### RESUMEN

En Cuba el manejo de las plagas del frijol común está influenciado por un grupo de factores entre los cuales pueden producirse complejas interacciones. Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el nivel cognoscitivo y de aplicación de las medidas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y su efecto sobre los rendimientos. El mismo se realizó en la Empresa Agropecuaria Horquita, en el municipio Abreu, durante la campaña de frío 2019-20 (septiembre y Febrero), para su desarrollo se ejecutaron encuestas sobre la aplicación del MIP, que abarcó la problemática fundamental relacionada con la tecnología del cultivo y protección fitosanitaria, para la determinación de la aplicación de las medidas relacionadas por sectores y categorías, se calculó el porcentaje de los encuestados según su respuesta, en cuanto a su aplicación positiva o negativa y en este último se tuvo en cuenta el argumento. Los resultados muestran que en esta empresa poseen un nivel cognoscitivo superior de medidas de MIP en el cultivo de frijol al 83 % en el sector estatal (Unidad Básica de Producción Cooperativa y Unidad Económica de Básica) y un 73 % en el sector no estatal (Cooperativa de Créditos y Servicios y Cooperativa de Producción Agropecuaria). El 78 % de los encuestados manifestaron una insuficiente aplicación de medidas asociadas al MIP, que unido a otras causas inciden en los rendimientos del cultivo, siendo más notorio en el sector no estatal con el 30 % y en menor cuantía en el estatal con un 19 %.

#### Palabras clave:

Medidas de manejo integrado de plagas, nivel cognoscitivo, aplicación de MIP.

#### ABSTRACT

In Cuba, is the handling of the plagues of the common bean is influenced by a group of factors among which complex interactions can occur. This work was carried out with the objective of evaluating the cognitive level and application of Integrated Handling of Pest (IHP) measures and their effect on yields. It was carried out at the Company Agropecuaria Horquita, in the Abreu municipality, during the cold campaign 2019-20 (September and February), for its development surveys were carried out on the application of the IPH, which covered the fundamental problem related to technology of the crop and phytosanitary protection, for the determination of the application of the measures related by sectors and categories, the percentage of the respondents was calculated according to their response, regarding their positive or negative application and in the latter the argument was taken into account. With results that in this company have a higher cognitive level of IPM measures in bean cultivation at 83 % in the state sector (Basic Unit of Cooperative Production and Economic Unit of Base) and 73% in the non-state sector (Cooperative of Credits and Services and Cooperative of Agricultural Production). 78 % of the respondents state that an insufficiency of the application of measures associated with the IPM together with other causes affect crop yields, 30 % being more noticeable in the non-state sector and to a lesser extent in the state sector with 19 %.

#### Keywords:

Measures of Integrated Handling of Plagues, Cognitive level, application of IHP.

## INTRODUCCIÓN

En Cuba el manejo de las plagas del cultivo del frijol común está influenciado por un grupo de factores entre los cuales pueden producirse complejas interacciones (Corzo, et al., 2015). La interacción hombre – naturaleza y su simbiosis sobre los agroecosistemas hacen posible la creación o destrucción de un ecosistema por lo que es necesario la identificación de los problemas que afectan su desarrollo, manejo de plagas y rendimientos finales.

Machín (2012), plantea que el rendimiento del frijol en la Empresa Agropecuaria Horquita está limitado por factores como: la no utilización de semilla certificada la cual se obtiene a partir de la conservación por parte de los propios productores; estos establecen su época de siembra en función de las cosechas venideras y la rotación de cultivos. Así como una pobre cultura de intercalamiento de cultivos.

Esos resultados hacen necesarios determinar el nivel de conocimiento por parte de los productores acerca de las medidas de manejo integrado de plagas (MIP) y la escasa aplicación de las mismas, en el frijol de las unidades la empresa y si estas contribuyen en efecto a la causa de los bajos rendimientos evaluando el nivel cognoscitivo y de aplicación de las medidas de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo del frijol y valoración en los rendimientos.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Empresa Agropecuaria Horquita da la localidad del mismo nombre, ubicada en los cuadrantes cartográficos 44-126;127. Limita al norte con las aéreas productivas de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Antonio Sánchez, por el este y sur con la Ciénaga de Zapata Oriental, al oeste con las aéreas cañeras de la UEB 14 de Julio. Municipio de Abreu.

La zona tiene características edafoclimáticas de topografía llana, y suelos representativos tipo ferralítico rojo típico y ferralítico rojo hidratado. El comportamiento de las variables climáticas presenta valores de temperatura media anual que oscilan entre 20,9 – 25,2 °C. **La humedad relativa media anual es alta, oscilando entre el 71 y 82 %.** Las precipitaciones alcanzan un promedio anual de 1530.6 mm, (Registro de plantas Estación Territorial de Protección de Plantas (ETPP) de Yaguaramas, 2019).

Para la determinación del porcentaje de conocimientos de las medidas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en frijol, fue necesaria la realización de encuestas sobre la aplicación de medidas de manejo integrado de plagas en la empresa. Lo cual abarcó la problemática fundamental relacionada con la tecnología del cultivo del frijol y protección fitosanitaria, donde se evaluaron las medidas relacionados por Martínez, et al. (2007), para el MIP.

Fueron evaluados la medidas siguientes: utilización de semilla certificada, preparación adecuada del suelo para eliminar los restos de cosecha, mantener las áreas a plantar libres de malezas y plantas hospedantes por un período no menor de 30 días antes de la siembra, establecimiento de barreras o asociaciones de cultivo, como maíz y millo, para preservar los enemigos naturales, muestreo permanente para detectar la presencia de plagas desde el inicio del cultivo, aplicación de Medios Biológicos, utilización de variedades resistentes o tolerantes, aplicación de señales

emitidas por la ETPP, la época de siembra indicada para este cultivo, frecuencia y norma de riego que garantice la humedad requerida para el cultivo durante su período vegetativo, evitar la colindancia con cultivos de diferencias fenológicas notables o especies, adecuada rotación de cultivo.

Estas medidas fueron evaluadas en un orden numérico en cada una de las encuestas realizadas durante la determinación del nivel cognoscitivo y de su aplicación, teniendo en cuenta la categoría ocupacional y por unidades de producción. Estas fueron agrupadas por Estatal (Unidad básica de Producción Cooperativa (UBPC) y Unidad Empresarial de Base (UEB)) y no estatal (Cooperativa de Créditos y Servicio (CCS) y Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA).

Se determinó el porcentaje de encuestados representativo por sectores y categorías ocupacionales, así como del nivel de conocimientos (MIP). Los porcentajes obtenidos fueron evaluados cualitativamente de mal, regular y bien para lo cual se utiliza criterio referidos por Jiménez (1991), que cuenta con 12 aspectos principales, los cuales se evalúan en escala de 100 puntos:

De 100 a 90 puntos (BIEN).

De 89 a 70 puntos (REGULAR).

De 69 a menos (MAL).

La determinación de la aplicación de las medidas relacionadas anteriormente por sectores, y categorías, se calculó el porcentaje de los encuestados. De igual forma fue evaluado la influencia o no, de estas medidas en los rendimientos y se tuvo en cuenta los criterios emitidos por los encuestados en bajos medios y altos, según (Rodríguez, 2015)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron encuestados un total de 66 trabajadores pertenecientes a las 11 unidades de producción de la Empresa Agropecuaria Horquita sobre el conocimiento y la aplicación de las medidas del Manejo Integrado de Plaga en frijol.

La relación sectorial del porcentaje de encuestados esta equiparada por formas productivas donde el sector estatal de UBPC alcanza el mayor porcentaje 37 % ya que es el sistema de producción de mayor número de unidades en el territorio seguido de las UEB con 27% así como el sector no estatal en CCS ya que poseen tres unidades de producción respectivamente. En caso particular de la CPA solo está representada una sola unidad y por esto su valor es de 9 % (figura 1).

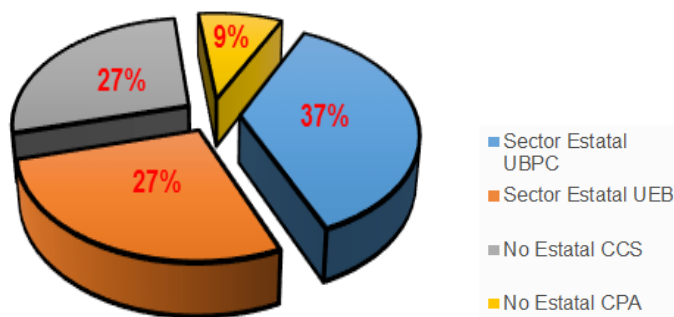


Figura 1. Porcentaje de encuestado por sector.

La agrupación según la categoría ocupacional de los encuestados posibilita la determinación del porcentaje de dirigentes, técnicos, obreros y productores para la determinación posterior del nivel de conocimiento de las medidas de Manejo Integrado de Plaga en frijol (Figura 2).

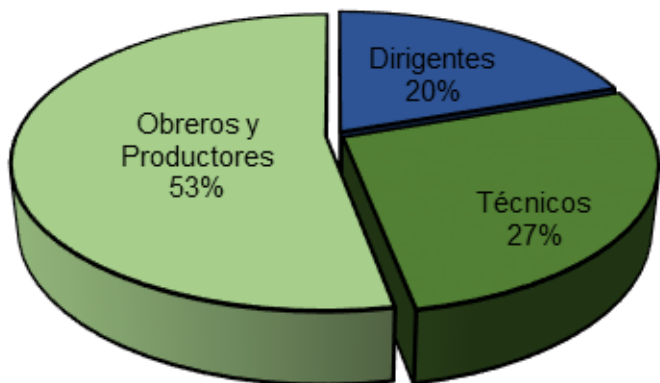


Figura 2. Nivel de encuestados por categoría ocupacional.

De los 66 productores encuestados el 20 % estuvo ocupado por dirigentes quienes tienen el rol de decisor sobre las estrategias de producción; un 27 % está representado por trabajadores que ocupan cargos técnicos y su poder decisivo es bajo. Sin embargo, deciden en cuanto a la aplicación de las medidas establecidas en el MIP y un 53 % por aquellos productores y obreros que a pesar de no decidir sobre las técnicas productivas interactúan de forma activa con las áreas de producción y aplican directamente las medidas referidas.

La interacción hombre – naturaleza y su simbiosis sobre los agroecosistemas hacen posible la creación o destrucción de un ecosistema. Mientras que las aplicaciones correctas a través del conocimiento de las medidas del MIP, forman la base de los agricultores de la Empresa Agropecuaria Horquita para determinar el porcentaje de los trabajadores con este poder cognoscitivo (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de conocimientos de las medidas de MIP en frijol.

Categoría Ocupacional		% de productores que conocen las medidas de manejo integrado de plagas												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sector Estatal	UBPC	Dirigentes	95	100	96	92	63	97	81	97	94	93	63	100
		Técnicos	84	89	91	100	97	100	76	100	99	89	100	100
		Obreros y Productores	73	62	56	63	53	65	54	50	98	75	52	86
	UEB	Dirigentes	98	99	96	89	67	94	86	91	96	96	69	100
		Técnicos	86	94	79	100	98	97	82	100	100	90	100	100
		Obreros y Productores	68	71	64	59	54	58	57	53	95	81	56	80
Porcentaje total		84	86	80	83	72	85	72	82	97	87	73	94	

**Leyenda:** 1 Utilización de semilla certificada. 2 Preparación adecuada del suelo para eliminar los restos de cosecha. 3 Mantener las áreas a plantar libres de malezas y plantas hospedantes por un período no menor de 30 días antes de la siembra. 4. Establecer barreras o asociaciones de cultivo, como maíz y millo, para preservar los enemigos naturales. 5. Muestreo permanente para detectar la presencia de plagas desde el inicio del cultivo. 6. Aplicación de Medios Biológicos. 7. Utilización de variedades resistentes o tolerantes. 8. Aplica las señales emitidas por la ETPP. 9. Respetar la época de siembra indicada para este cultivo. 10. Frecuencia y normas de riego que garanticen la humedad requerida para el cultivo durante su período vegetativo. 11. Evitar la colindancia con cultivos de diferencias fenológicas notables o especies. 12. Evitar la colindancia con cultivos de diferencias fenológicas notables o especies.

Los datos ofrecidos anteriormente muestran como el 83 % de los productores como promedio, poseen conocimiento acerca de la aplicación de las medidas del manejo integrado de plaga para el frijol lo que la ubica en la escala cualitativa dada por Jiménez (1991), de regular. Destacándose en un 97 % en cuanto al respeto de la época de siembra (9) y la adecuada rotación del cultivo en un 94 % lo que se puede deducir que el nivel cognoscitivo de los trabajadores en este sector es evaluado de bueno, el resto del conocimiento de las medidas osciló en valores de 72 y 85% teniendo esto en consideración estas medidas son evaluadas de regular.



El propio análisis realizado del sector no estatal arroja que el 73 % de los productores encuestados aplican el conocimiento el cual lo ubica en la misma posición cualitativa que el nivel cognoscitivo según escala dada por Jiménez (1991), y se refiere en la tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de aplicación del conocimiento de las medidas de MIP en frijol.

Categoría Ocupacional		% de productores que conocen las medidas de MIP.												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sector no estatal	CCS	Dirigentes	91	93	85	70	54	57	78	87	82	92	76	100
		Técnicos	93	89	90	64	64	57	87	56	90	84	65	100
		Obreros y Productores	71	61	62	53	56	55	77	56	88	64	56	86
	CPA	Dirigentes	81	98	96	75	59	55	79	82	86	96	70	100
		Técnicos	98	94	85	61	35	76	64	66	92	71	68	100
		Obreros y Productores	62	67	62	55	54	51	43	53	54	65	60	74
Porcentaje total		83	84	80	63	54	59	71	67	82	79	66	93	

**Leyenda:** 1 Utilización de semilla certificada. 2 Preparación adecuada del suelo para eliminar los restos de cosecha. 3 Mantener las áreas a plantar libres de malezas y plantas hospedantes por un período no menor de 30 días antes de la siembra. 4. Establecer barreras o asociaciones de cultivo, como maíz y millo, para preservar los enemigos naturales. 5. Muestreo permanente para detectar la presencia de plagas desde el inicio del cultivo. 6. Aplicación de Medios Biológicos. 7. Utilización de variedades resistentes o tolerantes. 8. Aplica las señales emitidas por la ETPP. 9. Respetar la época de siembra indicada para este cultivo. 10. Frecuencia y normas de riego que garanticen la humedad requerida para el cultivo durante su período vegetativo. 11. Evitar la colindancia con cultivos de diferencias fenológicas notables o especies. 12. Evitar la colindancia con cultivos de diferencias fenológicas notables o especies.

Los valores obtenidos del porcentaje total del nivel cognoscitivo por parte de los productores del sector no estatal; son de 93 % lo que lo ubica cualitativamente en una evaluación de regular aspecto que refiere a una adecuada rotación del cultivo, seguido de valores con un comportamiento aplicativo de 71-84 % para las medidas (1; 2; 3; 7; 9 y 10) evaluadas de regular. También las medidas (4) Establecer barreras o asociaciones de cultivo, como maíz y millo, para preservar los enemigos naturales; (5) Muestreo permanente para detectar la presencia de plagas desde el inicio del cultivo; (6) Aplicación de Medios Biológicos; (8) Aplica las señales emitidas por la ETPP.; así como (11) Evitar la colindancia con cultivos de diferencias fenológicas notables o especies: fueron evaluadas de mal por tener valores porcentuales menores a 69%

Coincidentemente tanto en el sector estatal como el no estatal poseen un nivel cognoscitivo regular de las medidas del MIP para frijol. pero el sector estatal supera tanto en el promedio general como en medidas particulares del manejo. Esto indica, que a pesar de los esfuerzos realizados por la Sanidad Vegetal en sus prestaciones de servicio los productores carecen de conocimiento y por ende la necesidad de capacitación

Determinación del nivel de aplicación de las medidas de MIP en frijol y su valoración en los rendimientos

El nivel cognoscitivo es la base de la aplicación correcta de medidas en cualquier ámbito. Los datos ofrecidos en la tabla 3 indican la aplicación de los trabajadores en cuanto a las medidas del Manejo Integrado de Plagas del Frijol.

Tabla 3. Porcentaje de trabajadores que aplican las medidas del Manejo Integrado de Plagas.

Sectores	Categoría Ocupacional	% de Aplicación	Causas de la no aplicación
Sector Estatal	Dirigentes	84	Dependencia de la disponibilidad económica de la Unidad de producción Dependen de una prestación de servicio Depende de decisiones técnicas y administrativas Desconocimiento de metodologías de muestreo de insectos Factor antropogénico No disponibilidad de recursos en el momento oportuno del ciclo del cultivo (agroquímicos y petróleo)
	Técnicos	87	
	Obreros y Productores	72	
Sector no estatal	Dirigentes	75	
	Técnicos	72	
	Obreros y Productores	63	

La aplicación de las medidas para el MIP es superior en el sector estatal que en el sector no estatal estableciendo para dirigentes valores de 84 y 75 % en el caso de los técnicos se obtienen valores de 87 y 72%, siendo el más bajo la categoría ocupacional que se encuentra entre un 72 y 63% respectivamente.

En el caso de las causas, aunque estas influyen en todas, sus efectos y consecuencias, se ven más marcadas en los obreros y productores ya que estos no poseen poder de decisiones y en el caso de los no estatales también depende del nivel de conocimiento.

El 78 % de los encuestados son del criterio que la insuficiencia en la aplicación de medidas asociadas al MIP unida a las causas que provocan la no ejecución de estas afectan los rendimientos del cultivo en estudio siendo más marcados en el sector no estatal el cual alcanza solo un 70 % y en el sector estatal 81 %.

Ambos resultados se encuentran dentro de los parámetros que miden cualitativamente la aplicación de medidas para el manejo integrado de plagas que se evalúan de regular, pero con rendimientos medios.

## CONCLUSIONES

El nivel cognoscitivo en la Empresa Agropecuaria Horquita sobre MIP es superior en el cultivo de frijol a 83% en el sector estatal (UBPC y UEB) y un 73% en el sector no estatal (CCS y CPA).

El 78 % de los encuestados manifiestan que una deficiente aplicación de las medidas asociadas al MIP inciden en los rendimientos del cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Corzo López, M., Rivero González, D., Zamora Gutiérrez, L., Martínez Zubiaur, Y., & Martínez Coca, B. (2015). **Detección e identificación de nuevos aislados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* en cultivos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Mayabeque, Cuba. *Revista Protección Vegetal*, 30(2), 97-103.**
- Jiménez, J. S. (1991). Programa de preparación del deportista. Comisión Nacional de Judo.
- Machín, R. D (2012). Alternativas tecnológicas para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en la CCS Antonio Maceo de Horquita. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos.
- Martínez, E., Barrios, G., Rovesti, L., & Santos, L. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Minag.
- Rodríguez, N. A. (2015) Estado actual de la agricultura urbana. Conferencia del evento de agricultura orgánica. ACTAF.

# 04

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## PERCEPCIÓN DE AGRICULTORES Y PERSONAL TÉCNICO SOBRE ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN, CUBA

### FARMERS AND TECHNICIANS PERCEPTION OF THE ADOPTION OF AGROECOLOGICAL PRACTICES IN MUNICIPALITIES OF THE HOLGUÍN PROVINCE, CUBA

Niurlys Rodríguez González<sup>1</sup>

E-mail: [niurlys@uho.edu.cu](mailto:niurlys@uho.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5950-1796>

Jacques Marzin<sup>2</sup>

E-mail: [marzin@cirad.fr](mailto:marzin@cirad.fr)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7944-8865>

Luis L. Vázquez Moreno<sup>3</sup>

E-mail: [lvazquezmoreno@yahoo.es](mailto:lvazquezmoreno@yahoo.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5085-0132>

<sup>1</sup> Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya." Cuba.

<sup>2</sup> Centro Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo. Montpellier. Francia.

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez González, N., Marzin, J., & Vázquez Moreno, L. L. (2020). Percepción de agricultores y personal técnico sobre adopción de prácticas agroecológicas en municipios de la provincia de Holguín, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3),27-32.

#### RESUMEN

El objetivo fue conocer la percepción de agricultores y personal técnico sobre la adopción de prácticas agroecológicas en los municipios de Báguanos, Banes y Gibara de la provincia de Holguín; como contribución para propiciar debates en los tomadores de decisiones respecto al mejoramiento de los incentivos. Se realizaron 74 entrevistas a agricultores y a técnicos en los municipios y la información obtenida fue procesada con análisis estadísticos descriptivos con el software XLSTAT 2014. Los resultados muestran diferentes conceptualizaciones de la Agroecología, el predominio de prácticas para la conservación del suelo y recomendaciones del incremento de incentivos para el fomento de alternativas agroecológicas.

#### Palabras clave:

Agroecología, municipios, prácticas agroecológicas

#### ABSTRACT

The objective was to know the perception of farmers and technical personnel on the adoption of agroecological practices in the municipalities of Báguanos, Banes and Gibara in the province of Holguín; as a contribution to promote debates in decision makers regarding the improvement of incentives. Were conducted 74 interviews with farmers and technicians in the municipalities and the information obtained was processed with descriptive statistical analyzes with the XLSTAT 2014 software. The results show different conceptualizations of Agroecology, the prevalence of practices for soil conservation and recommendations for increasing incentives for the promotion of agroecological alternatives.

#### Keywords:

Agroecology, municipalities, agroecological practices.

## INTRODUCCIÓN

Los desafíos actuales exigen un nuevo y más complejo enfoque respecto al pasado donde los esfuerzos se centraron en el incremento productivo. Frente a esta realidad, la agroecología parece abrir un camino para optimizar las interacciones entre los seres humanos y el medioambiente (Sabourin, et al., 2017). Para la producción agroecológica pudieran incidir los incentivos promovidos por políticas públicas, que presenten derroteros para la gestión y preservación de los ecosistemas desde un enfoque de desarrollo sostenible (Martínez & Sánchez, 2018).

En Cuba han sido muchos los programas, estrategias y proyecciones que han sido muestra concreta de la política agraria (Vázquez, et al., 2017), un ejemplo es la promulgación de decretos leyes para respaldar la entrega de tierras en usufructo. Pero existe incertidumbre sobre los modelos productivos (convencional o agroecológico) que están implantando los usufructuarios en sus fincas. Es necesario interiorizar en la adopción de las prácticas agroecológicas y se debe tener en cuenta que todos los territorios agrícolas no son iguales desde el punto de vista biofísico y socioeconómico, también son muy diferentes las formas productivas y dentro de estas las fincas que integran, porque en esto influyen factores humanos, principalmente la percepción de directivos, técnicos y agricultores (Vázquez, et al., 2017; Aykut, et al., 2018).

Ante esta realidad se impone involucrar a las personas en todo proceso porque la percepción humana es una importante herramienta para tomar decisiones (Miranda, et al., 2019). Las percepciones estarán asociadas a vivencias y realidades derivadas de la práctica (Leff, 2010); por lo que entre municipalidades pudieran ser diferentes las apreciaciones sobre los instrumentos de políticas públicas que incentivan la agroecología.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los municipios de Banes, Báguanos y Gibara en la provincia de Holguín en el oriente de Cuba. Los sistemas productivos escogidos fueron fincas forestales integrales (FFI) para el estudio de las prácticas forestales y fincas dedicadas a la producción agrícola para las técnicas de manejo del suelo y el control biológico de plagas.

El municipio de Banes está situado entre los 20°58'11" LN y los 75°42'42" LO. El 65 % de la superficie es agrícola con predominio del cultivo del plátano. La agricultura se hace fundamentalmente en condiciones de secano sobre suelos medianamente fértiles. Los sistemas productivos mezclan prácticas de la agricultura tradicional, agroecológica y tradicional. Es considerado como la municipalidad pionera de la agroecología en Cuba y a partir de sus experiencias se generalizó en la nación una metodología con indicadores para la clasificación agroecológica de fincas.

El municipio de Báguanos está situado entre los 20°45'47" LN y los 76°01'46" LO. El 60 % de la superficie es agrícola con predominio de la actividad ganadera y el cultivo de la caña de azúcar. Los cultivos se desarrollan generalmente en condiciones de secano y los suelos son en su mayoría muy poco productivos. Los sistemas productivos

predominantes son los tradicionales y los convencionales. No predomina la cultura agroecológica.

El municipio de Gibara está situado entre los 21°06'34" LN y los 76°07'54" LO. El 48 % de la superficie se dedica a la agricultura y los cultivos principales son el frijol, el ajo y la cebolla. Los suelos son medianamente fértiles y predominan fincas con riego. Los sistemas de producción combinan prácticas de la agricultura convencional y la tradicional. No predomina la cultura agroecológica.

La muestra estuvo formada por 40 fincas que se destacan porque se practica la agroecología de manera sostenida por más de cinco años y por 34 técnicos agrícolas con experiencia en la atención a los productores.

Criterio de inclusión: Para la selección muestral se partió del criterio del extensionista agrario municipal por el dominio que posee de la actividad agrícola en sus territorios. Los agentes de extensión en las municipalidades desempeñan la función de facilitadores de procesos (asesoría, acompañamiento, capacitación, interfase con instituciones y/o otros individuos) con los agricultores.

Las prácticas agroecológicas seleccionadas fueron las implementadas en las fincas para el manejo y conservación del suelo, para el control biológico de plagas y las prácticas forestales. La selección se basó en la existencia en el país de instrumentos de políticas públicas que constituyen incentivos, tales como: el programa de conservación y mejoramiento de suelos, el programa de fincas forestales integrales y el programa de control biológico de plagas.

Se utilizaron dos modelos de entrevistas semiestructuradas, uno para los agricultores y otro para el personal técnico. En el caso de la entrevista para agricultores las variables contenidas fueron: conceptualización de agroecología, prácticas implementadas, cómo y de quién aprendió las prácticas agroecológicas, quien asesora y/o capacita, percepción sobre los incentivos recibidos, limitantes, potencialidades y recomendaciones para la adopción agroecológica. Para el personal técnico las variables contempladas en el instrumento fueron: definición de agroecología, edad, escolaridad, cargo que ocupa, especialidad en la que se graduaron, percepción sobre los incentivos, las limitantes, las potencialidades, la expresión de prioridades y las propuestas de recomendaciones para mayor adopción de las prácticas.

Se codificaron las respuestas obtenidas para cada variable y se tabularon en un archivo Excel. Se hicieron análisis estadísticos descriptivos (media, correlación) con la utilización del software XLSTAT 2014.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel de los agricultores no se encontró una correlación alta entre las variables analizadas. Las más correlacionadas fueron la definición de agroecología con quien asesora y/o capacita, de quien la conocieron y con las opiniones positivas sobre las prácticas. A nivel del personal técnico (técnicos municipales y/o jefes de producción) la de más significación fue la definición de agroecología correlacionada con la edad, escolaridad, cargo que ocupa y especialidad en la que se graduaron.

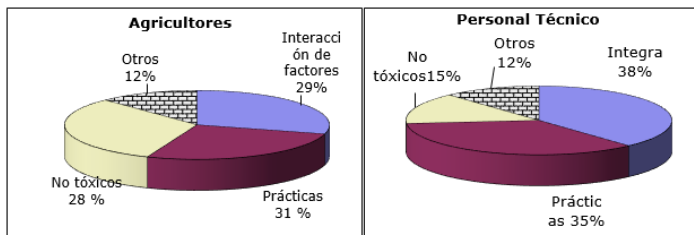


Figura 1 A y 1 B. Definición de Agroecología por agricultores y técnicos.

En general la Agroecología es percibida por agricultores y técnicos de la muestra estudiada con términos similares (Figuras 1A y 1B). Un análisis más exhaustivo sobre la definición en los municipios se muestra a continuación:

En Banes la percepción de los agricultores sobre el término fue: “agroecología es no uso de químicos”, lo que presupone que para los agricultores agroecología equivale a agricultura orgánica. Lamentablemente no siempre hay claridad entre las diferencias entre agricultura orgánica que utiliza insumos externos y cero agroquímicos y agroecología que utiliza al máximo los recursos de la naturaleza y al mínimo insumos externos (fertilizantes y plaguicidas). En Gibara expresaron “agroecología es proteger la salud” lo que se considera está relacionado con la concientización de los agricultores sobre el exceso de agrotóxicos utilizados en el cultivo del ajo, que es uno de los más importantes en algunas zonas. Cada vez es mayor la repercusión de los agroquímicos en la salud y hay un llamado a concientizar sobre el efectos por los medios de difusión (Vargas & Coto, 2016). En el municipio de Báguanos definieron agroecología como prácticas agroecológicas, lo que se considera tiene relación a la difusión de agroecología que promueve la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) en ese territorio. También es común observar en actores vinculados directamente con la producción agropecuaria relacionar la agroecología con las llamadas “prácticas agroecológicas” (Vázquez, et al., 2017).

Tienen una visión más integradora los técnicos mientras los jefes de producción la ven de manera más instrumental (prácticas, no agrotóxicos). Los técnicos por lo general son graduados del nivel medio superior con perfiles afines a la agronomía, pero no predomina la formación agronómica en los jefes de producción. También se evidenciaron diferencias conceptuales en función del perfil de formación, por ejemplo, los agrónomos y forestales perciben que “Agroecología es una disciplina y el no uso de tóxicos”, mientras que graduados de otras especialidades la ven como prácticas agroecológicas. El perfil de los técnicos tiene incidencia en las percepciones, porque en Cuba ha predominado la formación técnica de los profesionales de las ciencias agropecuarias.

Como puede apreciarse entre los municipios objeto de análisis la conceptualización del término difiere, lo que pudiera estar relacionado con el modelo de agricultura predominante en cada uno. Lo que indica que el entorno está condicionando las percepciones (Aykut, et al., 2018), las que están condicionadas por la realidad práctica en que viven (Leff, 2010). También es una tendencia internacional

las diferencias conceptuales de la agroecología que es relacionada como ciencia, disciplina o como prácticas (Méndez, et al., 2013; Vázquez, et al., 2017). Sin embargo, queda claro para los diferentes actores agrarios que es un modo distinto de hacer agricultura y un camino para la sostenibilidad agraria (Vázquez, et al., 2017).

La procedencia de los conocimientos sobre agroecología es atribuida por el 40 % de los agricultores a especialistas agrícolas municipales, el 30 % a familiares y/o vecinos y el 25 % a la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) a través del Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACaC) a través de conferencias. Esto se valora de positivo porque el sistema de circulación de las informaciones no debe ser lineal, sino que debe fluir por diversas vías a los productores (Cid, et al., 2017).

En los tres municipios consideran que la ANAP como movimiento promueve las prácticas, pero su difusión más significativa ha sido por especialistas de suelos, sanidad vegetal y el extensionista agrario municipal. El protagonismo en la difusión de la agroecología del personal técnico de la agricultura es importante pero se ve limitado porque tradicionalmente ha desempeñado funciones administrativas, reglamentarias y otras (Lozano, 2005). Los espacios de asesoría agroecológica utilizados por los técnicos son durante asambleas de asociados en cooperativas y visitas de control. Se considera que los agricultores pueden empoderarse más con la agroecología a través de procesos de investigación-acción-participación (Méndez, et al., 2013), los que pudieran ser métodos para fortalecer el trabajo de los agroecólogos de la ANAP en los municipios.

Sólo el 50 % del personal técnico entrevistado consideró que la agroecología es una prioridad que se manifiesta en prácticas in situ, capacitación y planes. Sin embargo, los porcentajes por expresión de prioridades difieren entre municipios, en lo que inciden las diferencias de la agricultura entre los territorios (Vázquez, et al., 2017). Los especialistas de Banes percibieron como predominante la expresión de prioridades in situ. Lo que se explica por la adopción y extensión de prácticas en fincas, en lo que afirman los agricultores ha jugado un papel esencial la extensionista municipal, con un trabajo sostenido durante 25 años promoviendo la experimentación campesina con diversas alternativas. En el caso de Báguanos expresaron que la prioridad está visualizada en la capacitación en lo que puede estar influyendo el sistema de instrucción por consejos populares articulado entre el capacitador y el extensionista, a través de intervenciones mensuales o bimensuales en las cooperativas.

Se considera aún existen grandes desafíos para la agroecología para ubicarse en las prioridades de los territorios debido a muchos factores. Algunos factores determinantes que han limitado que se empodere la agroecología son: que la conversión de una finca lleva dos o tres años (Palau, 2019), se necesita de la adecuación de políticas, planes y programas (Martínez & Sánchez 2018) y de la extensión agraria como interfase en procesos de innovación (Sáez, et al., 2014).

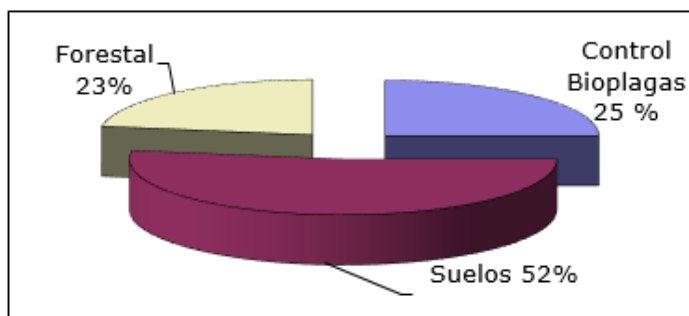


Figura 2. Tipo de práctica agroecológica (%).

Como puede verse en la figura 2 hay predominio (52 %) de las prácticas agroecológicas sobre el suelo. Un análisis más detallado se comenta a continuación:

Todos los entrevistados realizan dos o más prácticas para el mejoramiento y conservación del suelo, entre las que se encuentran: barreras (vivas y muertas), aplicación de estiércoles, laboreo mínimo, y abonos verdes. La práctica más implementada en todos los municipios son las barreras y lo que menos han adoptado son los abonos verdes (5 %, sólo en Banes). Pudieran estar incidiendo el predominio de fincas con algunas pendientes, lo que obliga a adoptar medidas para no perder el suelo para cultivar (Palau, 2019). También se comprobó a través del diálogo con los productores, que ha sido determinante la promoción de las prácticas conservacionistas por parte de los especialistas de suelos en los territorios. Los agricultores afirmaron que perciben hay incidencia de las prácticas en la fertilidad de los suelos, lo cual ha sido confirmado en investigaciones de Azero, et al., (2016). Por lo que sería importante dar continuidad en las fincas objeto de estudio con análisis para comprobar la magnitud del efecto de las prácticas implementadas sobre los suelos.

Este tipo de prácticas agroecológicas son adoptadas por el 25 % de la muestra. Se considera pudiera haber más fincas que las implementaran, pero incide el arraigo de los agricultores al control con los agroquímicos (Wright, 2004). También se debe lograr más integración entre el control biológico y el manejo agroecológico de la finca, porque aún es insuficiente la adopción de diseños agroecológicos (Vázquez & Pérez, 2017). En las fincas de los tres municipios se usan combinaciones de algunas medidas agroecológicas contra las plagas tales como el uso de biopreparados y las prácticas de manejo. Lo anterior se explica por la escasez de agroquímicos en el momento preciso de aparición de las plagas. También los agricultores de los tres municipios manifestaron hay mayor efectividad de los biopreparados fabricados por ellos con combinaciones de plantas (cardona, nim, tabaco) que con los procedentes de Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE). En lo que pudiera incidir la tradición familiar en el uso de biopreparados de plantas y que los bioplaguicidas comprados en los CREE tienen detractores que los comparan (eficacia y costo-beneficio) con los plaguicidas sintéticos (Vázquez & Pérez, 2017).

Los agricultores perciben que es determinante tener vivencias prácticas (Leff, 2010) con las alternativas existentes, en lo que pudiera ser determinante el acompañamiento de asesores técnicos. Un ejemplo son las plantas repelentes y el uso de trampas (colores y miel) que son desestimadas

en Báguanos y en Gibara, pero adoptadas en Banes donde es continua la difusión técnica de los especialistas en las fincas.

Este tipo de prácticas agroecológicas son adoptadas por el 25 % de la muestra. Las prácticas forestales realizadas en todos los municipios son mantenimiento de plantaciones, diversidad de especies de árboles, protección de los cursos de agua y la agroforestería. Las medidas para proteger los bosques y el agua presentes en las fincas son implementadas constantemente por los finqueros y son controladas por las empresas agroforestales de los municipios. Sin embargo, es muy limitada la implementación de la agroforestería en los tres municipios siendo nula en Gibara. Pudieran estar incidiendo la falta de incentivos, las normativas establecidas por los organismos superiores respecto a los bosques y las limitaciones con el otorgamiento de créditos para esta actividad por parte del banco. En todos los municipios plantearon que son sólo asesorados por los técnicos forestales y demandan implicar a especialistas agrícolas, por los beneficios les reportaría. Se considera deben ser promovidas más las prácticas forestales porque tienen un enfoque agroecológico que se manifiesta en la economía, los suelos, la naturaleza y la sociedad (Calzadilla & Jiménez, 2017). En los tres municipios, el fomento de la agroforestería pudiera contribuir con la protección de los recursos naturales suelo y agua (Azero, et al., 2016).

Los agricultores tienen una opinión positiva de las prácticas agroecológicas y perciben que su mayor contribución ha sido en la adquisición de experiencias, que han contribuido con un mayor equilibrio en las fincas. Por lo que debe considerarse al conocimiento como una herramienta útil en la toma de decisiones respecto al manejo de la finca (Silva & Ramírez, 2017). Un ejemplo lo constituye el municipio de Banes donde la asesoría recibida ha posibilitado que los agricultores valoricen la crianza de abejas como una potencialidad porque polinizan plantas de cultivos, proporcionan miel y contribuyen al equilibrio de las fincas.

Las limitantes para la adopción de la agroecología enunciadas por los productores de los tres municipios fueron: la poca disponibilidad de recursos materiales apropiados para implementar las prácticas, la falta de decisión para iniciar con el fomento agroecológico, la falta de conocimientos y la inexistencia de precios diferenciados para los productos obtenidos. Se considera existen alternativas para accionar respecto a las limitantes tales como: el seguimiento al manejo de las fincas por parte de personal técnico que incentive prácticas agroecológicas y el empoderamiento de la agroecología dentro de las políticas públicas agrarias. Pero es lamentable que hasta la fecha no se haya promulgado una política pública específica a favor de la agroecología. Además, en la agricultura cubana no se ha adoptado una concepción integral de desarrollo, ni un enfoque holístico que permita articular los éxitos locales al nivel nacional (Vázquez, et al., 2017).

En los tres municipios el personal técnico considera como elemento más positivo de la agroecología, la creación de capacidades en los agricultores para gestionar las fincas de manera más sostenible. Porque la capacitación contribuye a mejorar el desempeño de los agricultores para hacer más eficiente su trabajo (Vallejo, et al., 2018). Los técnicos de Gibara, Báguanos y Banes coincidieron en que

la limitante fundamental para la agroecología es la disponibilidad de recursos materiales (carretillas, palas, envases sólo para productos biológicos, entre otros). Una opción que pudiera implementarse es la optimización en el uso de insumos disponibles entre fincas vecinas, que fortalecería la agroecología en los municipios y también el rendimiento económico (Silva & Ramírez, 2017).

En los tres municipios hubo coincidencia en cuanto a la percepción de tres tipos de incentivos para la agroecología: el reconocimiento moral, la remuneración monetaria y la creación de capacidades. Los incentivos de tipo moral fueron mencionados por el 57 % de los agricultores. El reconocimiento moral consiste en certificado, regalo de objetos personales o para la actividad agropecuaria que son otorgados en el marco de las asambleas mensuales de asociados en las cooperativas.

Los incentivos con remuneración monetaria fueron enunciados por el 28 %, correspondiendo sólo a agricultores que poseen cultivos forestales y a los que realizan medidas de conservación y mejoramiento de los suelos. Los forestales reciben dinero de manera estable cada tres años al crear nuevas áreas de bosques (que implican medidas agroecológicas por plan) y lograr el 100 % de supervivencia de las plantaciones; lo que es favorecido por los fondos nacionales para el desarrollo forestal nacional (FONADEF). También son beneficiados con el cobro de los gastos incurridos los que realizan prácticas de mejoramiento y conservación de los suelos, cuyos fondos provienen de la asignación del Programa Nacional para la Protección del Suelo. Sin embargo, en los últimos cinco años ha habido una disminución de los fondos anuales designados en el país, lo que implica que los productores no sean estimulados todos los años. Lo que pudiera estar incidiendo negativamente en mayor número de fincas con prácticas agroecológicas sobre los suelos. Para los agricultores que realizan prácticas de control biológico de plagas no existen en el país designación de estímulos monetarios, lo que limita la adopción del control no químico, porque el entorno es determinante para la toma de decisiones (Miranda, et al., 2019).

Los incentivos correspondientes a la creación de capacidades fueron definidos por el 15 %, que manifestaron han sido beneficiados con nuevos conocimientos para fortalecer las prácticas en sus fincas. Los entrevistados consideran pudieran haber más productores beneficiados si se fomentaran más convocatorias de capacitación a los interesados en temas agroecológicos. Porque muchas veces la tendencia es la realización de capacitaciones por oferta y no por demanda, además obedecen a actividades planificadas por lo cual no siempre los temas desarrollados se corresponden con los intereses de los agricultores (Vallejo, et al., 2016).

En sentido general por la importancia de los incentivos agrícolas para el desarrollo, estas cuestiones merecen la atención de los responsables de las políticas, “pero representan un reto difícil” (Sabourin, et al., 2017). Ese planteamiento se considera algo real también para el contexto cubano y urge tener en cuenta las diferencias notables entre los territorios aspecto a tener en cuenta. Además, para nuestro país existe “un gran desafío respecto a la necesidad de una articulación eficaz de la diversidad de entidades de servicios

técnicos (suelos, sanidad vegetal, veterinaria, recursos hidráulicos, meteorología, proveedores de insumos, sedes universitarias, estaciones experimentales, entre otras) que existen en los municipios” (Vázquez, et al., 2017).

El 70 % de los agricultores (pertenecen a los municipios de Gibara y Báguanos) recomendaron incentivar la agroecología a partir de un sistema integrado de capacitación y la asignación de recursos materiales específicos para las prácticas agroecológicas. El 30 % de los productores (predominio del municipio de Banes) pidieron estimular la agroecología con el pago diferenciado de los productos comercializados respecto a los provenientes de la agricultura convencional. Por lo que las recomendaciones dadas por los entrevistados de los tres municipios presuponen la necesidad de la implementación de nuevas políticas que meritan ser dispuestas a nivel nacional. Porque las políticas públicas campesinas constituyen un dispositivo generador y modificador de realidades (Leyva, 2015). También, para que la agricultura ecológica crezca es necesario reforzar factores relacionados con el conocimiento, el acceso a recursos y tecnologías, así como las políticas (Wright, 2004).

El 80 % de los técnicos y jefes de producción recomiendan la estimulación monetaria para todo el que realice alguna práctica agroecológica. Para lo cual se pudieran instrumentar iniciativas locales en las cooperativas, pero los pagos demandarían de la gestión de fondos para incentivos. Con lo que continúa manifestándose la necesidad de la intervención de las políticas públicas agroecológicas, con una lógica participativa de actores claves, la ciencia y los saberes tradicionales (Leyva, 2015). El 20 % del personal técnico valoró como incentivo la instrumentación de un proceso de capacitación agroecológica manifestado tanto en demostraciones técnicas como en seminarios, las que sean con mayor sistematicidad, actualización y en respuesta a las demandas. Lo cual no siempre se ha cumplido, lo que ha traído consigo que lo impartido en las capacitaciones no se ponga en práctica (Vallejo, et al., 2016). Por lo que se considera es importante el diseño de planes de capacitaciones que incluyan demostraciones prácticas porque estimulan más la participación de los productores.

## CONCLUSIONES

La definición de agroecología, para agricultores y técnicos, es diferente según los municipios estudiados influenciada, quizás, por el arraigo hacia determinado modelo de agricultura.

Se evidenció la necesidad de incrementar los incentivos (moral, remuneración monetaria y creación de capacidades) para estimular la producción agroecológica.

Es urgente la definición de una política pública específica para fortalecer la adopción de la agroecología en los municipios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aykut, G., Mehmet, A.S., & Seyit., H. (2018). Farmers' sustainable agriculture perception in Turkey: The case of Mersin province. *A Mediterranean. Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 3(1), 69–78.

- Azero, A. M., Mendoza, E., & Veizaga, M. (2016). Evaluación de la mejora de la calidad biológica de suelos con prácticas de barreras vivas en tres estudios de caso. *ACTA NOVA*, 7(4), 430-454.
- Calzadilla, E., & Jiménez, A. (2017). Las fincas forestales integrales, por un desarrollo forestal con enfoque agroecológico. *Agroecología* 12(1), 83-89.
- Cid, G., Marzin, J., & Mercoiret, M. R (2017). Investigación agronómica y extensión agraria en Cuba: unidad dialéctica imprescindible para lograr seguridad alimentaria. *Ingeniería agrícola*, 3(3), 35-38.
- Leff, E. (2010). *Imaginario Sociales y Sustentabilidad*. (Ponencia). Seminario permanente de Cultura y representaciones sociales. Ciudad México, México.
- Leyva, A. (2015). Políticas públicas campesinas en Cuba: la equidad y otros desafíos. *Temas*, 87(12), 19-23.
- Lozano, J. A. (2004). *Extensionismo Agrícola*. <http://www.monografias.com/agricultura-y-ganaderia>.
- Martínez Conde, F. E., & Sánchez Arce, R. (2018). Política pública de Educación Ambiental en el municipio de Santiago de Cali. *Revista científica Agroecosistemas*, 6(3), 49-56.
- Méndez, E., Bacon, Ch., & Cohen, R. (2013). La Agroecología como enfoque transdisciplinar, participativo y orientado a la acción. *Agroecología* 8(2), 9-18.
- Miranda, C. L., Ramos, M., Alomá, R.M., & Castellanos, M.E. (2019). Percepción social del cambio climático. Estudio en comunidades costeras de la provincia de Cienfuegos. *Revista Cubana de Meteorología*, 25(sp), 334-353.
- Palau, M. (2019) Partimos de la soberanía alimentaria para llegar a la agroecología. *Biodiversidad, sustento y culturas*, 101(3), 5-10.
- Sabourin, E., Bianchini, V., & Petersen, P. (2017). As políticas públicas a favor da agroecologia na América Latina e Caribe: conclusões e perspectivas do estudo. (Ponencia). Seminario Políticas Públicas para Agroecologia na América Latina e Caribe, Porto Alegre, Brasil.
- Sáez, Y., Y, Marrero, C.M, Mederos., T, López., A, Maestrey., & L.L. Vázquez. (2014). Grado de adopción de innovaciones vinculadas al ciclo de la sostenibilidad alimentaria. En, Y. Ros Saenz, Estudio de los factores críticos que inciden en el ciclo de la sostenibilidad alimentaria en Cuba. (pp. 73 - 85). Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
- Silva, L., & Ramírez., O. (2017). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, Provincia de Mayabeque, Cuba. *Luna Azul*, 44(1), 120-152.
- Vallejo, Y., Pérez, T., Del Pozo, E., Arozarena, N., & López, A. (2016). La capacitación agraria desde la visión del agricultor, en el municipio Boyeros, La Habana, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 149-154.
- Vargas, Y., & Coto, W.I. (2016). Alimentos con sabor a agroquímicos. Contaminación agrotóxica de alimentos y sus efectos en la salud de la población costarricense, 1950-2015. (Ponencia). VI Conferencia de la Tierra. Foro de Medio ambiente: Naturaleza, biodiversidad y sustentabilidad. Chorotega, Costa Rica.
- Vázquez, L.L., & Pérez, Nilda. (2017). El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en Cuba. *Agroecología* 12(1), 39-46.
- Vázquez, L.L., Marzin, J., & González, N. (2017) Políticas públicas y transición hacia la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas en Cuba. En, E. Sabourin, M.M. Patroulleau, J.F. Le Coq, L.L. Vázquez, & P. Niederle, Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe, Brasil. (pp 139-157). FAO.
- Wright, J. (2004). Generalizando la agricultura sostenible. Implicaciones políticas de los avances de Cuba hacia una agricultura más ecológica y mayor seguridad alimentaria. Wageningen University. <https://research.wur.nl/en/publications/generalizando-la-agricultura-sostenible-implicaciones-pol%C3%ADticas-d>



# 05

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## MYRTACEAE ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DE PLAGAS

### ALTERNATIVE MYRTACEAE FOR PEST CONTROL

Yhosvanni Pérez Rodríguez<sup>1</sup>

E-mail: [yprodriguez@ucf.edu.cu](mailto:yprodriguez@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2078-8961>

Roberto Valdés Herrera<sup>2</sup>

E-mail: [robertovh@uclv.edu.cu](mailto:robertovh@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-7756>

Leónides Castellanos González<sup>3</sup>

E-mail: [lccastell@gmail.com](mailto:lccastell@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

Anaisa López Milian<sup>1</sup>

E-mail: [alopez@ucf.edu.cu](mailto:alopez@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2678-247X>

Julio León Cabrera<sup>4</sup>

E-mail: [julio@jbc.cu](mailto:julio@jbc.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5234-2940>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

<sup>2</sup> Universidad Central "Marta Abreu de Las Villas" Santa Clara. Cuba.

<sup>3</sup> Universidad de Pamplona. Colombia.

<sup>4</sup> Jardín Botánico de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pérez Rodríguez, Y., Valdés Herrera, R., Castellanos González, L., López Millán, A., & León Cabrera, J. (2020). Myrtaceae alternativa para el control de plagas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 33-36.

#### RESUMEN

Las Myrtaceae constituyen especial interés por su gran endemismo, elevado contenido de aceites esenciales y otros principios activos que pueden ser diferenciados en productos químicos de valor industrial y usados en el control de diferentes plagas. Esta familia cuenta con 144 géneros y 5 500 especies, distribuidas en regiones tropicales y subtropicales. Entre las Myrtaceae que han sido evaluadas con actividad insecticida se encuentran los géneros, *Eucalyptus*, *Pimenta*, *Callistemon*, *Eugenia*, *Pimenta*, *Callistemon*, *Psidium*, *Syzygium* y *Melaleuca*. Sus efectos insecticidas han sido evaluados sobre insectos en los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera. Estas especies también han sido referidas en el control de ácaros y en el control de hongos y bacterias. Sus principales compuestos secundarios poseen propiedades sobre la reducción de las poblaciones de insecto, efecto insectistático, repelente y sobre la emergencia de insectos.

#### Palabras clave:

Fitoplaguicidas, actividad biológica, metabolitos secundarios.

#### ABSTRACT

The Myrtaceae constitutes special interest for their great endemismo, high content of essential oils and other active principles that can be differentiated in chemical products of industrial value and used in the control of different plagues. This family has 144 goods and 5 500 species, distributed in tropical and subtropical regions. Among the Myrtaceae that have been evaluated with insecticide activity they are the goods, *Eucalyptus*, *Pimenta*, *Callistemon*, *Eugenia*, *Pimenta*, *Callistemon*, *Psidium*, *Syzygium* and *Melaleuca*. Their insecticide effects have been evaluated on insects in the orders *Coleoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*. These species have also been referred in the control of acari and in the control of mushrooms and bacterias. Their main ones compound secondary they possess properties on the reduction of the insect populations, effect insectistático, repellent and on the emergency of insects.

#### Keywords:

Phyto-pesticides, biological activity, secondary metabolites.

## INTRODUCCIÓN

La familia Myrtaceae cuenta con 144 géneros y 5 500 especies, distribuidas en regiones tropicales y subtropicales (Aleksic & Knezevic, 2014). La misma se corresponde con árboles de aspecto esbelto, arbustos aromáticos y leñosos de hoja perenne que frecuentemente producen frutas comestibles. Los géneros de esta familia *Eugenia*, *Psidium*, *Myrtus* y *Plinia*, fueron identificados al tomar como rasgos diagnósticos el número de piezas del cáliz y la corola, número de lóculos del ovario y número de semillas del fruto.

Las Myrtaceae constituyen especial interés por su gran endemismo, elevado contenido de aceites esenciales y otros principios activos. La presencia en compuestos secundarios diferentes especies de esta familia en Cuba ha posibilitado que sean numerosas las plantas utilizadas por los campesinos de manera artesanal y con demostrada efectividad en el control de plagas. Su utilización tradicionalmente por productores en la provincia de Cienfuegos como alternativas ecológicas para el control de insectos plagas es un aspecto que confirman a las mirtáceas como alternativa con enfoque ecológico y viable para el control de plagas donde la mayor cantidad de especies con actividad insecticida se encuentran en los varios géneros.

## DESARROLLO

El género *Eucalyptus* cuenta 700 especies, casi todas nativas de Australia. Muchas de ellas ricas en aceite esencial con alto contenido de 1, 8-cineol. Estas plantas segregan aceites esenciales en sus hojas, los cuales producen su olor característico y poseen compuestos que pueden ser diferenciados en productos químicos de valor industrial y usados en el control de diferentes especies de plagas. La acción insecticida está vinculada a metabolitos secundarios presentes en los aceites esenciales encontrados en su follaje. Los que poseen un amplio espectro de actividad biológica, incluyendo la antimicrobiana, fungicida, herbicida, acaricida y nematocida (Batish, et al., 2006).

Distintas especies de *Eucalyptus* *E. nicholii*, *E. codonocarpa*; *E. blakelyi*, se han evaluado sobre plagas de granos almacenados, en particular sobre insectos del orden Coleoptera. Las mismas poseen potente toxicidad sobre *Sitophilus oryzae* L., *Tribolium castaneum* L y *Rhyzopertha dominica* (F). Asimismo, los aceites esenciales de *E. stageriana*, *E. citriodora*, y *E. globulus* muestran actividad insecticida relevante frente a huevos, larvas y adultos de *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). De igual forma, Reyes, et al. (2012), describen las características insecticidas de *E. globulus*, para el control de *R. dominica* en trigo almacenado. *E. camandulensis*, *E. globulus*, *E. cinerea*, *E. nitens*, *E. urophylla*, *E. grandis* y *E. tereticornis*. Las cuales han sido objeto de investigaciones para evaluar la actividad insecticida contra *Anopheles stephensi* Liston, *Aedes aegypti* L., *Aedes albopictus* (Skuse) y *Musca domestica* L. al igual que otras plantas de esta familia evidencian la actividad insecticida contra mosquitos.

Dentro de este género, *Pimenta racemosa* (Myrtales: Myrtaceae) comúnmente llamada Malagueta, en su composición química, se caracteriza por la presencia de éteres fenólicos, eugenol, chavicol, estragol, metileugenol, geranial, compuestos como los glucósidos cardiotónicos, esteroides, terpenoides, quinonas y flavonoides que están

presentes en diferentes cantidades en la planta (Contreras, et al., 2014). Estudios previos sobre la composición química del aceite de *P. racemosa* como insecticidas han mostrado que los constituyentes mayoritarios dependen de su ubicación geográfica. Por ejemplo, en el oeste de Cuba se reportan especies con un contenido de 1,8-cineol de (20,4 %) y terpinen-4-ol (20,7 %). No obstante, en Jamaica se ha identificado en esta especie el eugenol con (45,6 %), mirceno (24,9 %), y chavicol (9,3 %). Mientras que, en un estudio realizado en Mérida, Venezuela reportaron el eugenol con (48,7 %), limoneno (13,6 %) y 1,8 cineol (12,7 %).

*Pimenta dioica* (L.) Merr., Sinonimia: *Eugenia pimenta* DC., *Myrtus pimenta* L., *Pimenta officinalis* Lindl., *Pimenta vulgaris* Lindl., especie que después del descubrimiento por Cristóbal Colón en las islas del Caribe durante sus viajes al Nuevo Mundo fue introducida y distribuida en Europa, donde los británicos le dieron el nombre de Allspice. Su aceite esencial ha sido utilizado con perspectiva para en el manejo de *Cosmopolites sordidus* Germ y *Metamasius hemipterus* Oliv. Otras investigaciones realizadas para el control de *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, en concentraciones de (1,23 %); (3,61 %) y (5,88 %) han confirmado una alta mortalidad sobre este Coleóptero. Pérez, et al. (2019) refieren la actividad biológica de extractos de *P. dioica* sobre *S. oryzae* y ha sido evaluado el efecto biológico por Rodríguez (1994), para el control de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Entre los compuestos principales de la misma se encuentra el eugenol (77,9 %), cariofileno (5,1 %),  $\alpha$ -pineno (5,5), 1,8 cineol (2,44 %), metileugenol (44,10 %) (Zi-Tao, et al., 2013).

*Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels, Sinonimia *C. lanceolatus* D.C., endémico de Australia, es una especie distribuida en diferentes regiones tropicales y subtropicales. También conocido con el nombre común de árbol del cepillo o escobillón rojo. La especie es referida por Kumar, et al. (2018), por sus principales componentes 1,8-cineol (6,6 %),  $\alpha$ -pineno (29,7 %) y  $\alpha$ -terpineol (14,6 %). La misma ha sido descrita por su actividad antimicrobiana, citotóxica, larvicida y nematocida. Mientras que, la actividad insecticida ha sido demostrada en estudios realizados sobre *Chilo auricilius* Dudgeon (Lepidoptera: Crambidae) (Mumtaz, et al., 2013).

*Callistemon speciosus* (Sims) DC. originario de Australia, es un árbol pequeño o mediano de aproximadamente 10 m de altura que desarrolla un tronco único. Está constituida mayormente por 1,8-cineol (55,0 %),  $\alpha$ -pineno (19,0 %) y  $\alpha$ -terpineol (4,1 %), metabolitos que han provocado efecto tóxico sobre *Artemia franciscana Kellogg* (Güette, et al., 2011).

El género *Eugenia* está representado por árboles o arbustos que crecen mayormente de América y Asia. Dentro de este género *E. uniflora*, conocida vulgarmente como Pitanga o Cereza de Cayena, es originaria de América subtropical y se utiliza en la medicina popular. El aceite esencial de sus hojas contiene sesquiterpenos (principalmente selina-1, 3, 7, 11-trien-8-ona y óxido-selina-1, 3, 7, 11-trien-8-ona), eugenol, cineol, derivados furadiénicos, ácidos fenólicos y esféroides (Lee, et al., 2001).

*Eugenia uniflora* L. se localiza en regiones con clima tropical y subtropical, y es conocida vulgarmente como Pitanga o Cereza de Cayena. Originaria de América subtropical. *E. uniflora* es utilizada en la medicina popular, destacadas

investigaciones también han confirmado su uso en el ámbito de la actividad diurética, antihipertensiva, antimicrobiana, antioxidante, antitumoral, y sobre el sistema digestivo. De igual forma, la actividad insecticida es referida sobre *S. zeamais* en granos almacenados. Especies botánicas como *Eugenia melanadenia* Krug & Urb. son considerada como potencial insecticida natural, ecosostenibles y no tóxicos. En las mismas se informan compuestos como 4-terpineol (10,6 %) y 1,8-cineol (45,3 %). *Eugenia caryophyllata* Thumb. es otra especie que ha sido evaluada en estudios realizados por Santiago, et al. (2009), sobre Mosca blanca *Trialeurodes Vaporariorum* West. No obstante, otras investigaciones la describen por la actividad biológica del aceite esencial sobre *Blattella germanica* L.

*Psidium rotundatum* Griseb (Myrtales: Myrtaceae) ha sido caracterizado por la existencia de 47 compuestos volátiles de naturaleza terpénica, que representan (98,1 %) de la composición total, donde se destacan como componentes mayoritarios 1,8-cineol (28,0 %) y  $\alpha$ -pineno (18,3 %). La presencia de los mismos corrobora la capacidad insecticida de estos metabolitos, además de timol. Otros estudios hacen referencia a la actividad biológica en campo del extracto etanólico de *Psidium guajava* L, investigado sobre la *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). Vargas, et al. (2017), identifican el uso de la especie en tratamientos poscosechas de *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera: Curculionidae)

Las especies representante del género *Syzygium*, están conformada por árboles o arbustos con hojas opuestas, lampiñas, pedúnculos axilares o terminales, mimosos o corimbosos, limbo sub-entero o algo lobulado. Pétalos unidos en una capucha subredondeada, circumcísil, decidua, membranosa y estambres libres. Presenta el estilo y el estigma sencillo; pocas semillas globosas de cotiledones grandes y carnosos. *Syzygium aromaticum* L. ha sido evaluado en el control de adultos de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae). Los aceites esenciales de *S. aromaticum* presentaron actividad repelente sobre *T. castaneum* (90 %) y *S. oryzae* (90 %) (Mishra & Tripathi, 2011). De igual forma extractos crudos y aceite esencial de clavo *S. aromaticum* mostraron repelencia de adultos de Mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae).

*Syzygium jambos* (L.) Atson, sinonimia: *Eugenia jambos* L, arbusto común originario de Indochina-Indonesia. Crece en orillas de arroyos y cañadas. Posee frutos amarillos muy aromáticos. Especie exótica en Isla Caimán, Jamaica, Puerto Rico con propiedades antifúngicas y antibacteriales. Las hojas de *S. jambos* en forma de polvos mostraron efecto insectistático sobre adultos de *S. oryzae* y redujo afectaciones en granos (Pérez, et al., 2019).

*Syzygium malaccense* (L.) Merr. Et Perry. Sinonimia: *Eugenia malaccense* L., de origen Indochina-Indonesia. Árbol vistoso, abundante en Cuba y definido como una especie invasora. Sus propiedades insecticidas son referidas por Sousa de Alencar, et al. (2017), en estudios realizados sobre *Brevicoryne brassicae* L. *Plutella xylostella* L. Entre sus principales componentes se ha identificado el ácido palmítico (12,16 %).

*Melaleuca*: Género representado por diferentes especies, entre las que se encuentra *Melaleuca quinquenervia* (Cav)

S.T. Blake comúnmente conocida como Cayeput. La misma es informada como especie invasora que crece en el humedal de importancia internacional de Ciénaga de Zapata en la provincia de Matanzas (Cuba). Causa pérdidas económicas a la biodiversidad botánica. Sin embargo, ha sido evaluada por su efecto larvicida y repelente. Otros estudios, refieren su aplicabilidad en el desarrollo de nuevos antimicrobianos y acaricidas para el control de plagas en hortalizas, cítricos y caña de azúcar. Su aceite esencial es considerado altamente tóxico sobre ácaros provocando un 100 % de mortalidad a las hembras de *Tetranychus urticae* Koch, *Panonychus citri* y *Raoiella indica* Hirst y un 88,73 % a las de *Tetranychus tumidus* Banks (Pino, et al., 2011). Entre sus compuestos mayoritarios se identifican 1,8-cineol (25,43 %), viridiflorol (7,76 %) y allo-aromadendreno (9,50 %). El mismo es referido por reducir el crecimiento de *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksworth y *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker (Pino, et al., 2011).

Entre los principales compuestos identificados en las diferentes especies de la familia Myrtaceae con efectos insecticida se encuentran como más abundantes 1,8-cineol. Compuesto que provoca inhibición de la acetilcolinesterasa en adultos de *S. oryzae*. Otros efectos producidos por el compuesto es toxicidad por contacto, actividad antialimenticia y afectación de las funciones reproductivas contra adultos de *T. castaneum*. Algunos de los compuestos identificados han demostrado efecto insecticida como el linalool. De igual, forma la presencia de  $\alpha$ -pineno, ha sido referido por propiedades repelentes (Fouad & da Camara, 2017) y el 4-terpineol también identificado con efecto fumigante contra *S. zeamais*, *T. castaneum*,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, compuestos con propiedades repelentes que al actuar sobre la enzima acetilcolinesterasa (AChE) provocan efecto fumigante tóxico sobre diferentes insectos.

El eugenol, compuesto que posee acción biológica sobre diferentes insectos, al actuar a través del sistema octopaminérgico, activa los receptores de la octopamina (Isman, 2006). El mismo ejerce acción sobre la acetilcolinesterasa, inhibe la actividad celular y los procesos biológicos en los insectos. De igual forma los canales de cloro, también son bloqueados por el eugenol, lo que permite comprobar un incremento sensible de la toxicidad en los insectos. Al igual que el 1,8 cineol, al inhibir la enzima se altera la actividad celular y el proceso biológico de los insectos, le provoca pérdida de la funcionalidad por inhibición y genera síntomas y signos de envenenamiento colinérgico y sobreviene la muerte (Berry, et al., 2013). Así mismo, la acción insecticida sobre los insectos se produce al afectar directamente al acarreador de hidrógeno para bloquear el flujo de electrones e interfiere en la síntesis de energía en la cadena respiratoria mitocondrial.

La utilización de estas especies botánicas para el control de plagas resulta de interés por la presencia de metabolitos secundarios y provocarles diferentes efectos a los insectos. Esta alternativa no provoca daños a la salud, generan un cambio hacia la utilización de una fuente promisoría, segura y sostenible. De igual forma, es considerada ecológicamente para el control de los mismos al provócale la muerte a los insectos mediante el efecto neurotóxico, resultado que se produce al predominar los síntomas de hiperactividad, inmovilización y muerte. Otros efectos referidos

son la disminución de la emergencia y efecto repelente, el cual está relacionado con compuesto presentes en estas plantas. De igual forma se producen efectos sobre la incoordinación en los movimientos, al estimularse receptores olfatorios específicos o inhibir las respuestas para atraerentes, donde los mensajes recibidos por las células neurosecretoras se mezclan, y provocan la desorientación.

## CONCLUSIONES

La familia Myrtaceae cuenta con abundante diversidad de especie que puede ser utilizada en el control de plagas en dependencia de metabolitos secundarios, que aun en la misma familia dependerá de las condiciones geográficas, de suelo y el clima, así como la edad y el momento en que se coseche. Los resultados evidencian que esta familia constituye una fuente promisoría, segura y sostenible ecológicamente para el control de los mismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleksic, V., & Knezevic, P. (2014). Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiological research*, 169(4), 240-254.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Setia, N., Kaur, S., Kohli, R. K. (2006). Chemical composition and phytotoxicity of volatile essential oils from intact and fallen leaves of *Eucalyptus citriodora*. *Z. Naturforsch*, 61, 465-471.
- Berry, S. T., Roberts, M. J., & Schlenker, W. (2013). Corn Production shocks in 2012 and Beyond: Implications for harvest Volatility. En, *The Economics of Food Price Volatility*. (pp. 59-81). National Bureau of Economic Research, Inc.
- Contreras, B., Rojas, J., Celis, M., Rojas, L., Méndez, L., & Landrum L. (2014). Componentes volátiles de las hojas de *Pimenta racemosa* var. *Racemosa* (Mill.) (Myrtaceae) de Táchira-Venezuela. *BLACPMA*, 13, 305-310.
- Fouad, H. A., da Camara, C. A. (2017). Chemical composition and bioactivity of peel oils from *Citrus aurantiifolia* and *Citrus reticulata* and enantiomers of their major constituent against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of stored products research*, 73(1), 30-36.
- Güette, F. J., Olivero, V. J., O'Byrne, H. I., Jaramillo, B., & Stashenko, E. (2011). Chemical composition and toxicity against *Artemia franciscana* of the essential oil of *Callistemon speciosus* (Sims) DC. Collected in Bogota (Colombia). *Journal of Essential Oil Research*, 20(3), 272-275.
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66
- Kumar, N, Govind, S., & Kumar, V. P. (2018). A review on chemical constituents and pharmacological activities of *Callistemon citrinus*: an ornamental plant. *Pharmacology on Line Newsletter*, (1), 57-63.
- Lee, B. H., Annis, P. C., & Choi, W. S. (2004). Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1, 8-cineole against 3 major stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 40(5), 553-564.
- Mishra, B. B. & Tripathi, S. P. (2011). Repellent activity of plant derived essential oils against *Sitophilous oryzae* (Linnaeus) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Singapore J. Scientific Res.*, 1, 173-178.
- Mumtaz, R., Bilgrami, A. L., & Aldosari, S. A. (2013). Comparative toxicity of *Azadirachta indica* A. juss. and *Calolistemon citrinus* DC against sugarcane stalk borer *Chilo auricilius* Dudgeon (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(36), 2645-2656.
- Pérez, Y., Castellanos, L., Mendieta, J. F., & Valdés, R. (2019). Efecto de diferentes concentraciones de polvos de *Syzygium jambos* (L.) Alston sobre *Sitophilus oryzae* L. *Journal of Negative and No Positive Results*, 4(6), 622-633.
- Pino, O., Sánchez, Y., Rojas, M. M., Rodríguez, H., Abreu, Y., Duarte, Y., & Martínez, D. (2011). Composición química y actividad plaguicida del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav) ST Blake. *Revista de Protección Vegetal*, 26(3), 177-186.
- Reyes-Guzmán, R., Borboa-Flores, J., Cinco-Moroyoqui, F. J., Rosas-Burgos, E. C., Osuna-Amarillas, P. S., Wong-Corral, F. J., & León-Lara, J. D. (2012). Actividad insecticida de aceites esenciales de dos especies de *Eucalyptus* sobre *Rhyzopertha dominica* y su efecto en enzimas digestivas de progenies. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 18(3), 385-394.
- Santiago Santiago, V., Rodríguez Hernández, C., Ortega Arenas, L. D., Ochoa Martínez, D., & Infante Gil, S. (2009). Repelencia de adultos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.) con aceites esenciales. *Fitosanidad*, 13(1), pp. 11-14.
- Sousa de Alencar Silva, T. S., Cirino Nascimento, J. E., Vieira Porsani, M., Lacerda Giacomini, L., Poltronieri, A. S., Cassilha Zawadneak, M. A., & Baratto, L. C. (2017). Potencial inseticida de plantas medicinais encontradas na Amazônia Central contra o pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *Entomo Brasilis*, 10(2), 106-111.
- Vargas-Madríz, H., Martínez-Damián, M., & Mena-Nevárez, G. (2017). Postharvest treatments for control of *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera: Curculionidae) in guava (*Psidium guajava*). *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1), 14-20.
- Zi-Tao, J., Xue F., Rong, L., & Ying, W. (2013) Composition Comparison of Essential Oils Extracted by Classical Hydro distillation and Microwave-assisted Hydrodistillation from *Pimenta dioica*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(1), 45-50.

# 06

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## **EFECTO DEL BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO Y NIVELES DE INSULINA PLASMÁTICA EN SANGRE EN DESARROLLO DE ESTRUCTURAS OVÁRICAS DE VACAS LECHERAS EN PERIODO POSPARTO**

### EFFECT OF THE NEGATIVE ENERGY BALANCE AND BLOOD PLASMA INSULIN LEVELS ON THE DEVELOPMENT OF OVARIC STRUCTURES OF DAIRY COWS IN THE POSTPARTUM PERIOD

Lourdes Anita Ulloa Ulloa<sup>1</sup>

E-mail: [aulloaregion3@gmail.com](mailto:aulloaregion3@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3793-2499>

Carlos Alberto Bustos-Marcial<sup>2</sup>

E-mail: [carlosalbustosm@gmail.com](mailto:carlosalbustosm@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3304-4395>

Marco Antonio Rosero-Peñaherrera<sup>1</sup>

E-mail: [ma.rosero@uta.edu.ec](mailto:ma.rosero@uta.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3200-7042>

Hermógenes René Chamba-Ochoa<sup>3</sup>

E-mail: [hermogenes.Chamba@unl.edu.ec](mailto:hermogenes.Chamba@unl.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9649-9277>

Euclides Efraín Lozada-Salcedo<sup>1</sup>

E-mail: [ee.lozada@uta.edu.ec](mailto:ee.lozada@uta.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4807-3690>

<sup>1</sup> Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador.

<sup>2</sup> Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador.

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Loja. Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Ulloa Ulloa, L. A., Bustos-Marcial, C. A., Rosero-Peñaherrera, M. A., Chamba-Ochoa, H., & Lozada-Salcedo, E. E. (2020). Efecto del balance energético negativo y niveles de insulina plasmática en sangre en desarrollo de estructuras ováricas de vacas lecheras en periodo posparto. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 37-44.

#### RESUMEN

El balance energético negativo en vacas lecheras en periodo posparto puede generar trastornos metabólicos, los cuales se encuentran asociados a enfermedades que afectan la condición reproductiva y productiva de las hembras bovinas. El objetivo del presente estudio fue evidenciar el efecto de los niveles de insulina plasmática en sangre en el balance energético, desarrollo de estructuras ováricas; así como en la aparición del primer celo en vacas lecheras en periodo posparto. Las unidades de estudio se agruparon (siete vacas lecheras por grupo) en función del tiempo transcurrido después del parto (posparto temprano, medio y tardío); de las cuales se extrajo una muestra sanguínea de 6 ml y se realizaron chequeos ecográficos seriados, así como, observación del tiempo de presentación del primer celo después del parto. En laboratorio clínico se determinaron los niveles de insulina plasmática en sangre, y con el ecógrafo se determinó el desarrollo de las estructuras ováricas. Las vacas lecheras cuando presentan valores de insulina plasmática iguales o menores a 3,3 uUI/ml, son afectadas por un estado de balance energético negativo, el cual influye significativamente en el desarrollo de folículos y cuerpo lúteo. Se comprobó que la presencia de BEN en vacas lecheras influye negativamente en el desarrollo de estructuras ováricas y en el período para la presentación del primer celo posparto, incrementando el porcentaje de días abiertos.

#### Palabras clave:

Vacas reproductoras, tamaño de folículos, cuerpo lúteo, celo posparto.

#### ABSTRACT

The negative energy balance in dairy cows in the postpartum period can generate metabolic disorders, which are associated with diseases that affect the reproductive and productive condition of bovine females. The objective of the present study was to demonstrate the effect of blood plasma insulin levels on energy balance, development of ovarian structures; as well as in the appearance of the first heat in dairy cows in the postpartum period. The study units were grouped (seven dairy cows per group) according to the time elapsed after calving (early, medium and late postpartum); from which a 6 ml blood sample was drawn and serial ultrasound checks were performed, as well as observation of the presentation time of the first heat after delivery. In clinical laboratory, plasma insulin levels in blood were determined, and the development of ovarian structures was determined with the ultrasound scanner. Dairy cows, when they have plasma insulin values equal to or less than 3.3 uUI/ml, are affected by a state of negative energy balance, which significantly influences the development of follicles and corpus luteum. The presence of BEN in dairy cows was found to negatively influence the development of ovarian structures and the period for the presentation of the first postpartum heat, increasing the percentage of open days.

#### Keywords:

Breeding cows, follicle size, corpus luteum, postpartum heat.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la producción de leche bovina constituye uno de los principales rubros de producción, por el aporte nutricional que realiza en la dieta de millones de personas y de exportación, y se concentra en EEUU, Unión Europea, Nueva Zelanda, Australia, Brasil, Argentina y Uruguay, aunque hasta finales de 2018, se ha presentado un aumento moderado de la producción (Agrodigital, 2019).

La vaca lechera en el periodo de lactación temprana, entra en un estado de balance energético negativo (BEN), donde la energía que requiere para mantenimiento y producción de leche es mayor que la energía que obtiene con el consumo de la dieta, y no cubre los requerimientos nutricionales energéticos, sin embargo, utiliza las reservas de energía del hígado (glucógeno) hasta agotarlas, lo que provoca afectaciones como hígado graso y pérdida de peso.

Las vacas en producción lechera no ingieren las cantidades de alimentos necesarias para suplir la elevada exigencia nutricional determinada por la alta producción de leche (Santos & Rutigliano, 2009); siendo necesario el incremento del consumo de materia seca (MS), lo que permite disminuir la duración del balance energético negativo postparto. Una desnutrición aguda en vaquillas deteriora de forma inmediata el crecimiento folicular y la ovulación.

En Ecuador la producción de leche constituye uno de los renglones de mayor importancia dentro del sector agropecuario nacional. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2016), en Ecuador se producen 5,4 millones de litros de leche diariamente, de los cuales entre el 25 y 32% se destinan al consumo de los terneros y el resto se utiliza para consumo humano e industrial, generándose \$1.600 millones en ventas anuales, y de acuerdo a lo declarado por la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO) no menos de un millón y medio de personas dependen directa e indirectamente de esta actividad.

En la actualidad en los sistemas ganaderos es común el establecimiento de métodos de alimentación de animales a base de forrajes, con alta utilización de fertilizantes nitrogenados y suplementos alimenticios, ricos en proteínas y carbohidratos solubles, en los cuales la principal preocupación de los productores ha sido la cantidad de leche producida, sin tener en cuenta la calidad; además de las afectaciones en la reproducción de los animales, número de partos, salud y bienestar de las reproductoras, balance energético posparto, alteraciones provocadas al medio ambiente y los altos costos de producción (Gallego, et al., 2014) allowing an approach to the problem proposed. It is common that in the high-tropic dairy farms of Colombia the main component of the cattle's diet is the Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*).

Según Carmona, et al. (2005), la eficiencia energética de los sustratos alimenticios fermentados en el rumen de la vaca presentan variaciones que dependen de las características de la dieta y las emisiones de gas metano, produciéndose pérdidas a través del eructo; por lo que, una adecuada manipulación de la dieta de los rumiantes, en condiciones tropicales; donde los sistemas de producción ganadera presentan bajos rendimientos atribuidos a la utilización de dietas de baja calidad, es una alternativa viable

para aminorar la producción de metano y la disminución de las pérdidas energéticas en las reproductoras.

Por otro lado, en los últimos años, en la especie bovina, se ha desarrollado un efectivo mejoramiento genético enfocado en el incremento de la producción de leche; aunque con un deterioro en la longevidad de las vacas, en los últimos 25 años se ha reducido el promedio de partos en razas especializadas de 3,3 a 3 partos, sin embargo, la etapa final de gestación de las reproductoras y el inicio de la lactancia coinciden con un significativo aumento de los requerimientos nutricionales, lo que se asocia a una disminución drástica en el consumo de materia seca, lo cual las hace susceptibles a cetosis y lipidosis, además, se genera un déficit energético donde el catabolismo de la vaca lechera puede llegar a alcanzar magnitudes excesivas.

La diferencia energética que se produce entre las necesidades del animal y los aportes alimentarios realizados por el consumo de alimentos se denomina balance energético, el cual comienza a modificarse entre las dos o cuatro semanas últimas de la gestación, momento en el que se produce un aumento significativo de las necesidades de energía de los animales, atribuidos al desarrollo fetal y la síntesis de calostro; condiciones que se refuerzan debido a la disminución en la ingestión de materia seca; por lo que semanas antes del parto, se produce en las reproductoras un balance energético negativo (Garmendia, 2005) a momento del parto y durante la lactación que imponen sobre el animal fuertes demandas de nutrientes. La vaca normalmente tiene problemas, alrededor del parto, de consumir todos los nutrientes necesarios para producir y reproducirse normalmente. Debido a que la eficiencia de una vaca se mide en términos de producción de leche, calidad del becerro y su habilidad para ciclar nuevamente es prioritario alimentar cuidadosamente durante este periodo crítico. El parto es el periodo comprendido entre los últimos 50 a 60 días de gestación y el momento del parto. Este es el periodo más crítico de la vaca. Esta debe alcanzar o preferiblemente mantener una condición corporal de 5 a 6 (Clasificación de 1- 9).

En vacas lecheras altamente productoras, el periodo del parto constituye un momento crítico que afecta su metabolismo y deprime su sistema inmune, además de su salud y fertilidad, motivo por el cual durante dicho periodo los factores más importantes son las fluctuaciones hormonales y metabólicas, dentro de las que se destacan; el balance energético negativo, escasez de proteínas, minerales y vitaminas relacionadas con las demandas de un feto maduro y la lactancia (Mordak & Stewart, 2015) a negative energy balance, shortage of proteins, minerals and vitamins which are required to meet the demands of the fetus as well as the onset of lactation. This stress can activate the hypothalamic-pituitary-adrenal-cortical axis (HPA).

En vacas que presentan un BEN pronunciado se produce una elevada movilización y oxidación de fracciones lipídicas que impiden la infiltración de grasa en el hígado, condición que favorece la exportación de sustratos lipídicos energéticos desde el tejido adiposo hasta la circulación sanguínea (Galvis, et al., 2007) al momento del parto, sobre el balance de energía, la pérdida de peso, el perfil de lipoproteínas y la actividad ovárica en el posparto temprano, se evaluó un grupo de 10 vacas de la raza Holstein del Hato

Paysandú de la Universidad Nacional, sede Medellín, en el día del parto y a los días 10, 20, 30, 40 y 50 días posparto para determinar el peso, la condición corporal, la producción de leche y los valores plasmáticos de colesterol total, lipoproteína de muy baja densidad (VLDL; lo cual genera una afectación en la salud y fertilidad en las reproductoras.

Un BEN en vacas lecheras puede generar efectos deletéreos sobre el folículo o el cuerpo lúteo (CL) por la disminución de la concentración de los IGF-I y la estereidogénesis. La disminución de insulina-IGF-I influye sobre la ovulación al aumentar la sensibilidad de gonadotropinas en folículos mayores de 5 mm y actúa sinérgicamente con la LH, aumentando el crecimiento y diferenciación del CL.

Para reducir el BEN es necesario aumentar el consumo de alimento de las vacas en los días cercanos al parto, lo cual prepara a las reproductoras para un mayor consumo después del parto y de esta forma se podrían reducir los desórdenes metabólicos. Según Pushpakumara, et al. (2003), cuando se ofertan dietas con mayor densidad de energía se estimula la papila ruminal y se incrementa la absorción de ácidos grasos y la población microbiana. Sin embargo, cuando se emplean dietas con alto contenido proteico en el período posparto se incrementan las concentraciones de urea en la sangre y afectación a la fertilidad. Además, se presentan otras limitaciones relacionadas con desordenes ruminales, disminución de la grasa en leche y presencia de acidosis.

El objetivo del trabajo fue evidenciar el efecto de los niveles de insulina plasmática en sangre en el balance energético, desarrollo de estructuras ováricas; así como en la aparición del primer celo en vacas lecheras en periodo posparto

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Unidad Educativa de Producción Cunchibamba, perteneciente al Instituto Tecnológico Agropecuario Luis Martínez de la Parroquia Cunchibamba, Cantón Ambato, Provincia Tungurahua, Ecuador, ubicada a una altitud de 2680 msnm y con una temperatura promedio de 12,0°C. El hato ganadero estuvo conformado por 40 vacas lecheras en periodo posparto, las cuales constituyen la población de estudio.

Para el desarrollo de la investigación, primeramente, se efectuó el cálculo del mínimo tamaño muestral (se obtuvo un tamaño de muestra de 21 vacas) en función de garantizar representatividad en la población de estudio, obtenido mediante algoritmo matemático para variables numéricas y marco muestral conocido; posteriormente se seleccionaron las unidades de estudio (reproductoras) a partir de la técnica de muestreo probabilístico (muestreo aleatorio simple), en el cual cada vaca lechera presentó la misma probabilidad de ser elegida.

Las vacas fueron separadas en tres grupos (7 vacas por grupo) en función de los días transcurridos después del parto (posparto temprano (entre 7-21 días después del parto), posparto medio (entre 22-35 días después del parto) y posparto tardío (entre 36-60 días después del parto).

Para conocer el efecto que produce el tiempo transcurrido después del parto en la bioquímica sanguínea de vacas lecheras se tomaron muestras de sangre en la vena caudal de cada animal, el sitio de punción fue previamente

limpiado (recorte del pelo) y desinfectado (lavado con jabón dos veces y posterior aplicación de alcohol yodado). Se utilizó aguja calibre 14 y 5 cm de longitud, con la cual fueron extraídos 6 ml de sangre por cada animal, depositadas en tubos vacutainer sin anticoagulante, rotuladas y conservadas a una temperatura de 4°C, previo envío al Laboratorio Clínico Computarizado Ambato, donde se realizaron las determinaciones de los niveles de insulina plasmática en sangre (uUI/ml) mediante la utilización del método de electroquimiluminiscencia. Las vacas lecheras fueron reagrupadas a partir de la presencia o no de BEN, considerando el valor de 3,3 uUI/ml como el punto por debajo del cual se presenta el BEN.

Por otro lado, se realizaron mediciones del tamaño de folículos y del cuerpo lúteo (mm), cuando se presenta, mediante empleo de ecógrafo, además se efectuó conteo de los días transcurridos después del parto a la presencia del primer celo posparto (PCPP).

El contraste de hipótesis para conocer si se presentan o no diferencias estadísticas significativas entre los grupos conformados a partir de tiempo transcurrido después del parto (posparto temprano, posparto medio y posparto tardío) en relación con los niveles de insulina plasmática en sangre en vacas lecheras, se realizó mediante el análisis de varianza de un factor intergrupos, previo cumplimiento de los requisitos de independencia de observaciones, normalidad de datos y homogeneidad de varianzas. El contraste de hipótesis para verificar el supuesto de normalidad de datos se efectuó con test de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas se contrastó con el test de Levene. Cuando se incumplió el requisito de homogeneidad de varianzas, el contraste hipótesis para detectar diferencias estadísticas se realizó mediante el test de Welch.

El contraste de hipótesis para determinar la presencia o no de diferencias significativas entre los dos grupos conformados en función de la presencia o ausencia de BEN (cuando las vacas presentaron un valor de insulina plasmática en sangre igual o menor de 3,3 uUI/ml conformaron el grupo con presencia de BEN y cuando alcanzaron valores mayores a 3,3 uUI/ml formaron el grupo con ausencia de BEN) en función del tamaño de los folículos en los ovarios izquierdo y derecho y los días transcurridos a la presencia del PCPP, se realizó la prueba t de Student para muestras o grupos independientes, previo cumplimiento de los requisitos de normalidad de datos y homogeneidad de varianzas.

La información recolectada de las variables niveles de insulina plasmática en sangre, tamaño de folículos en los ovarios y días transcurridos a la presencia del PCPP permitió elaborar la matriz de datos, los cuales fueron analizados estadísticamente mediante la utilización del paquete estadístico SPSS versión 24 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% (nivel de significancia de 5% ( $\alpha=0,05$ )). Para una mejor representación de los resultados se construyeron gráficos de barras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles promedios de insulina plasmática en sangre obtenidos en los grupos de vacas en periodo de posparto temprano (=2,89 uUI/ml con un IC entre 2,69 y 3,08) y posparto medio (=3,21 uUI/ml con un IC entre 2,91 y 3,51), indican la presencia de un BEN (valores promedios por

debajo de 3,3 uUI/ml), lo que puede encontrarse atribuido al menor consumo de proteínas por las reproductoras, insuficientes para recuperar la energía gastada en la alimentación del ternero, sin embargo, en el grupo de vacas en periodo de posparto tardío (=5,31 uUI/ml con un IC entre 4,46 y 6,17), los niveles de insulina sobrepasaron el valor de 3,3 uUI/ml, encontrándose en una mejor situación al presentar ausencia de BEN (Tabla 1).

**Tabla 1.** Descripción estadística de los grupos de vacas en periodo posparto en relación a los niveles de insulina plasmática en la sangre (uUI/ml).

Variable	Periodo posparto	n	Media	DE	EE de la media	IC para la media (95%)	
						LI	LS
Insulina plasmática en la sangre (uUI/ml).	Temprano (7-21 días)	7	2,88	0,21	0,08	2,69	3,08
	Medio (22-35 días)	7	3,21	0,32	0,12	2,91	3,51
	Tardío (36-60 días)	7	5,31	0,93	0,35	4,45	6,17

**Nota.** n=tamaño de la muestra. DE=Desviación estándar. EE=Error estándar. IC=Intervalo de confianza. LI=Límite inferior. LS=Límite superior.

En el contraste de hipótesis para la comparación de los grupos de vacas lecheras (posparto temprano, medio y tardío) a partir de los niveles de insulina plasmática en sangre (Test de Welch) se obtuvo un p-valor=0,000 (menor a 0,05), presentándose diferencias estadísticas altamente significativas entre los tres periodos analizados, evidenciándose que el tiempo transcurrido después del parto influye en los cambios que se producen en los niveles de insulina en sangre en vacas lecheras en periodo de posparto (Tabla 2).

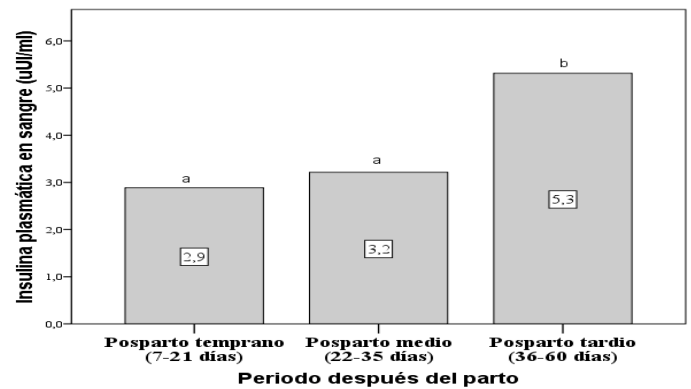
**Tabla 2.** Resultados del contraste de prueba de hipótesis para la comparación de las reproductoras en periodo posparto en función de los niveles de insulina plasmática en sangre.

Test	Estadístico	df1	df2	p-valor
Welch	22,451	2	10,379	0,000
a. F distribuida de forma asintótica				

**Nota.** df=grados de libertad.

Los niveles promedios de insulina plasmática en sangre no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos de vacas en periodo de posparto temprano (=2,89 uUI/ml) y posparto medio (=3,21 uUI/ml), presentándose en las reproductoras pertenecientes a estos periodos un BEN, lo que puede atribuirse al menor consumo de proteínas en la alimentación, sin embargo, estos dos grupos si presentaron diferencias estadísticas significativas con el grupo de vacas en periodo de posparto tardío (=5,31 uUI/ml), lo que indica que después de los 35 días posteriores al

parto, las vacas presentan una recuperación al no presentar un BEN (Figura 1).



**Figura 1.** Efecto del periodo posparto en los niveles de insulina plasmática en sangre.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0,05 (Prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan).

Los niveles de insulina plasmática en sangre obtenidos en el presente estudio en el grupo de vacas en periodo de posparto temprano (=2,89 uUI/ml) y posparto medio (=3,21 uUI/ml) indican presencia de un BEN, lo cual se produce por los cambios metabólicos y fisiológicos que sufre el animal en estado de gestación, lo cual se corrobora con Meléndez & Bartolomé (2017), quienes definieron la importancia de los niveles sanguíneos de glucosa en el postparto temprano y su relación con las hormonas insulina, IGF-I y somatotrofina. El bajo consumo de proteína y energía durante la gestación conllevan a una baja en la condición corporal al parto, además del bajo consumo de alimentos durante la lactancia temprana y los crecientes requerimientos de glucosa para la producción de leche, desencadenan en un BEN, aumentando el porcentaje de vacas en anestro y un mayor tiempo entre partos. Por ello, el BEN, se define como la causa nutricional que más interviene en los procesos reproductivos.

La insulina interviene en la secreción de GnRH y LH que actúa directamente en los ovarios, influyendo sobre la sensibilidad de las gonadotropinas, lo cual puede estar relacionado con lo planteado por Rosales, et al. (2017), sobre los bajos niveles de insulina plasmática, que reducen el consumo de glucosa por tejidos periféricos (adiposo y muscular) facilitándose un mayor consumo de glucosa por la glándula mamaria, debido al decremento de insulina (fisiopatología pancreática, hepática-biliar y gestacional), lo que comprueba lo señalado por Giraldo, et al. (2020) twenty Brahman cows were selected from Magdalena Medio, in Colombia. Venous blood samples (10 mL, sobre la disminución de las reservas para compensar el déficit energético.

En la comparación realizada entre los grupos conformados en relación con la presencia o ausencia de BEN y el tamaño de los folículos (mm) en vacas lecheras, se obtuvo para el grupo de animales afectados con presencia de BEN (=7,04 mm con un IC entre 5,68 y 8,40 mm) y para el grupo de vacas con ausencia de BEN, los valores alcanzados fueron superiores (=11,67 mm con un IC entre 9,71 y 13,62 mm) (Tabla 3).



Tabla 3. Descripción estadística de los grupos de vacas con presencia o ausencia de BEN en relación al tamaño de los folículos (mm) en ovarios izquierdo y derecho.

Variable	BEN	n	Media	DE	EE de la media	IC para la media (95%)	
						LI	LS
Tamaño de folículos (mm)					0,55	5,94	8,15
Presencia		24	7,04	3,97			
	Ausencia	18	11,67	4,56	0,91	9,80	13,56

**Nota.** n=tamaño de la muestra. DE=Desviación estándar. EE=Error estándar. IC=Intervalo de confianza. LI=Límite inferior. LS=Límite superior.

El contraste de hipótesis efectuado mediante la prueba t de Student para grupos independientes (Tabla 4) demuestra que se presentan diferencias estadísticas significativas (p-valor=0,000) (Figura 2), lo que evidencia que el desarrollo de las estructuras ováricas depende de los desórdenes energéticos producidos en las reproductoras en el periodo posparto, provocando un retraso en la aparición del primer celo posparto. Siendo el periodo de inactividad ovárica el principal factor que afecta a la eficiencia reproductiva, la misma que está influenciada por la nutrición, edad, condiciones medioambientales.

Tabla 4. Contraste de hipótesis para la comparación de los grupos de vacas con presencia o ausencia de BEN en relación al tamaño de los folículos (mm) en ovarios izquierdo y derecho.

Tamaño de los folículos (mm) F	Test de Levene		Prueba t de Student para grupos independientes						
	p-valor	t	gl	p-valor	Dif. de medias	Dif. del EE	IC de la dif. (95%)		
							LI	LS	
Se asumen varianzas iguales	0,24	0,625	-4,19	40	0,000	-4,62	1,10	-6,85	-2,39
No se asumen varianzas iguales			-4,07	32,3	0,000	-4,62	1,13	-6,93	-2,31

**Nota.** gl=Grados de libertad. Dif=Diferencia. EE=Error estándar. IC=Intervalo de confianza. dif.=Diferencia. LI=Límite inferior. LS=Límite superior.

En los grupos de vacas en posparto temprano (7-21 días) y posparto medio (22-35 días), la presencia de un BEN puede conducir a la pérdida de masa corporal de la reproductora, y por consiguiente una desnutrición generalizada, lo que concuerda con lo señalado por Rovers (2014), quien afirma que un BEN, al ser mayor la salida de energía para la producción de leche que la recuperada mediante la ingestión de los alimentos; el organismo desarrolla un mecanismo de movilización de sus reservas corporales mediante la transferencia de sustratos lipídicos energéticos presentes en el tejido adiposo, hacia la circulación sanguínea, cuestión que aumenta la probabilidad de incidencia de enfermedades, entre la que se encuentra la lipidosis hepática (Radostits, et al., 2006), así mismo, Van Saun (2008), define que el factor nutricional más crítico que impacta en la salud de los animales, la lactancia y el rendimiento reproductivo es el balance de energía.

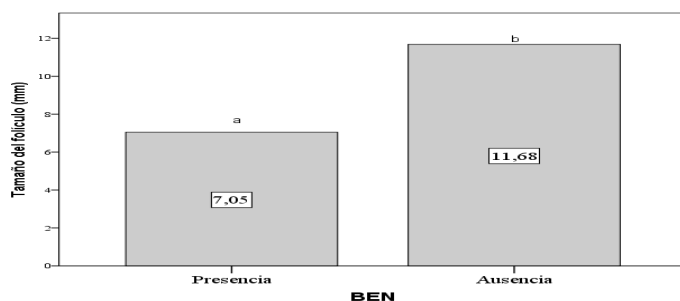


Figura 2. Efecto de la presencia y ausencia de BEN en el tamaño de folículos.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0,05 (Prueba t de Student para grupos independientes).

Las concentraciones bajas de insulina pueden afectar el desarrollo folicular, madurez y sensibilidad al estímulo de la hormona luteinizante (LH), lo que podría conducir a anovulación y formación de quistes y a que las reproductoras no presenten signos de celo entre los 80-100 días de lactancia (Giraldo, et al., 2020) twenty Brahman cows were selected

from Magdalena Medio, in Colombia. Venous blood samples (10 mL. Siendo el BEN la causa nutricional que más interviene en los procesos reproductivos, aumentando en el porcentaje de vacas en anestro y un mayor tiempo entre partos. Lo obtenido en la investigación evidencia que los niveles de insulina se presentan en concentraciones variables entre los diferentes periodos posparto.

Las medias de días transcurridos a la presentación del PCPP en vacas lecheras con presencia de BEN (=99,92 días con un IC entre 93,75 y 106,10 días) y las reproductoras con ausencia de BEN (=87,13 días con un IC entre 79,75 y 106,10 días) (Tabla 5) muestran una diferencia numérica de 13 días.

**Tabla 5. Descripción estadística de los grupos de vacas con presencia o ausencia de BEN en relación a la presencia del PCPP.**

Variable	BEN	n	Media	DE	EE de la media	IC de la dif. (95%)	
						LI	LS
PCPP (días)	Presencia	13	99,92	10,218	2,834	93,75	106,10
	Ausencia	8	87,13	9,357	9,308	79,30	94,95

**Nota.** n=tamaño de la muestra. DE=Desviación estándar. EE=Error estándar. IC=Intervalo de confianza. dif.=Diferencia. LI=Límite inferior. LS=Límite superior.

El contraste de hipótesis evidencia que existen diferencias estadísticas significativas (p-valor=0,010) entre los grupos de vacas con presencia o ausencia de BEN en función de la presencia del primer celo postparto (Tabla 6).

**Tabla 6. Contraste de hipótesis para la comparación de los grupos de vacas con presencia o ausencia de BEN en relación a la presencia del PCPP.**

PCPP (días) F	Test de Levene		Prueba t de Student para grupos independientes						
	p-valor	t	gl	p-valor	Dif. de medias	Dif. de EE	IC de la dif. (95%)		
							LI	LS	
Se asumen varianzas iguales	0,22	0,641	2,87	19	0,010	12,79	4,45	3,47	22,11
No se asumen varianzas iguales			2,94	16	0,010	12,79	4,35	3,56	22,03

**Nota.** gl=Grados de libertad. Dif=Diferencia. EE=Error estándar. IC=Intervalo de confianza. LI=Límite inferior. LS=Límite superior.

Se demuestra que el desarrollo de las estructuras ováricas es retardado por las deficiencias de energía reduciendo así los pulsos de LH produciendo retardo en los ciclos estrales (Figura 3).

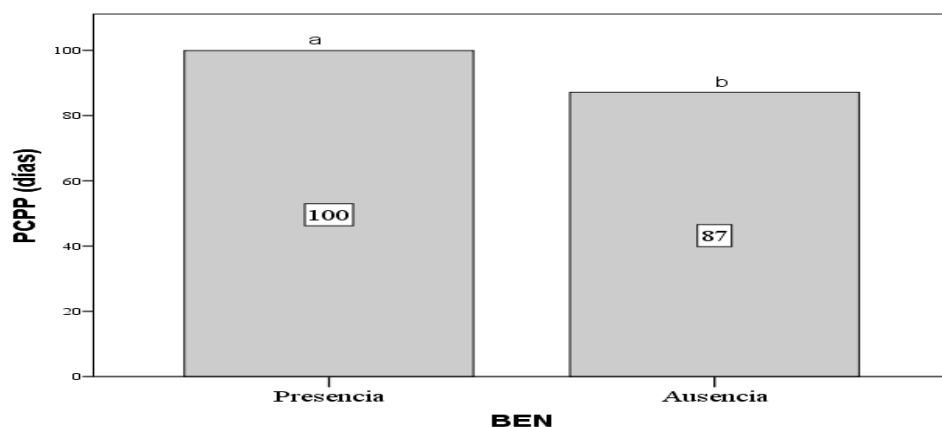


Figura 3. Efecto de la presencia o ausencia de BEN en el tiempo de aparición del primer celo posparto.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0,05 (prueba t de Student para grupos independientes).

En el estudio se demuestra relación de causalidad entre la presencia de BEN y el tiempo para la aparición del primer celo posparto, lo que puede estar relacionado al efecto que provocan los bajos niveles de insulina plasmática en el consumo de reservas lipídicas por las reproductoras.

En la comparación realizada entre los grupos conformados en relación con la presencia o ausencia de BEN y el tamaño de los folículos (mm) en vacas lecheras (prueba t de Student para grupos independientes), se obtuvo para el grupo de reproductoras afectadas con presencia de un BEN (=7,04 mm con un IC entre 5,68 y 8,40 mm) y para el grupo vacas con ausencia de BEN, los valores fueron superiores (=11,67 mm con un IC entre 9,71 y 13,62 mm), se presentan diferencias estadísticas significativas ( $p$ -valor=0,000) (Figura 2), lo que evidencia que el desarrollo de las estructuras ováricas depende de los desórdenes energéticos producidos en las reproductoras en el periodo posparto provocando un retraso, lo que se corresponde con lo obtenido por Henao (2001), investigador que estableció que un desbalance energético retarda la reanudación de los ciclos estrales postparto y por consiguiente una limitación en el crecimiento de los folículos ováricos. No hay ovulación en los dos ovarios al mismo tiempo, por ende, un folículo que llega a la dominancia puede ovular o de lo contrario se produce atresia y empieza la actividad de una nueva onda folicular.

Los resultados obtenidos en relación con la aparición del primer celo después del parto evidencian que la presencia de BEN en reproductoras en periodo de posparto incrementa el tiempo que transcurre para la aparición del primer celo posparto, lo que concuerda con lo obtenido por Chagas, et al. (2006)  $US = 1.5 + 0.32 \times \text{New Zealand}$ , quienes consideran al balance de energía como el principal factor regulador de la secreción hipotalámica de GnRH, en vacas en periodo de transición y al BEN como el fenómeno donde se presenta una reducción de la frecuencia de los pulsos de las hormonas LH, retrasándose el reinicio de ciclos postparto.

La presencia de BEN en vacas lecheras influye negativamente en el desarrollo de estructuras ováricas y en el incremento del tiempo de aparición del primer celo en diferentes periodos después del parto.

## CONCLUSIONES

Se demostró diferencia estadística altamente significativa entre los grupos de vacas lecheras en posparto temprano (2,9 UI) y medio (3,2 UI) comparados con las reproductoras en posparto tardío (5,3 UI), siendo los primeros dos grupos afectados por la presencia de un BEN que denota deficiencias energéticas en las reproductoras que pueden generar pérdidas de peso y enfermedades metabólicas.

Se evidenció que la presencia o ausencia de BEN no se asocia con el desarrollo de estructuras ováricas en el ovario derecho, sin embargo, en el ovario izquierdo el contraste de hipótesis demostró diferencias significativas lo que puede estar condicionado a que el desarrollo de las estructuras ováricas no es diferente en cada ovario.

Se demostró relación de causalidad entre la presencia de BEN y el tiempo para la aparición del primer celo posparto, lo que puede estar relacionado al efecto que provocan los bajos niveles de insulina plasmática en el consumo de reservas lipídicas por las reproductoras, además de la pérdida de peso y el riesgo a la aparición de enfermedades metabólicas que afectan la salud reproductiva y productiva de las vacas lecheras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrodigital. (2019). La producción mundial de leche seguirá creciendo, pero más moderadamente. <https://www.agrodigital.com/2019/01/14/la-produccion-mundial-de-leche-seguira-creciendo-pero-mas-moderadamente/>
- Carmona, J., Bolívar, D., & Giraldo, L. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(1), 49–63.
- Chagas, L. M., Rhodes, F. M., Blache, D., Gore, P. J. S., Macdonald, K. A., & Verkerk, G. A. (2006). Precalving Effects on Metabolic Responses and Postpartum Anestrus in Grazing Primiparous Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 1981–1989.
- Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). 5,4 millones de litros de leche se producen al día. El Telégrafo. <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/1/5-4-millones-de-litros-de-leche-se-producen-al-dia>
- Gallego, L., Machecha, L., & Angulo, J. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 393–403.
- Galvis, R. D., Agudelo, D., & Saffon, A. (2007). Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(14), 16–29.
- Garmendia, J. (2005). Suplementación estratégica de vacas con doble propósito alrededor del parto. (Ponencia). IX Seminario de Pastos y Forrajes. Asociación Venezolana de Producción Animal, Venezuela.
- Giraldo, L. F., Loaiza, A. M., Botero, S. A., & Uribe, L. F. (2020). Parámetros metabólicos séricos y condición corporal durante el pre y posparto en vacas Brahman. *Revista científica*, 19(4), 1–11.
- Henao, G. (2001). Reactivación ovárica postparto en bovinos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 54(1 y 2), 1285–1302.
- Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero : Revisión Advances on nutrition and fertility in dairy cattle: Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407–417.
- Mordak, R., & Stewart, P. (2015). Periparturient stress and immune suppression as a potential cause of retained placenta in highly productive dairy cows : examples of prevention. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57(84), 1–8.
- Pushpakumara, P. G. A., Gardner, N. H., & Reynolds, C. K. (2003). Relationships between transition period diet , metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 60, 1165–1185.

- Radostits, O. M., Gay, C., Hinchcliff K. W., & Constable, P. D. (2006). Metabolic diseases. In: Veterinary medicine A textbook of the diseases of cattle, sheep, goats, pigs and horses. Saunders Elsevier.
- Rosales, C., Chamba-Ochoa, H., Chávez, R., Pesántez, M., & Benítez, E. (2017). Niveles de insulina y glucosa como indicadores de eficiencia reproductiva y productiva en vacas posparto. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(3), 1–10.
- Rovers, M. (2014). La Cetosis en vacas lecheras y el rol de la Colina. <https://orffa.com/es/la-cetosis-en-vacas-lecheras-y-el-rol-de-la-colina/>
- Santos, J. E. P., & Rutigliano, H. M. (2009). Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. Animal Reproduction Science, 110, 207–221.
- Van Saun, R. J. (2008). Metabolic Profiling. In Current Veterinary Therapy-Food Animal Practice (Saunders E). <https://extension.psu.edu/metabolic-profiling>

# 07

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y SU IMPACTO EN LA TOMA DE DECISIONES DEL PROCESO INVERSIONISTA

### THE FEASIBILITY STUDY AND ITS IMPACT ON THE DECISION MAKING OF THE INVESTOR PROCESS

Gricel Garzón Ferrer<sup>1</sup>

E-mail: [gricel@cfg.intermar.cu](mailto:gricel@cfg.intermar.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4461-5915>

Grether de la Caridad Suárez Garzón<sup>2</sup>

E-mail: [gricegrety@gmail.com](mailto:gricegrety@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8762-8383>

<sup>1</sup> Agencia Internacional de Inspección y Ajustes de Averías. Intermar. Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Garzón Ferrer, G., & Suárez Garzón, G. C. (2020). El estudio de factibilidad y su impacto en la toma de decisiones del proceso inversionista. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 45-49.

#### RESUMEN

Las inversiones constituyen una vía fundamental para el desarrollo de la base material y del crecimiento económico sostenido del país, en cuyo proceso se debe lograr la utilización más racional y eficiente de la cantidad significativa de recursos que participan en este proceso con el fin de lograr los mejores resultados técnicos, económicos y financieros, ya que se comprometen recursos actuales, deduciéndolos del consumo, con el propósito de alcanzar una expansión de éste en el futuro. El Estudio de Factibilidad es una parte integrante del proceso inversionista y constituye la culminación de los estudios de pre inversión y por lo tanto de la formulación y preparación de un proyecto, constituyendo la base de la decisión respecto a su ejecución. Los estudios de pre inversión, pueden pasar por las etapas previas de: Ideas Preliminares, Soluciones Principales o Ingeniería Básica respectivamente, en dependencia de la complejidad y características del proyecto y de los estudios que requiera. A cada una de estas etapas de pre inversión le corresponde un determinado grado de documentación de proyecto.

#### Palabras clave:

Estudio de factibilidad, toma de decisiones, proceso inversionista.

#### ABSTRACT

Investments are a fundamental way to develop the material base and sustained economic growth of the country, in the process of which the most rational and efficient use of the significant amount of resources that participate in this process must be achieved in order to achieve the better technical, economic and financial results, since current resources are committed, deducting them from consumption, in order to achieve an expansion of this in the future. The Feasibility Study is an integral part of the investment process and constitutes the culmination of the pre-investment studies and therefore of the formulation and preparation of a project, constituting the basis for the decision regarding its execution. Pre-investment studies can go through the previous stages of: Preliminary Ideas, Main Solutions or Basic Engineering respectively, depending on the complexity and characteristics of the project and the studies it requires. Each of these pre-investment stages corresponds to a certain degree of project documentation.

#### Keywords:

Feasibility study, decision making, investment process.

## INTRODUCCIÓN

La crisis económica de los 90 alteró por entero las bases del modelo económico vigente en Cuba, e hizo imposible su permanencia. El proceso de transformaciones económicas que venía operándose en los territorios quedó virtualmente detenido. En lo adelante, la decisión sobre la localización de las inversiones tendría que tomar en cuenta, en mucha mayor medida al mercado, en tanto que de la recomposición de los ingresos en divisa, dependía la supervivencia del país y del proyecto socialista (Partido Comunista de Cuba, 2010).

La sociedad actual, en virtud de los procesos de globalización, se debate en grandes retos y transformaciones, entre las cuales se encuentran las que atañen a las brechas e inequidades sociales, que a su vez provocan gran inestabilidad en todos los órdenes de la sociedad, tanto en lo ambiental, como en lo económico, en lo político, en lo social y en lo cultural.

El entorno empresarial actual está hoy, más que nunca, enfocado a la obtención de lo que se denomina genéricamente “*valor añadido*”. Se exige a los administradores que sean capaces de aportar valor a través de la revalorización al alza de la inversión, creando riqueza. Sigue siendo cierto, por tanto, el objetivo último de la empresa entendido como la maximización de su valor para que los dueños obtengan la recompensa de la creación de valor, definiéndose como la maximización del rendimiento de la inversión en el largo plazo; y la aportación de valor la cual debe impregnar y extenderse al mayor número de actividades posibles dentro de la organización.

Muchas empresas al evaluar sus resultados económicos basándose solamente en las cifras contables, no se dan cuenta que, aunque pueden mostrar utilidades no necesariamente pueden haber generado riquezas.

En los últimos tiempos se viene contemplando la gestión del conocimiento como uno de los factores sociales, que además de contribuir al desarrollo de la producción, hace posible que este tribute también al desarrollo local. Se trata entonces de analizar las dimensiones del desarrollo, pero dentro de los contextos locales, atendiendo a las políticas de ordenamiento del territorio, la conservación del entorno natural y patrimonio cultural, la innovación y la acción local.

La potenciación de los conocimientos como recursos sociales suele tomarse como un elemento esencial para el desarrollo local. Valorando la premisa de la sociedad actual como “sociedad del conocimiento”, se evidencia su importancia como factores indispensables para la toma de decisiones y la gestión de la gobernabilidad. Por lo que el papel del gobierno y las instituciones son los principales gestores, conjuntamente a los actores de impulsar este desarrollo, de mantenerlo y evaluarlo; donde cada institución y organismo debe jugar su rol social en función del desarrollo local-nacional como está implementado.

La necesidad de la búsqueda de formas alternativas complementarias de desarrollo también es válida para el caso cubano dada la persistencia de desigualdades territoriales y la necesidad de buscar y potenciar los recursos del territorio en especial el talento humano desarrollado por la revolución como forma que se articula y complementa con la estrategia de desarrollo trazada por la Revolución Cubana.

A tal efecto, dando cumplimiento al Proyecto de Lineamientos de la Política Económica y Social, en cuanto a Política Económica Externa – Comercio Exterior – en el Lineamiento 80 – “Propiciar un acelerado proceso efectivo de sustitución de importaciones, que garantice la máxima utilización posible de todas las capacidades que dispone el país en el sector agrícola, industrial y en recursos humanos” y al Lineamiento 110 – Se orientarán prioritariamente hacia la esfera productiva para generar ingresos en el corto plazo, dirigidas al incremento de las exportaciones de bienes y servicios, y a la sustitución efectiva de importaciones, así como, hacia aquellas inversiones de infraestructura necesarias para el desarrollo de la economía del país, es que se deberán priorizar las actividades de mantenimiento antes de invertir, y en el caso de las inversiones, un análisis detallado en cada caso de inversión.

## DESARROLLO

Las inversiones se pueden clasificar en:

**Inversiones Principales:** son aquellas motivadas por necesidades generales del desarrollo económico y social.

**Inversiones Inducidas:** son las que formando parte o no de una inversión principal, le son necesarias para su adecuada ejecución y pruebas y puesta en explotación, clasificándose en directas e indirectas.

- » Las Inversiones Inducidas Directas: son las destinadas a dar respuesta a las afectaciones en el área de la inversión y las imprescindibles para vincular la inversión principal con la infraestructura técnica y urbana exterior de la zona, que aseguran la correcta ejecución y operación de la inversión. Estas inversiones forman parte de la Inversión Principal y de su presupuesto.
- » Las Inversiones Inducidas Indirectas: son las destinadas a crear la infraestructura social, técnica y productiva en la zona de influencia de la Inversión Principal.

Esta clasificación es propuesta por el Inversionista en el Estudio de Factibilidad y es objeto de aprobación por la instancia que dictamine sobre el mismo.

Las inversiones se clasifican en Nominales y No Nominales; a los efectos de su evaluación, aprobación, y tratamiento en el plan de la economía y atendiendo a su límite en valor total y a sus características. Estos límites se establecen y actualizan periódicamente por el Ministerio de Economía y Planificación mediante regulación complementaria.

Con la evaluación de los proyectos de inversión se logra también el propósito de disponer de una cartera de proyectos que permita en la medida que existan recursos disponibles priorizar la ejecución de los proyectos más viables y rentables, descartando los que no lo sean. De esta manera por un proceso de aproximaciones sucesivas, se define el problema por resolver profundizándose cada vez más en cada etapa del estudio en la seguridad de tener la certidumbre requerida respecto a la conveniencia del proyecto, con un mínimo de recursos, ya que si en una de las etapas se concluye en que el proyecto no es viable, carece de sentido continuar con las siguientes, evitándose gastos innecesarios (Rugeles, 2010).

Demostrar si realmente existe mercado para el proyecto y lograr cuantificar cual será la demanda que podrá ser

eventualmente atendida por el servicio que se propone brindar en un escenario determinado, es el objetivo fundamental del Estudio de Factibilidad, es por ello que puede formar parte de una estrategia solo que con fines más específicos, donde se definen posibles resultados a alcanzar en determinados periodos de tiempo llegando a establecer el posible punto de inflexión donde es recuperado el capital invertido y se comienzan a generar ganancias libres del pago por desembolso inicial. Todo ello permitirá elevar la calidad en la gestión inversionista y evaluar futuramente su impacto en el mismo, garantizándose que previo a su ejecución estas inversiones se evalúen de acuerdo con criterios de rentabilidad y contribuyan a tomar la decisión más acertada acerca de la conveniencia de ejecutar o no un proyecto (Álvarez, 2008).

Toda inversión Estudio de Factibilidad aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación o el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, tiene que obtener la Licencia Ambiental que expide el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, apoyándose en el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA) o en las Unidades Territoriales del CITMA, previo al inicio de la actividad de construcción y montaje. En la fase de pre inversión, la elaboración de un estudio de Impacto Ambiental como paso previo al otorgamiento de la Licencia Ambiental y cuyos resultados se incorporan al estudio de factibilidad; en caso de fragilidad de los ecosistemas existentes en la zona de localización o implicaciones ambientales y sociales, que se considere, pueda provocar la inversión.

La fase de pre inversión constituye el inicio del proceso inversionista y se corresponde con el proceso de identificación del asunto que motiva la inversión; formulación de la inversión y la proyección de su posterior explotación, generación de alternativas y su selección mediante un proceso de evaluación. Las decisiones tomadas en esta fase, una vez comenzada la ejecución, tienen generalmente un carácter irreversible.

Castellanos (2013) afirma que la fase de pre inversión comprende el conjunto de investigaciones, proyectos y estudios técnico - económicos encaminados a fundamentar la necesidad y conveniencia de su ejecución con un alto grado de certeza respecto a su viabilidad y eficacia, en las subsiguientes etapas de su desarrollo.

A los fines a que se contrae el párrafo anterior, se consideraran los siguientes niveles de elaboración:

- » Estudio y valoraciones previas al Estudio de Factibilidad.
- » Estudio de Factibilidad.

El tránsito por la fase de concepción está en dependencia de la complejidad y alcance de la inversión propuesta. El Estudio de Factibilidad se lleva a cabo a partir de un nivel de conocimiento sobre la inversión y de la proyección de sus beneficios tal, que constituye la última oportunidad de disminuir la incertidumbre de la inversión en cuestión a un estado mínimo, y como resultado de su evaluación se toma la decisión de invertir.

Resume los principales aspectos técnicos, económicos y financieros que caracterizan la inversión propuesta y que fundamentan la necesidad y viabilidad de su ejecución.

El estudio de Factibilidad se basa, como mínimo, en la documentación técnica a nivel de Anteproyecto o documentación equivalente.

En caso de que por las características de una inversión o de un programa en específico resulte conveniente elaborar el Estudio de Factibilidad a partir de una documentación técnica con un nivel inferior a la que se establece en este artículo, el Inversionista solicita al Ministerio de Economía y Planificación la correspondiente autorización. El Estudio de Factibilidad se elabora contando con la definición de la posible fuente de financiamiento de la inversión y sus condiciones.

La evaluación económico financiera de la inversión propuesta constituye una parte medular del Estudio de Factibilidad, mediante la cual se demuestra la liquidez financiera de la proyección analizada y los indicadores de rentabilidad económica previstos a obtener.

El Estudio de Factibilidad se elabora según las normas establecidas por el Ministerio de Economía y Planificación, con el máximo rigor técnico y económico, de forma tal que el presupuesto de la inversión y el resto de los supuestos que se asuman, muestren desviaciones mínimas durante la fase de inversión y posterior explotación. Constituye una valiosa herramienta a utilizar por los diferentes sujetos del proceso inversionista.

Corresponde al Ministerio de Economía y Planificación reglamentar el alcance y contenido del Estudio de Factibilidad en correspondencia con las características de las inversiones

El Estudio de Factibilidad de todas las inversiones cuya forma de propiedad sea estatal y sociedades mercantiles con capital 100% cubano se presentará a evaluación del Organismo de la Administración Central del Estado o Consejo de la Administración Provincial del Poder Popular que promueve la inversión, el cual dictamina sobre las no nominales y somete las nominales a consideración del Ministerio de Economía y Planificación, presentando el correspondiente aval sobre las mismas según el procedimiento que dicho Organismo determine.

El Estudio de Factibilidad de las inversiones nominales se presentará a evaluación del Ministerio de Economía y Planificación, por un miembro del primer nivel de dirección del Organismo de la Administración Central del Estado o Consejo de la Administración Provincial del Poder Popular que promueve la inversión. Por tanto, el Estudio de Factibilidad debe ser un documento que presente parámetros e indicadores lo suficientemente precisos y confiables, con un análisis en sus proyecciones económicas y financieras que no ofrezcan dudas de la conveniencia de ejecutar la inversión. Para ello se parte de supuestos, pronósticos y estimaciones, por lo que el grado de preparación de la información y su confiabilidad depende de la profundidad con que se realicen tanto los estudios técnicos, como los económicos, financieros y de mercado, y otros que se requieran, debiéndose precisar todos aquellos aspectos y variables que puedan mejorar el proyecto, o sea optimizarlo. Puede suceder que del resultado del trabajo pudiera aconsejarse una revisión del proyecto original, que se postergue su iniciación considerando el momento óptimo de inicio e incluso desestimarlos. Por esto toda

inversión requiere de un minucioso análisis y preparación que en dependencia de su complejidad y características podrá transitar por las mencionadas etapas. Sin embargo, no necesariamente es imprescindible pasar por todas las etapas, pues puede haber proyectos que por su simplicidad no requiera recorrerlas todas (Rugeles, 2010).

El Esquema Integral de un Proyecto está integrado por diferentes aspectos que lo conforman, tales como (Figura 1):

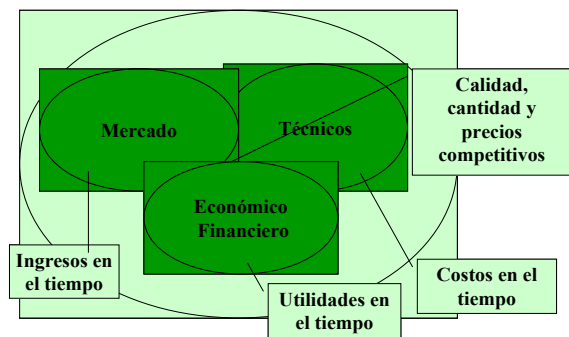


Figura 1. Esquema Integral de un Proyecto

Debe existir una interrelación entre estos aspectos, y como soporte de todos ellos el Administrativo Legal.

Cada uno de estos aspectos tiene un fin determinado:

- Mercado: Ingresos
- Técnicos: Costos
- Económico Financiero: Utilidades

Pero todos con un común denominador: el tiempo y donde se precisan como objetivos del proyecto:

- Calidad.
- Cantidad.
- Precios competitivos.

El **Estudio de Mercado** abarca de forma general, los aspectos referentes a: Demanda, Oferta, Precios y Comercialización.

El **Estudio Técnico** deberá definir: el tamaño óptimo que tendrá el p, su localización más apropiada, todos los aspectos técnicos, como el flujo tecnológico más apropiado, las instalaciones y maquinarias requeridas, su distribución y aspectos organizativos, la definición de la fuerza de trabajo requerida, entre otras. También sin falta se deberá prestar toda la atención que requiere la protección del medio ambiente y el cumplimiento de las regulaciones establecidas en este sentido. Está formado por diferentes aspectos, como: Tamaño, Localización, Ingeniería y Ambiental.

El **Estudio Económico-Financiero** está integrado por los Objetivos Económicos y los Objetivos financieros.

El objetivo económico consiste en determinar las Utilidades que genera el proyecto en su vida útil. Para esto se prestará atención a:

- las Inversiones en: Activos Fijos y Capital de Trabajo.
- el estudio de los costos del proceso: producción, administrativos, de ventas, financieros, etc.
- la determinación del Punto de Equilibrio.
- el Análisis de la Depreciación y Amortización.
- al Valor Residual de los activos que no se hayan com-

pletamente depreciado o amortizado al final del periodo de análisis.

El objetivo financiero del Estudio será la búsqueda de los Recursos Financieros necesarios para llevar a cabo la inversión. En esta parte del Estudio se analizará:

- la disponibilidad de recursos financieros.
- el estudio y diseño de los esquemas financieros.
- el análisis de la estructura de apalancamiento. Costo del dinero en el tiempo.
- las obligaciones con las fuentes de financiamiento.
- el calendario del reembolso de la deuda y/o reparto de dividendos.

Como parte de este Estudio Económico-Financiero se procederá a la proyección de los Estados Financieros, tales como: el Balance General, el Estado de Resultados y los Flujos de Caja. Estos estados tienen un carácter dinámico y sus variables son muy volátiles, tales como:

- Las tasas de cambio.
- Las tasas de interés.
- Los precios

El Aspecto Administrativo se refiere a todo lo relacionado con las regulaciones administrativas vigentes en el país, referentes a:

- Entorno jurídico.
- Estructura organizativa y personal directivo, currículo de los directivos del primer (1er) Nivel y responsabilidad del proyecto.
- Aspectos laborales, capacitación de las fuerzas.
- Referencias comerciales y productivas de la entidad. Estados Financieros auditados.
- Planeación estratégica, táctica y operatividad de la entidad.

En todo proyecto de inversión deberá buscarse la viabilidad atendiendo a tres enfoques diferentes, que aunque guardan relación entre sí, son aspectos que deberán realizarse por separado. Estos aspectos son:

- Como proyecto en sí, con financiamiento y sin financiamiento.
- Efecto del proyecto para la entidad (liquidez).
- Impacto en la economía nacional.

Toda evaluación requiere de tres elementos fundamentales:

- Costo de Inversión.
- Ingresos por Venta y por otros conceptos.
- Costos de Operación.

No es posible realizar la evaluación de una inversión o negocio si desconocemos:

- Qué requerimos para ello
- Qué beneficios o efectos obtendríamos (cuantificados en dinero)
- A qué costo los obtendríamos.

De aquí se deriva que si no es posible cuantificar estos elementos **no será posible evaluar su efectividad**.

Mediante el Estado Financiero se calculará, además de las Utilidades Brutas, las Reservas para Contingencias y las



Utilidades Imponibles, sobre las cuales a su vez se determinarán los Impuestos sobre las Utilidades a pagar, así como otros Fondos de Reservas Voluntarias y los Dividendos en el caso de los negocios.

Con la implementación de los Lineamientos de la Política Económica del país a raíz del sexto Congreso del PCC, donde los directivos de empresa irán alcanzando mayor autonomía en la medida que basen el control de la gestión empresarial en mecanismos económicos y no administrativos, el análisis y evaluación de sus inversiones se hace una cuestión imprescindible para el manejo de la empresa y la toma de decisiones.

## CONCLUSIONES

La evaluación de un proyecto es un proceso complejo, en el que se requieren aproximaciones sucesivas a fin de garantizar una buena elección de alternativas y la correcta operación del proyecto, por lo que debería generar una rentabilidad social con su ejecución. En este sentido, resulta evidente la importancia de evaluar todo proyecto de inversión, a fin de determinar si realmente alcanza una rentabilidad social mínima deseable, dados los recursos económicos con los que cuenta el Estado.

En las nuevas condiciones que se desarrolla la economía cubana será un imperativo que las administraciones de las empresas tengan un conocimiento lo más exacto posible del valor de sus inversiones y activos que controla para lograr una mejor gestión empresarial, siendo la Vía Fundamental para el Desarrollo de la Base Material y el Crecimiento Económico del país, formando parte del plan de la economía el plan de inversiones, a partir del cual se planifica el proceso inversionista y debe coadyuvar a la elevación de la eficiencia general del proceso, la aceleración de la definición técnica; la ejecución; la efectiva recuperación de lo invertido según corresponda; la desactivación de la inversión y la utilización de las capacidades que se proponen modernizar, ampliar o crear, así como a la consideración de aspectos medio ambientales, todo lo cual tiene por objeto posibilitar y asegurar su óptima eficiencia económico-social, siendo premisa en nuestros tiempos ser lo más proactivos y dinámicos en la concreción de negocios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, D. C. (2008). Diagnóstico Técnico en la valuación de las edificaciones en la República de Cuba. [https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2008/3\\_2008.pdf](https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2008/3_2008.pdf)
- Castellanos, J. N. (2002). Importancia del avalúo inmobiliario. Consultoría Informativa de DISAIC.
- Partido Comunista de Cuba. (2010). Proyecto de Lineamientos de la Política Económica y Social. PCC. <http://www.cubadebate.cu/wp-content/uploads/2010/11/proyecto-lineamientos-pcc.pdf>
- Rugeles, I. O. (2010). El enfoque del mercado en la valuación inmobiliaria. <http://www.tuavaluo.org>

# 08

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## EVALUACIÓN Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DEL CULTIVAR C86-12 EN LA UNIDAD PRODUCTORA DE CAÑA “LA JOSEFA”

### EVALUATION AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES OF THE C86-12 CULTIVATION IN THE SUGARCANE PRODUCING UNIT “LA JOSEFA”

Antonio Amado Mazorra Ofarrill<sup>1</sup>

E-mail: [penrada@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:penrada@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1435-872X>

Fredis Márquez Ercia<sup>1</sup>

E-mail: [penrada@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:penrada@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9901-5488>

Ivette Aleaga Diaz<sup>1</sup>

E-mail: [penrada@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:penrada@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4359-9290>

Héctor García Pérez<sup>2</sup>

E-mail: [hector.garcia@inica.azcuba.cu](mailto:hector.garcia@inica.azcuba.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8310-0650>

<sup>1</sup> Puesto de Frontera de Sanidad Vegeta. Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Mazorra Ofarrill, A. A., Márquez Ercia, F., Aleaga Diaz, I., & García Pérez, H. (2020). Evaluación y perspectivas de desarrollo del cultivar c86-12 en la Unidad Productora de Caña “La Josefa”. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 50-54.

#### RESUMEN

El comportamiento del cultivar C86-12 se validó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa “La Josefa”, de la provincia Cienfuegos. Se consideraron los resultados cinco cosechas, la dinámica de maduración desde noviembre hasta abril y el monitoreo fitosanitario de roya, carbón y el virus del amarillamiento foliar, respecto al control C1051-73; de dos experimentos de primavera de ciclo largo y frío, que se tuvieron en cuenta en la fase de discusión participativa de la propuesta del Servicio de Variedades y Semilla. Se emplearon técnicas estadísticas de análisis de varianza, comparación múltiple de medias y regresión polinómica de segundo orden, en el procesamiento de los datos. Se corroboró que C86-12 posee las cualidades en cuanto a rendimiento agrícola, azucarero, maduración temprana y seguridad fitosanitaria para contribuir a la preservación de C1051-73, mediante su reemplazo en los agroecosistemas de mayor vulnerabilidad y riesgo al virus del amarillamiento foliar, por lo que se proyectó un incremento de desarrollo hasta el año 2022, para ubicarse como la segunda variedad en importancia en dicha unidad.

**Palabras clave:**

Caña de azúcar, remplazo, validación, variedades.

#### ABSTRACT

The behavior of cultivar C86-12 was validated in the Basic Unit of Cooperative Production “La Josefa”, in the Cienfuegos province. The results were considered five harvests, the maturation dynamics from November to April and the phytosanitary monitoring of the rust, smut and the leaf yellowing virus, regarding control C1051-73; of two long-cycle and cold spring experiments, which were taken into account in the participatory discussion phase of the proposal of the Variety and Seed Service. Statistical techniques of analysis of variance, multiple comparison of means and second-order polynomial regression were used in data processing. It was corroborated that C86-12 possesses the qualities in terms of agricultural performance, sugar, early maturation and phytosanitary security to contribute to the preservation of C1051-73, by replacing it in agroecosystems of greater vulnerability and risk to the virus of leaf yellowing, due to which was projected to increase in development until 2022, to rank as the second most important variety in said unit.

**Keywords:**

Sugar cane, harvest, plant health, maturation, yield, varieties.

## INTRODUCCIÓN

Las variedades de caña de azúcar están sujetas al deterioro que ocasiona su propia explotación, lo que obliga a su renovación y reemplazo por nuevos cultivares con requisitos agroindustriales y fitosanitarios superiores. Para ese fin son necesarios programas de Mejora Genética, que garanticen la continuidad de la producción azucarera.

La sustitución de una variedad cuando ha declinado sus cualidades productivas, es una práctica común en los países productores de caña de azúcar (González, 2019). En Cuba se ha considerado como una tecnología indispensable para alcanzar altos rendimientos, con ejemplos significativos como la sucesión de Ja60-5 por B4362 para solucionar la epifítia de la roya, a finales de la década de los ochenta del pasado siglo.

No existen dudas acerca de que el aumento y(o) disminución de los rendimientos en las áreas cañeras, se encuentra estrechamente vinculado con el éxito o fracaso de las variedades predominantes (García, 2004). En el mundo azucarero es ampliamente conocido que las variedades de caña son responsables de más de 50% de los rendimientos cañeros, por lo que numerosos recursos se dedican a su obtención y evaluación, como tarea continua y sistemática. En el caso de Cuba al disponer de un Programa de Mejora, está implícita la evaluación de los recursos fitogenéticos en el mayor número de ambientes posibles, para acercarse cuanto más se pueda a ambientes de selección y de destino.

La Unidad Empresarial de Base “Elpidio Gómez”, representa un pilar importante en la producción de azúcar en la provincia Cienfuegos, y dentro de ella la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “La Josefa”, donde sistemáticamente se evalúan variedades liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar

(INICA), con el objetivo de optimizar su estructura varietal y lograr alcanzar los máximos potenciales genéticos.

El cultivar C1051-73 con una participación importante en la estructura varietal de la mencionada unidad productora (3% del área), avalado por su potencial azucarero y las posibilidades de ser cosechado tempranamente, ha mostrado desde finales del pasado siglo susceptibilidad al virus del amarillamiento foliar, con afectaciones espectaculares que llegaron a producir hasta la muerte de los tallos y tener con una repercusión económica considerable (Aday, et al., 2003).

Esta compleja situación fitosanitaria conllevó a la búsqueda inmediata de cultivares que pudieran reemplazarla en los ambientes de mayor riesgo, como garantía de la sostenibilidad de la producción. Se valoró que C86-12 podría ser uno de los candidatos, por el aval de su ficha de recomendación y los resultados mostrados en la región occidental del país. Fue objetivo de la presente investigación, validar su comportamiento bajo las condiciones de la UBPC “La Josefa”.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre mayo del 2012 y abril del 2017 en UBPC “La Josefa” de la Unidad Empresarial de Base “Elpidio Gómez”, Empresa Azucarera Cienfuegos, en áreas seleccionadas para el establecimiento de estudios de validación.

Se plantaron dos experimentos correspondientes a las épocas de primavera y frío (Tabla 1), para la validación del cultivar C86-12, con continuidad hasta segundo retoño en el primer caso. Como testigo se utilizó C1051-73 por ser el cultivar a reemplazar, a causa de la situación fitosanitaria que ha presentado. El diseño de campo fue Bloques al Azar con cinco repeticiones y parcelas de 48 metros cuadrados (cuatro surcos de 7,5 m de largo; 1,6 m entre hileras).

Tabla 1. Características de los experimentos.

Ciclo	Plantación	Cosechas		
		Planta	1er retoño	2do retoño
Primavera ciclo largo	junio 2012	enero 2014 (18 meses)	abril 2015 (14 meses)	diciembre 2016 (20 meses)
Frío	octubre 2012	febrero 2014 (16 meses)	abril 2015 (14 meses)	

En ambos experimentos se dio seguimiento a las variables agroproductivas brotación y cierre de campo, para verificar su correspondencia con la información de los descriptores morfofisiológicos y de calidad emitida en su Ficha Técnica de recomendación (Bernal, et al., 1997), así como a la durabilidad de la cepa, evaluaciones realizadas de acuerdo a los procedimientos del Programa de Mejora Genética (Jorge, et al., 2011).

El rendimiento agrícola (t caña. ha<sup>-1</sup>) se determinó por el conteo de tallos totales de la parcela y el peso de una muestra de los tallos de un metro de hilera, tomada para la determinación del contenido azucarero como porcentaje de pol en caña. Durante el período de cosecha de la caña de azúcar en Cuba (noviembre-abril), se tomaron muestras para obtener la dinámica de maduración en un banco habilitado para ese fin, con un procedimiento similar al seguido en los experimentos.

Cada cosecha de caña planta se analizó independientemente y las de retoño de manera conjunta, tanto para las variables de rendimiento como para la dinámica madurativa, en el primer caso mediante un análisis de varianza de efectos fijos, con los cultivares como fuente de variación y d<sup>2</sup> de Tukey (p=0,05) para la comparación múltiple de medias y en el segundo se ajustó a un modelo polinómico de segundo orden, en todos los casos con el uso del paquete estadístico InfoGen (Balzarini & Di Rienzo, 2012).

Los experimentos se mantuvieron con la vigilancia de plagas y enfermedades que brinda el Servicio Fitosanitario del INICA a productores cañeros, con énfasis en las enfermedades mayores roya, carbón y virus del amarillamiento foliar. Las evaluaciones en cada cepa se realizaron a los cuatro y ocho meses de acuerdo a las escalas por el Programa de Fitomejoramiento (Jorge, et al., 2011) y se asumieron los criterios siguientes (Tabla 2).

Tabla 2. Criterios asumidos.

Roya	Muy afectada	Grado 4
	Poco afectada	Grados 2 y 3
	No afectada	Grado 1
Carbón	Muy afectada	Presencia de plántones herbáceos y más 5% de tallos afectados
	Poco afectada	De 1 a 5% de tallos afectados
	No afectada	Sin síntomas de la enfermedad
Virus amarillamiento foliar	Afectada	Con síntomas típicos de la enfermedad
	No afectada	Sin síntomas de la enfermedad

Para el contraste con la resistencia genética, determinada en las pruebas de resistencia genética a que son sometidos los cultivos paralelo a los estudios multiambientales, se asumió la evaluación de mayor afectación de todas las realizadas.

Los resultados anteriores más los de los experimentos de campo, sirvieron de base para la fase de discusión participativa del Servicio de Recomendación de Variedades y Semilla (SERVAS) también del INICA y la proyección de la estructura varietal de la unidad hasta el año 2022.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambos experimentos el porcentaje de brotación tanto de C86-12 como del control C1051-73 se comportó dentro de los rangos informados para garantizar una población uniforme de las parcelas (Espinosa, 1991), sin espacios entre cepas de más de 60 cm. Vale destacar que en la época de frío fue ligeramente superior, como lo fue también en C86-12 que alcanzó 66,6% y 71,3% como promedio en frío y primavera respectivamente, contra 65,2% y 66,7% que se constató en el control C1051-73.

En correspondencia con la población alcanzada el cierre de campo también se comportó ligeramente más temprano en C86-12 al ocurrir a los 123 días (C1051-73 lo hizo a los 153 días), resultado que está relacionado con su hábito de crecimiento ligeramente abierto.

En los momentos actuales en que la fuerza de trabajo es insuficiente y de limitaciones económicas del país para adquirir a tiempo los insumos para el control químico de las plantas indeseables, la brotación y el cierre temprano de campo adquieren una importancia significativa por su repercusión en el rendimiento y en ese sentido quedó demostrado fehacientemente que C86-12 puede remplazar con ventajas a C1051-73 y habrá que tenerlo en cuenta en su proyección futura de desarrollo en la unidad.

En relación al retoñamiento aunque se clasificó como bueno de acuerdo a la escala de valores que utiliza el Programa de Fitomejoramiento, en valores absolutos C86-12 experimentó una menor reducción de planta a retoño con 9%, mientras que en C1051-73 llegó hasta 18%. En ambos casos el número de cepas deterioradas en retoño no rebasó 5%. De esta forma se confirmó lo informado en su ficha técnica de recomendación, respecto a su caracterización.

En cuanto al rendimiento agrícola, los resultados de las cosechas de caña planta (Tabla 3) indicaron el alto potencial de C86-12, al comportarse superior al testigo C1051-73, con relevancia en el ciclo largo de primavera donde su producción fue 73% superior, cepa difícil por su extensión en edad y por el deterioro que ello puede ocasionar en los tallos. En ese sentido se corroboró que ese ciclo también es factible para C86-12.

Tabla 3. Comportamiento de las toneladas de caña y de pol por hectárea.

Variedad	Frío		Primavera Ciclo largo		Retoño	
	t caña.ha <sup>-1</sup>	t pol.ha <sup>-1</sup>	t caña.ha <sup>-1</sup>	t pol.ha <sup>-1</sup>	t caña.ha <sup>-1</sup>	t pol.ha <sup>-1</sup>
C86-12	86,03 <sup>A</sup>	16,52 <sup>A</sup>	119,16 <sup>A</sup>	20,85 <sup>A</sup>	62,91 <sup>A</sup>	12,33 <sup>A</sup>
C1051-73	63,33 <sup>B</sup>	12,07 <sup>B</sup>	68,74 <sup>B</sup>	12,80 <sup>B</sup>	60,63 <sup>A</sup>	11,83 <sup>A</sup>
Sx	5,44	0,87	5,45	1,07	3,71	0,75

Promedios con letras iguales no difieren según Tukey  $p=0,05$

La producción de azúcar por área (t pol. ha<sup>-1</sup>) permitió dilucidar su integralidad, al combinar satisfactoriamente rendimiento agrícola e industrial, lo que sin duda constituye un aval de mucha seguridad para los planes de su desarrollo futuro, variable en la que también superó a C1051-73.

En retoños se comportó estadísticamente similar al testigo C1051-73, en t de caña y de pol por hectárea, resultado trascendental ya que este tipo de cepa representa cerca del 80% de la caña que se lleva a zafra y a la vez confirmativo de lo informado por Jorge, et al. (2015), referente al potencial de este cultivar y a la importancia que ha alcanzado al colocarse entre los principales del país, elementos que serán considerados en la proyección que se haga del mismo para la UBPC.

La evaluación de la dinámica de maduración indicó que durante el primer periodo de zafra (noviembre, diciembre y enero), su contenido azucarero es similar al de C1051-73, cultivar en el país de mayor potencial para esa etapa, excepto en noviembre en las cepas de frío y retoño y enero también en retoño, donde resultó inferior (Figura 1). De acuerdo con este resultado cumple con la principal demanda de los productores, de ser de maduración temprana y alto contenido azucarero, a la vez que son confirmados los informes de Tuero & Rodríguez (1999); y González, et al. (2001), referente a su adaptación a ciclos largos de primavera, por donde comienza la cosecha.

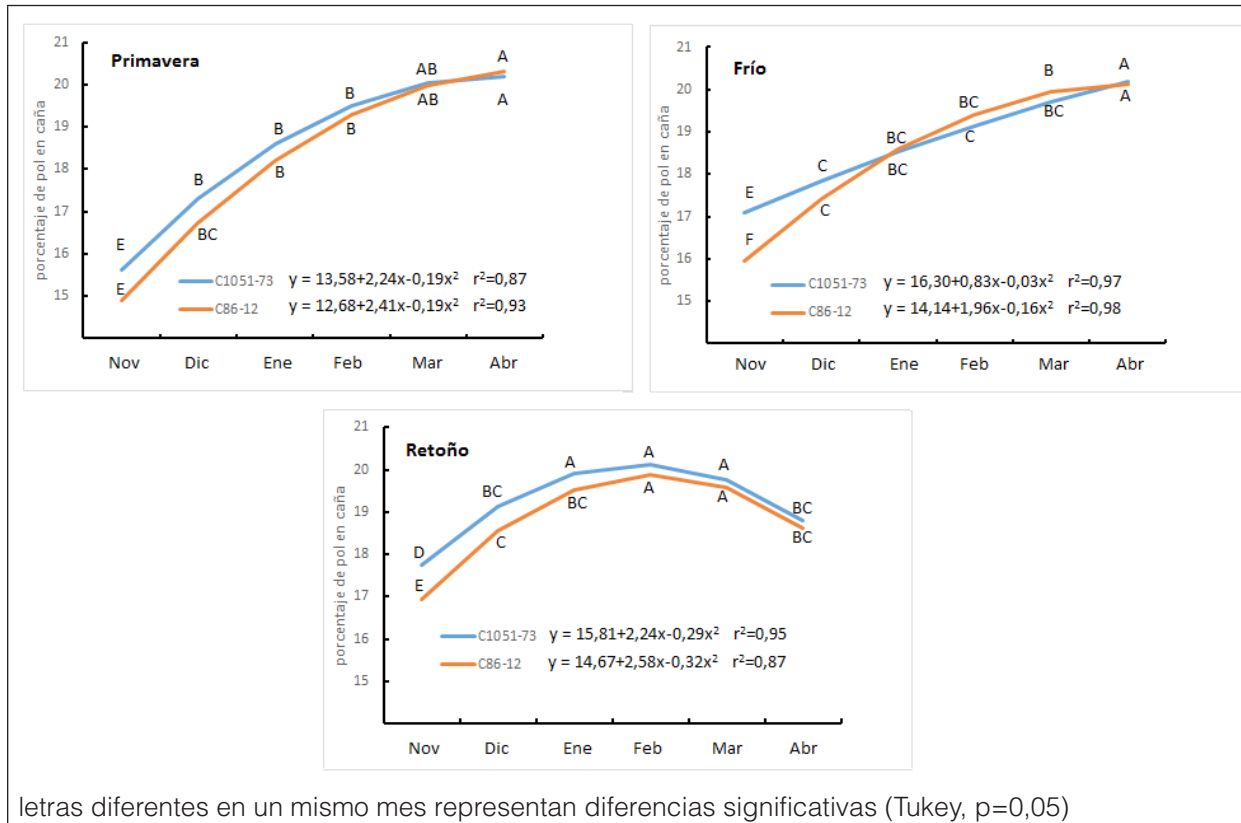


Figura 1. Dinámica de maduración de C86-12.

En los dos restantes períodos (intermedio y final de zafra), C86-12 no presentó diferencias significativas respecto al control, lo que confirmó su elevado potencial azucarero. Esa cualidad resulta indispensable para el desarrollo de un cultivar en determinada región, porque tiene un peso significativo en el proceso industrial, con mayor énfasis en los períodos extremos de inicio y final de zafra, donde no todas las variedades presentan resultados satisfactorios (González, et al., 2018).

Durante el desarrollo de la experiencia C86-12 alcanzó la categoría de poco afectada en las tres enfermedades mayores que se le dio seguimiento (Tabla 4), resultados que se correspondieron con los mostrados en las pruebas de resistencia genética. Vale destacar que el control C1051-73 se observó muy afectada por el virus del amarillamiento foliar, afectación que se había advertido previo al estudio (Aday, et al., 2003) y que motivó el presente estudio de nuevos cultivares que pudieran remplazarla.

Tabla 4. Resultado del seguimiento fitosanitario a los experimentos.

Enfermedad	C86-12		C1051-73	
	Inoculación Artificial	Resistencia de campo	Inoculación Artificial	Resistencia de campo
Roya	R	PA	MR	PA
Carbón	MR	PA	R	PA
Virus de la hoja amarilla	-	PA	-	MA
VMCA	R	NA	R	NA

R. resistente MR. moderadamente resistente PA. poco afectada NA. no afectada MA. muy afectada

La seguridad fitosanitaria mostrada por C86-12 fue otro aval que se sumó a su buen desempeño agroazucarero, de esa forma podría contribuir a preservar a C1051-73 de mayor potencial azucarero en el inicio de zafra, si estratégicamente

esta última se reubica en los ambientes menos vulnerables y de menor riesgo al virus del amarillamiento foliar.

Precisamente la estrategia anterior se tuvo muy en cuenta en la discusión participativa del SERVAS, para conformar la proyección varietal de la UBPC "La Josefa" hasta el año 2022. Al cierre del año 2019 la producción de caña en dicha unidad se sustentaba en nueve cultivares, de ellos C1051-73 con 18,5% del área era la segunda en importancia y C86-12 con 6,1% la cuarta.

A partir del año 2020 se proyectó el inicio de la liberación de los agroecosistemas más vulnerables al virus del amarillamiento foliar ocupados por C1051-73, a razón de 3-4% anual hasta el año 2022 y 8% respecto a 2019 (Figura 2), reemplazados por C86-12 que le permitirá ubicarse como la segunda variedad dentro de la estructura varietal.

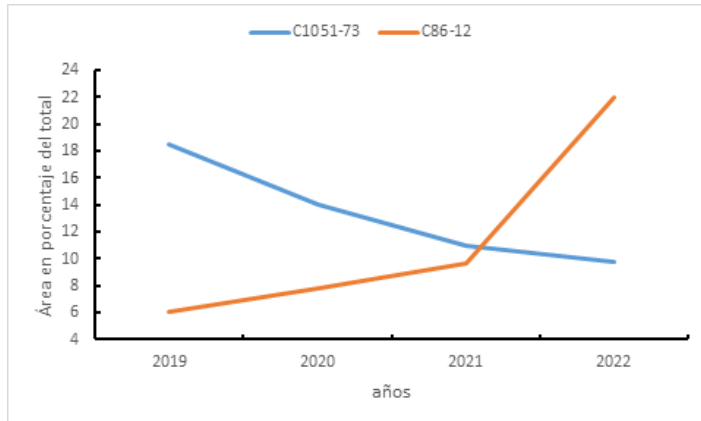


Figura 2. Desarrollo de C86-12 en la UBPC La Josefa a partir del remplazo de los agroecosistemas vulnerables al virus del amarillamiento foliar.

## CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo permitieron corroborar un grupo de cualidades donde C86-12 supera o iguala a C1051-73, tales como cierre temprano del campo, capacidad de retoñamiento y durabilidad de la cepa, combinación satisfactoria de los rendimientos agrícola y azucarero, maduración temprana y alto contenido azucarero, y favorable cuadro fitosanitario, que posibilitan liberar espacios vulnerables y de alto riesgo al virus del amarillamiento foliar, donde actualmente C1051-73 se ha manifestado con afectaciones de importancia, para de esa forma contribuir a preservación y aprovechamiento de alto potencial azucarero, para ubicar a ambos cultivares entre los principales de la UBPC "La Josefa" en la proyección hasta el año 2022.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aday, O., Díaz, F. R., García, H., & Barroso, F. (2003). Comportamientos de genotipos de caña de azúcar introducidos y cubanos ante el síndrome de la hoja amarilla. *Rev. Centro Agrícola*, 30(1), 46-53.
- Balzarini, M. G., & Di Rienzo, J. A. (2012). *Info-Gen*: Software para análisis estadístico de datos genéticos. <http://www.info-gen.com.ar>
- Bernal, N., Morales, F., Gálvez, G., & Jorge, I. (1997). Variedades de caña de azúcar. Uso y Manejo. INICA.

Espinosa, A. (1991). Interacción de la temperatura y humedad del suelo en la brotación y producción de la caña de azúcar, así como el procedimiento para el tape en áreas de riego por gravedad en suelos Ferralíticos rojos (Ferralsol) de la provincia Ciego de Ávila. (Tesis doctoral). Universidad Agraria de La Habana.

García, H. (2004). Optimización del proceso de selección de variedades bajo las condiciones de estrés por sequía y mal drenaje en la región central de Cuba. (Tesis doctoral). Universidad Agraria de La Habana.

González, R. M. (2019). *Variedades de Caña de Azúcar Cultivadas en Cuba. Cronología, legislación, metodologías y conceptos relacionados* (Primera Edición). ICIDCA.

González, R. M., Hernández, G., Almeida, R., Tuero, S., Tur, L., Walquer, Y., González, J.R., Manresa, M., Rodríguez, E., González, R., Sánchez, W., Bodaño, R., González, A., Ibarra, J., Lora, N., Gámez, H., García H., Campo, R., & Rill, S. (2018). *Cambios en la composición de variedades de caña de azúcar en Cuba, durante los últimos siete años (2011-2017)*. *Rev. ATAC*.

González, R. M., Jorge, H., Tuero, S., Rodríguez, S., Argota, A., & Jorge, I. (2001). C86-12, C86-456 y C86-503. Nuevas variedades de caña de azúcar para las principales regiones de Cuba. En *Contribución al conocimiento y manejo de las variedades de caña de azúcar. Curso de capacitación UASTEC*. INICA.

Jorge, H., González, R., Casas, M., & Jorge, I. (2011). Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. *Rev. Cuba & Caña Boletín*, 1, 308-315.

Jorge, H., Jorge, I., González, R., & García, H. (2015). *Catálogo de nuevas variedades de caña de azúcar*. PUBLINICA.

Tuero, S., & Rodríguez, M. (1999). C86-12 una variedad con perspectivas. *Cañaveral (CU)* 5 (2), 16-19.

# 09

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## IMPLANTACIÓN DE ALGUNAS PRÁCTICAS DEL MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRAS EN UNA FINCA AGROPECUARIA EN CIENFUEGOS, CUBA

### IMPLANTATION OF SOME PRACTICE OF THE STANDING MANAGEMENT OF LANDS IN A LAND AND CATTLE IN CIENFUEGOS, CUBA

Oswaldo Arteaga Rodríguez<sup>1</sup>

E-mail: [onearteaga@nauta.cu](mailto:onearteaga@nauta.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8749-6026>

Wilfredo Espinosa Aguilera<sup>1</sup>

E-mail: [espinosaw48@nauta.cu](mailto:espinosaw48@nauta.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6634-9454>

Yanoris Bernal Carraza<sup>1</sup>

E-mail: [yanosalsa@yahoo.es](mailto:yanosalsa@yahoo.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8706-2946>

Consuelo Hernández Rodríguez<sup>1</sup>

E-mail: [mabelescambay@nauta.cu](mailto:mabelescambay@nauta.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8281-3376>

<sup>1</sup> Unidad Científico Tecnológica de Base Suelos. Cumanayagua. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Arteaga Rodríguez, O., Espinosa Aguilera, W., Bernal Carraza, Y., & Hernández Rodríguez, C. (2020). Implantación de algunas prácticas del manejo sostenible de tierras en una finca agropecuaria en Cienfuegos, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 55-60.

#### RESUMEN

Durante cinco años se desarrollaron trabajos de campo contenidos dentro del Manejo Sostenible de Tierras (MST) en una finca ganadera de la zona pre montañosa de la provincia de Cienfuegos, la cual está ubicada sobre suelos Pardos Grisáceos. El presente trabajo demostró que con el MST en la aplicación de medidas sencillas de conservación y mejoramiento del suelo tales como: laboreo mínimo, siembra en contorno, canales terrazas y el uso de policultivos se evitó la pérdida de 10.2 t/ha de suelo y se retuvieron como promedio 168, 294 y 295 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y MO respectivamente. Se mejoró la fertilidad del suelo al incrementarse ligeramente los contenidos de M. O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O manteniéndose el pH en los rangos iniciales e incrementó el rendimiento de yuca, maíz, tomate, frijol y boniato en un 20-36 %. El uso de policultivos indicó que 1 hectárea de yuca y frijol sembrados juntos producen en total los mismos que 1.83 ha de yuca y frijol por separado. Mientras que las asociaciones gramíneas-leguminosas en áreas forrajeras propiciaron incrementos de la producción de pastos y proteína bruta y la sustitución de la fertilización nitrogenada de 150kg/ha/año.

#### Palabras clave:

Conservación, rendimiento, policultivos, laboreo.

#### ABSTRACT

During five years were developed field Works contents inside of the Standing Management of Lands (SML) in a land and pertaining to cattle of the zone premountainous of the province of Cienfuegos situated over soils Browns Grayish. The work present demonstrated that with the (SML) in the application of simples measures of conservation and improvement of soil suches as minimum farmland, swing in contou and the use of policultivations were avoided losses of 10.2 t/ha of soil and were retained as average 168, 294 y 295 Kg/ ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O and organic matter respectively. This improved the fertility of the soil increasing lightly the contents of organic matter, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O and was maintained the pH in the initiates ranks and increased the yield of yucca, maize, tomato, bean and sweet potato in 20-36%. The use of policultivations indicated that one hectare of yucca and bean sown grounded joined they produced in total the same that 1.83 hectare of yucca and bean by separated. The use of associations grassys – leguminouses propitiated increases of the crop of grasses and brute protein and the sustitution of the nitrogened fertilization of 150 Kg/ha/año.

#### Keywords:

Conservation, yield, policultivations, farmland.

## INTRODUCCION

En Cuba como en la mayoría de los países de la región tropical, la agricultura se ve comprometida por los efectos ocasionados por la degradación de los suelos y su insuficiente atención por lo que es imprescindible detener los procesos que la ocasionan y establecer sistemas agrícolas capaces de satisfacer la creciente demanda de alimentos para la población. Atendiendo a esta disyuntiva nuestro país establece el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos, el cual abarca toda la actividad de preservación, recuperación y rehabilitación de suelos, mediante el uso de tecnologías sostenibles, centrando su atención en los procesos que tienen mayor incidencia en su degradación y donde la acción antrópica tiene una participación activa (Vargas 2008).

Primelles (2017), planteó que el concepto tierra aporta a la comprensión de un enfoque sistémico del medio ambiente, se refiere a un área de la superficie terrestre que abarca el suelo, la topografía, los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima, las comunidades humanas, animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones biofísicas, sugiere la existencia de capitales diversos: el natural, el humano, el social, el físico construido, y el económico financiero. Este concepto a su vez es básico para la comprensión de la necesidad de la gestión integrada de los recursos de la tierra entendida como el conjunto de acciones para el manejo integrado y el uso racional de los bienes y servicios provenientes de los recursos naturales, sociales y materiales, considerando las características del medio en el cual interactúan, lo que presupone el uso de los recursos naturales sin comprometer su capacidad de regeneración.

Arias, et al. (2010), publicaron que la degradación es un problema global que amenaza directamente a más de 4 mil millones de hectáreas de tierras agrícolas que han perdido su capacidad agroproductiva y Cuba no se encuentra ajena a esta problemática con un área agrícola de 6,7 millones de hectáreas. Muñiz (2017), reporta que el Instituto de Suelos determinó que el 76,89 % de la superficie agraria de Cuba está afectada por algún tipo de factor que limita su productividad y están considerados como suelos poco productivos y que definir y establecer el alcance del Manejo Sostenible de Tierras (MST), bajo las condiciones actuales, es un elemento metodológico de gran importancia que podrá ser empleado como herramienta para la elaboración del procedimiento que permita declarar las tierras bajo manejo sostenible.

Cabezas, et al. (2017), definen que el MST consiste en aplicar tecnologías agrícolas apropiadas, es decir, acordes a las características y condiciones de los suelos; la explotación racional de los mismos, lo cual implica tener en cuenta la agroproductividad y vocación de los suelos en función de la producción agrícola, pecuaria o forestal determinados y una correcta selección y rotación de los cultivos, así como aplicar las técnicas y procedimientos de mejoramiento y conservación de los suelos. Es un modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos disponibles en función de un desarrollo socioeconómico que garantice la satisfacción de las necesidades crecientes de la sociedad,

el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia.

Una de las principales tareas del MST es demostrar cómo es posible lograr el mantenimiento o recuperación de la fertilidad de los suelos a partir de la integración de los componentes que forman los sistemas agrícolas, así como la aplicación de prácticas que promuevan la regeneración de nutrientes y la conservación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo considerándolo como un ente vivo y no como un insumo más de la producción o solo como sostén de las plantas.

El objetivo de este trabajo fue buscar alternativas sostenibles que eviten la degradación de un recurso natural renovable tan importante como lo es el suelo, tomando como eje transversal a todo el proceso la sensibilización y capacitación como principales herramientas para transformar el pensamiento de las personas que laboran en las áreas agrícolas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló durante cinco años (2014 – 2018) en la Finca ganadera “La Esperanza” del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, con un área de 21.9 ha perteneciente a la Cooperativa de Crédito y Servicios (C.C.S) “Onolio Navarro” que se encuentra ubicada en la carretera a la Comunidad “El Túnel” en el municipio Cumanayagua provincia de Cienfuegos.

La actividad fundamental de la finca es la producción de leche para lo cual cuenta con 39 cabezas de ganado vacuno y 16 vacas en ordeño que producen 29 litros diarios en seca y 51 en primavera respectivamente. Las producciones agrícolas fundamentales se realizan en un área de 3.05ha y son: arroz, plátano, maíz, yuca, malanga y frijoles. Las labores agrícolas se realizan con tracción animal. El suelo predominante es Pardo Grisáceo sobre roca ígnea, poco profundo y medianamente humificado con topografía fuertemente ondulada que presenta pendientes entre 6-20 %cuyos factores limitantes son la erosión y la baja fertilidad natural. La alimentación del ganado se basa fundamentalmente en pastos naturales y como forraje caña de azúcar y King grass. La media histórica de precipitaciones en la Finca es de 1671.7mm al año.

El área agrícola de la finca (Tabla 1) es de 3.05 ha que representa el 21.7% del área total de ésta (14.04 ha) y está constituida por 4 campos. Dos de estos campos (Semillero y Batey) presentan una ligera pendiente del 2 al 7% y los otros dos (Caña brava y Cafetal) una pendiente fuerte del 16 al 20%. Teniendo en cuenta el criterio de Soca (1987), las fincas Semillero y Batey presentan una erosión media y Caña brava y Cafetal una erosión fuerte.

Tabla 1. Característica de las áreas agrícolas de la finca.

Área agrícola		Pendiente%	Principales factores limitantes
Campos	Área (ha)		
Semillero	0.25	5-7	Erosión media y Baja fertilidad natural
Batey	0.25	2-7	Erosión media y Baja fertilidad natural



Caña brava	2.30	18-20	Erosión fuerte y Muy baja fertilidad natural
Cafetal	0.25	16-20	Erosión fuerte y Muy baja fertilidad natural

Como parte del trabajo fueron capacitados todos los trabajadores de la finca y sus familiares mediante la capacitación participativa, que presupone utilizar como punto de partida el saber campesino, el trabajo grupal y la construcción colectiva de conocimiento. Se realizó un diagnóstico inicial y conjuntamente con el propietario y su familia fue analizadas las producciones existentes, sistemas de crianza animal, fuerza de trabajo y tecnologías empleadas, con lo cual fueron identificadas limitantes y potencialidades y se propusieron soluciones colectivas. Las medidas de conservación y mejoramiento de suelo incluyeron manejo de coberturas, trazado y siembra en contorno, uso del policultivo, labranza mínima, establecimiento de barreras vivas en contorno y construcción de canales terrazas.

Fueron contabilizadas las pérdidas de suelo retenidas por las medidas permanentes en campo utilizando los criterios de Fuentes, et al. (2018). Se realizaron mediciones forrajeras para evaluar los posibles impactos de las asociaciones gramíneas-leguminosas en un área ganadera de la finca. Las asociaciones fueron King grass (CT-115) con *Andropogon gayanus*; King grass (CT-115) con *Stylosanthes guianensis* y King grass (CT-115) con mezclas de *Cetros* (*Centrosema Macrocarpum* + *Centrosema pubescen* (CIAT-438) + *Centrosema plumieres* + *Centrosema pubescen* nativo).

Para conocer la producción de leche se llevó un registro diario de dicha producción en la finca con el respectivo indicador del tipo de pasto predominante, en rotación o con pastoreo extensivo. Fue medida las variaciones estacionales en el rendimiento y calidad del pasto y la influencia que tiene el pastoreo rotacional a través del efecto del reciclaje de nutrientes en la producción de pasto. Para determinar el rendimiento de los cultivos fueron tomadas diez mediciones en cada campo (cinco mediciones en cada diagonal), en un área de 14 m<sup>2</sup> por medición.

Los resultados obtenidos se sometieron a un ANOVA completamente aleatorizado en la que se empleó la prueba de Tukey para la comparación de las medias, con una confiabilidad del 95 %, mediante el uso del programa estadístico SPSS, versión 15.0

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el diagnóstico inicial fueron identificados los siguientes problemas:

- 1.- Sobreexplotación de los suelos.
- 2.- Diferentes grados de erosión del suelo.
- 3.- Baja y muy baja fertilidad natural.
- 4.- Fluctuaciones de los rendimientos.
- 5.- Aplicación inadecuada de tecnologías agrícolas

Con el trabajo realizado se reafirmó que la erosión y la baja fertilidad son dos de los problemas principales a resolver para incrementar la productividad de la finca. Se definen como causas primarias de estos problemas, el laboreo de

los suelos sin tener en cuenta medidas de conservación y mejoramiento del mismo y la baja integración ganadería-agricultura. La explotación ganadera es extensiva o semiextensiva que conlleva un manejo deficiente de los pastos como base alimentaria, los cuales en su mayoría están constituidos por pastos naturales de baja calidad y disponibilidad, en la que se utiliza la caña de azúcar como la principal opción de base forrajera para los déficits de alimento en la época poco lluviosa.

La Finca tiene un regular trabajo en la diversidad espacial (animales, árboles, frutales, granos, viandas etc.) pero es insuficiente la diversidad temporal (rotaciones de cultivos intercalamientos, asociaciones, silvopastoreo etc.). Páez(2009), en estudios realizados a un grupo de fincas en varias zonas del país demostró la gran reserva de productividad existente en las mismas cuando se aplican principios ecológicos para diseñar agroecosistema sustentables, llegó a la conclusión de que hay que seguir trabajando para hacer más eficiente las fincas como elemento básico de la estructura de producción de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) que hoy aportan más del 80% de los alimentos que se ofertan a la población ocupando un nivel prioritario en la tenencia de tierra y animales en el país.

Lok (2016), publicó que el Ministerio de la Agricultura de Cuba realizó estudios agroquímicos durante el 2015 en las principales empresas ganaderas del país con un área agrícola total de 310269 hectáreas que equivalen al 12% del área dedicada a la ganadería. De lo cual resultó que el 90.6% del área agrícola utilizable en las empresas ganaderas evaluadas está afectada por una o más factores limitantes. Evidenciándose un deterioro progresivo con respecto a 1990 fundamentalmente en el incremento de la erosión de 32.5% a 43%, baja fertilidad natural de 27.7% a 45% y de la acidez de 7% a 26%. Este comportamiento es el resultado del manejo inadecuado mediante prácticas agrícolas y de aplicación de tecnologías no acordes a las propiedades y potencialidades edáficas. Se alerta en este trabajo que uno de los problemas actuales más complejos y difíciles de solución adecuada es el uso racional y óptimo de los suelos en los trópicos húmedos.

También Font, et al. (2014), consideran que la degradación de los suelos se encuentra entre los problemas más apremiantes de la crisis alimentaria mundial y es más acelerada en regiones tropicales debido a la interacción de las características de los suelos y el clima con las prácticas inadecuadas de manejo y que en Cuba alrededor del 43% de los suelos cultivables están erosionados y el 56% son potencialmente erosionables. Por todo ello en este trabajo se consideró que todo intento de diversificación de la producción debe encaminar en primer lugar medidas de mejoramiento y conservación de suelo.

En la Tabla 2 se puede apreciar que la aplicación de medidas permanentes de conservación del suelo permitió retener cantidades considerables de suelo, evitando pérdidas de nutrientes y materia orgánica. Hernández, et al. (2018), coinciden en señalar que las pérdidas de suelo por erosión repercuten directamente en la agricultura al disminuir los rendimientos de los cultivos y los recursos hídricos. En esta tabla también se presenta como las medidas ejecutadas para la conservación del suelo lograron retener 10.16 t/ha/

año de suelo, resultados que concuerdan con lo reportado por Hernández, et al. (2010), los cuales al aplicar en cuatro fincas; labranza mínima, canales terrazas y siembra en contorno, retuvieron de 6 a 18 t/ha/año de suelo y lograron aumentar los contenidos en suelo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y M.O.

Tabla 2. Cálculo aproximado de nutrientes retenidos.

Campo	Suelo retenido (t.ha <sup>-1</sup> )	Nutrientes retenidos (Kg.ha <sup>-1</sup> )		
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	M.O
Semillero	10.16	168.0	294.0	294.6

La Tabla 3 muestra que aquellos cultivos que se desarrollaron en aéreas protegidas tuvieron un rendimiento del 21 al 38 % superior respecto a las áreas que no se les aplicó ningún tipo de medida conservacionista, resultados que coinciden con Riverol et al. (2008), los cuales lograron conservar suelos con pendientes superiores a un 9 % integrando tecnologías de bordos de desagüe con barreras de vetiver, labranza mínima y siembra en contorno, mejoradores orgánicos y abonos verdes en cultivos como el maíz, frijol, maní, tabaco, sorghum, etc. , y reportaron incrementos en el rendimiento de estos cultivo en un 30%. Por otra parte Hernández, et al. (2015), lograron incrementos del 12 al 24 % en los rendimientos de los cultivos cuando se aplicaron medidas conservacionistas del suelo de conjunto con enmiendas orgánicas en áreas de cultivos varios y atenuaron las pérdidas de suelo en 7-15 t.ha<sup>-1</sup> por año.

Tabla 3. Efecto de la conservación del suelo sobre el rendimiento de algunos cultivos.

Cultivos	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )		ES ±	% incremento
	Sin Medidas conservacionistas	Con Medidas conservacionistas		
Yuca	10.2 <sup>b</sup>	11.7 <sup>a</sup>	0.941*	14.7
Tomate	10.3 <sup>b</sup>	12.5 <sup>a</sup>	1.003*	21.3
Frijol	0.95 <sup>b</sup>	1.2 <sup>a</sup>	0.226*	26.3
Maíz	1.3 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>	0.372*	38.4
Boniato	5.3 <sup>b</sup>	6.5 <sup>a</sup>	0.631*	22.6

Letras distintas en la misma fila difieren entre sí, Tukey (P≤0, 05)

Al final del proyecto se realizó un muestreo de suelo en el campo nombrado "Semillero" para estudiar el efecto de las medidas ejecutadas sobre la fertilidad del suelo; lo cual se aprecia en la Tabla 4. Las medidas ejecutadas tuvieron un comportamiento favorable de algunos parámetros que miden la fertilidad del suelo al incrementar ligeramente en todos los casos el contenido de M.O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O manteniéndose el pH en los rangos iniciales, lo cual es muy importante ya que el ecosistema ganadero de la finca en estudio está situado en un suelo con baja fertilidad natural representativo por lo general de la ganadería en Cuba y que ha sufrido un deterioro paulatino en su contenido de nutrientes cuyo comportamiento según Lok (2016) es el resultado de un manejo inadecuado y la falta de mecanismo para el monitoreo y control de la fertilidad del suelo que prevaleció a partir de la década del noventa. Recientemente Miranda, et al., (2018) en un área de monitoreo de la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) "Jesús Suárez Soca" donde se implementaron acciones de MST lograron incrementar moderadamente determinados indicadores de fertilidad de los suelos como el pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, M.O y bases cambiables.

Tabla 4. Efecto de las medidas ejecutadas sobre la fertilidad del suelo.

	pH(c/k)		M.O (%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)		K <sub>2</sub> O(mg/100g)	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
		5.1	5.1	2.1 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	5.6 <sup>b</sup>	6.8 <sup>a</sup>	9.8 <sup>b</sup>
ES±	0.141 <sup>NS</sup>		0.096*		0.217*		0.381*	

Letras distintas en una misma columna difieren entre sí, Tukey (P≤0,05)

Uno de los principales aspectos evaluados en la diversificación de la producción agrícola en la finca fue el uso de policultivos. En Cuba el policultivo se ha practicado en el contexto de una agricultura de supervivencia, desarrollada por campesinos necesitados de lograr un mayor aprovechamiento de su escasa superficie cultivable. Casanova, et al. (2002), plantearon que tradicionalmente los productores de caña de azúcar intercalaban en plantaciones de fomento cultivos de ciclo corto como frijol común, tomate, maní, soya y otros. En el cultivo del plátano y en frutales perennes la calle ancha entre hileras era frecuentemente aprovechada para asociar diversos cultivos de ciclo corto para obtener una mayor producción total y aprovechamiento de los recursos disponibles en el predio, diversidad de productos, efecto económico favorable y menores riesgos al disminuir ataque de plagas. Casanova, et al. (2002), también plantean que para evaluar

la eficiencia biológica de los policultivos se utiliza el Índice de Equivalente de la Tierra (IET) que representa la superficie relativa de tierra cultivada en monocultivo para obtener la misma producción que en la asociación con menor área.

Los resultados obtenidos con el uso del policultivo en esta finca se presentan en la Tabla 5; los cuales indican que 1 hectárea de yuca y frijol desarrollados juntos producen en total los mismos resultados que 1.83 ha de yuca y frijol por separado; es decir que se incrementó la productividad de la tierra en un 83 %. Estos resultados son aproximados a los que hasta el momento tenemos conocimiento de reportados en Cuba (Hernández, 1998).

Tabla 5. Índice de Equivalente de la Tierra (IET) obtenido en la Finca.

Policultivo	Rendimientos (t.ha <sup>-1</sup> )				IET
	Policultivo		Monocultivo		
Yuca + Frijol	Yuca	Frijol	Yuca	Frijol	1.83
	8.2	0.95	7.9	1.20	
	6.0	2.3	6.8	3	

La inclusión de las leguminosas en cualquier sistema de explotación de pastizales (gramíneas forrajeras o de pastoreo) conduce a notables beneficios por la presencia en sus raíces de nódulos con bacterias nitrificadoras que son capaces de tomar el nitrógeno atmosférico aportándole a estas a cambio de recibir carbono, vitaminas y aminoácidos. Esta propiedad permite también disminuir la fertilización nitrogenada, aumentar los rendimientos y reducir la posibilidad de contaminación a la atmosfera.

En la Tabla 6 se observa que las asociaciones gramíneas-leguminosas propiciaron incrementos de la producción de pastos y proteína bruta con niveles de fijación de nitrógeno atmosférico de más de 150 kg. ha<sup>-1</sup> por año, de las cuales la gramínea utilizó el 40 y 34% respectivamente, la cual sustituyó la fertilización nitrogenada de 150kg/ha/año mientras que el promedio de producción de leche no se afectó al sustituir la fertilización nitrogenada. En este sentido Hernández, et al. (1996), plantean que la asociación múltiple de especies de gramíneas y leguminosas se viene estudiando en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" desde 1991 con resultados muy positivos a partir de la obtención de una amplia biodiversidad en el pastizal que favorece el equilibrio leguminosa - gramíneas y propicia la producción de alimento de alta calidad para los animales.

Tabla 6. Asociaciones gramíneas – leguminosas en pastoreo. Efecto sobre rendimiento de materia seca, proteína bruta y producción de leche.

Variantes	Rto. MS (t.ha <sup>-1</sup> )			Rto PB (kg. ha <sup>-1</sup> )			Producción de leche l/ vaca/día
	Gram	Leg	Total	Gram	Leg	Total	
Andropogon 150kg de N/ha/año	10.2 <sup>b</sup>	-	10.2 <sup>c</sup>	644 <sup>c</sup>	-	644 <sup>b</sup>	4.4
Andropogon + Mezcla de Cetros.	10.8 <sup>b</sup>	4.6	15.4 <sup>b</sup>	1 281 <sup>a</sup>	957	2 239 <sup>a</sup>	4.3
Andropogon + Stylosantes	14.7 <sup>a</sup>	5.3	21.0 <sup>a</sup>	1183 <sup>b</sup>	1044	2 227 <sup>a</sup>	4.1
ES ±	0.015*		0.019 *	0.640*		0.649*	

Letras distintas en la misma columna difieren entre sí, Tukey (P≤0,05)

Respecto a la producción de leche, independientemente de que al final de este trabajo se incrementó la cantidad de vacas en ordeño, ésta se incrementó como promedio en 1.2Litro/día (Tabla 7). El incremento en la producción diaria de leche estuvo dado fundamentalmente por la utilización de un mejor manejo de los pastos y forrajes y la incorporación de proteína vegetal en su dieta.

Tabla 7. Variación en la producción de leche.

	Vacas Ordeño	Producciones de leche		
		Litros/vaca/día		Litros/día
		Seca	Lluvias	
Inicio	16	1.8	3.2	40
Final	28	3.2	4.2	104

## CONCLUSIONES

La aplicación de medidas de conservación de suelo en la Finca evitó la pérdida de 10.2 t/ha/año de suelo y retuvieron 168, 294 y 295 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y MO respectivamente. Esto mejoró la fertilidad del suelo e incrementó el rendimiento de yuca, maíz, tomate, frijol y boniato en más de un 20-36 %.

El uso de policultivos permitió incrementar la productividad de la tierra.

Las asociaciones gramíneas-leguminosas propiciaron los incrementos de la producción de pastos y proteína bruta y la sustitución de la fertilización nitrogenada en 150 Kg de N. ha<sup>-1</sup> por año.

Con la aplicación en la Finca de un Manejo Sostenible de la Tierra se obtuvo mayor producción de leche y una mayor productividad de la finca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, E., Morales, A., Ramis, E., Fuentes, E., Pérez, J.M., Riverol, M., Hernández, O., Muñiz, O., & Aguilar, Y. (2010). Uso sostenible de los suelos en Cuba. Editorial Academia.

Cabezas Andrade, R., Montero Casas, R., Pimentel Castañeda, A., Sáez Menéndez, G., López Labarta, O., Montejo Viamontes, J. L. (2017). Programa de manejo sostenible de tierras y adaptación al cambio climático en áreas del poblado de La Gloria. Universidad de Camagüey.

Casanova, A., Hernández, A., & Quintero, P. (2002). Policultivos. Transformando el campo cubano. ACTAF.

Font, L., Calero, B., Muñiz, O., Chaveli, P., Del Castillo, A., Mendoza, L., Curbelo, R., Calero, O., Castillo, J., Montero, R., & Valenciano, M. (2014). Estimación de la calidad del suelo: criterios físicos, químicos y biológicos. *Agrotecnia de Cuba*, 37(2), 13-22.

Fuentes, A., Suárez, R., Marrero, A., Castellano, N., & Soca, M. (2018). Metodología para medir las acumulaciones de suelo retenido en las obras de conservación de suelos. (Resumen ampliado) Comisión II Manejo Sostenible de Tierras. (Ponencia). Congreso Internacional de Suelos 2018. La Habana, Cuba.

Hernández, A. (1998). Evaluación de genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema policultural. (Tesis de maestría). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana.

Hernández, C., Bernal, Y., Muñoz, P., Ríos, C., & González, O. (2015). Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo. *Centro Agrícola*, 42(3), 25-33.

Hernández, C., Bernal, Y., Quintana, O., & Vega, M. (2018). Prácticas de conservación de suelos en la Finca Eliecer del municipio Cumanayagua, Cuba. *Revista Científica Agroecosistema*, 6(2), 112-120.

Hernández, C., Muñoz, P., & Vernal, Y. (2010). Experiencias en la protección del suelo en la provincia de Cienfuegos. (Resúmenes). VII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Escuela Superior de la Industria Básica. La Habana Cuba.

Lok, S. (2016). Los suelos en la ganadería cubana. *Revista ACPA*, 1, 34-38.

Miranda, E., Valido, N., & Amaro, E. J. (2018). Valoración del grado de evolución hacia la sostenibilidad de los suelos de la CPA "Jesús Suárez Soca" tras la implementación de medidas de manejo sostenible de tierras. (Resúmenes). Congreso Internacional de Suelos 2018. La Habana, Cuba.

Muñiz, O. (2017). Degradación de los Suelos. <http://fore-sightcuba.com/degradacion-de-los-suelos>

Páez, E. (2009). La Finca, su desarrollo y el sentido de pertenencia. *Revista Agricultura Orgánica*, 2.

Primelles, J. F. (2017). Conferencia: Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente por un Desarrollo Sostenible. (Ponencia). VII Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible. Camagüey, Cuba.

Riverol, M., Peña, F., Cabrera, E., León, G., Consuelo Hernández, Llanes, J. M., Alfonso, C.A., Aguilar, Y., & Fuentes, A. (2008). Tecnología integral para el manejo de suelos erosionados. Instituto de Suelos.

Soca, C. (1987). Diagnóstico y características de los principales tipos de suelos erosionados de las regiones agrícolas de Cuba. La Habana: Ed. Científico – Técnica,

Vargas, S. (2008). Rediseño, manejo y evaluación de un agroecosistema de pastizal con enfoque integrado para la producción de leche bovina. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

# 10

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## MORFOLOGÍA DEL POLEN DE ESPECIES POLINÍFERAS EN LOS MUNICIPIOS MARA Y MARACAIBO DEL ESTADO ZULIA, VENEZUELA

### POLLEN MORPHOLOGY OF POLLENIFEROUS SPECIES IN THE MARA AND MARACAIBO MUNICIPALITIES OF THE STATE OF ZULIA, VENEZUELA

Víctor Figueroa<sup>1</sup>

E-mail: [victorfigueroa621@gmail.com](mailto:victorfigueroa621@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6623-1336>

Deyanira Araujo<sup>2</sup>

E-mail: [bt2archd@uco.es](mailto:bt2archd@uco.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4182-0315>

Hortensia Galán-Soldevilla<sup>2</sup>

E-mail: [btlgasoh@uco.es](mailto:btlgasoh@uco.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1508-6412>

Pilar Ruiz Pérez-Cacho<sup>2</sup>

E-mail: [pilar.ruiz@uco.es](mailto:pilar.ruiz@uco.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9697-2821>

Giancarlo Piccirillo<sup>1</sup>

E-mail: [picciri@europa.ica.luz.ve](mailto:picciri@europa.ica.luz.ve)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0424-1982>

<sup>1</sup> Universidad del Zulia. Venezuela.

<sup>2</sup> Universidad de Córdoba. España.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Figueroa, V., Araujo, D., Galán-Soldevilla, H., Ruiz Pérez-Cacho, P., & Piccirillo, G. (2020). Morfología del polen de especies poliníferas en los municipios Mara y Maracaibo del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 61-69.

#### RESUMEN

Se estudió e ilustró la morfología polínica de 29 especies poliníferas, distribuidas en 19 familias de angiospermas de los municipios Mara y Maracaibo del estado Zulia, Venezuela. Las familias incluidas en este trabajo fueron: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Caesalpiniaceae, Caricaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Oxalidaceae, Scrophulariaceae, Sapotaceae, Zygophyllaceae. Las descripciones palinológicas incluyen caracteres sobre tipo, abertura, forma, tamaño y polaridad, excluyendo otros caracteres de estudio más profundos como la Intina y la Exina. Las fotomicrografías registradas muestran el polen de las especies representativas de cada una de las familias estudiadas.

#### Palabras clave:

Palinología, polen, Zulia, Venezuela, miel de abeja, angiospermas.

#### ABSTRACT

The pollen morphology of 29 polliniferous species, distributed in 19 families of angiosperms of the Mara and Maracaibo municipalities of Zulia state, Venezuela, was studied and illustrated. The families included in this work were: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Caesalpiniaceae, Caricaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Oxalidaceae, Scrophulariaceae, Sapotaceae, Zapotaceae. The palynological descriptions include characters on type, opening, shape, size and polarity, excluding other deeper study characters such as Intina and Exina. The registered photomicrographs show the pollen of the representative species of each of the families studied.

#### Keywords:

Palinology, pollen, Zulia, Venezuela, honey bee, angiosperms.

## INTRODUCCIÓN

El aporte de polen en la miel permite establecer el origen biogeográfico del producto, debido a que el sedimento de las muestras contiene granos de polen de las distintas especies florales visitadas por las abejas, cuya morfología facilita la identificación de las especies botánicas. El porcentaje de polen más alto en un espectro polínico de frecuencias, está relacionado con la preferencia floral y la densidad de las especies visitadas por las abejas en una zona determinada. En algunos casos, la presencia de polen en el néctar proviene del aporte directo de la planta, del efecto mecánico de los insectos o de la acción del aire. Estos granos permanecen en el néctar de especies con nectarios profundos y flores tubulares. El aporte secundario de polen suele producirse durante el transporte interno en la colmena, en el proceso de alimentación de la cría y el aportado por las operaciones de extracción de la miel. El polen se encuentra tanto libre como mezclado con la miel, donde se modifican sus características físicas y organolépticas, lo que tipifica de alguna manera la calidad del producto (Vorwohl, 1990).

Figuroa, et al. (2019), reporta 60 especies para el municipio Machiques de Perijá del estado Zulia, adyacente a los municipios Mara y Maracaibo, como malezas de potreros, pero que desde el punto de vista apícola son un excelente potencial como fuente melífera de la región.

En bosque muy seco tropical del Jardín de Maracaibo, se registraron 50 especies en 42 géneros y 17 familias de plantas leñosas, lo que proporciona una gran diversidad si se toma en cuenta en tipo de bioma, para las actividades apícolas (Rivera, et al., 2019).

Teniendo en cuenta que existe muy poco conocimiento de las características morfológicas del polen en las especies de Mara y Maracaibo en donde se explore tan importante tema y sabiendo que existe una inmensa variedad de flora que ameritó la ejecución del proyecto, cuyo objetivo se orientó a realizar el estudio de la morfología polínica de las especies polínicas en los Municipios Mara y Maracaibo del Estado Zulia, sirviendo de base para para el conocimiento de la palinología en especies de la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de recolección está ubicada en los Municipios Mara y Maracaibo del Estado Zulia (Figura 1), caracterizada como bosque muy seco tropical (Tabla 1); la recolección de muestras se realizó durante el período de enero de 2008 a diciembre de 2011, en visitas cada 15 días para concordar con la floración de las especies de acuerdo a su fenología.

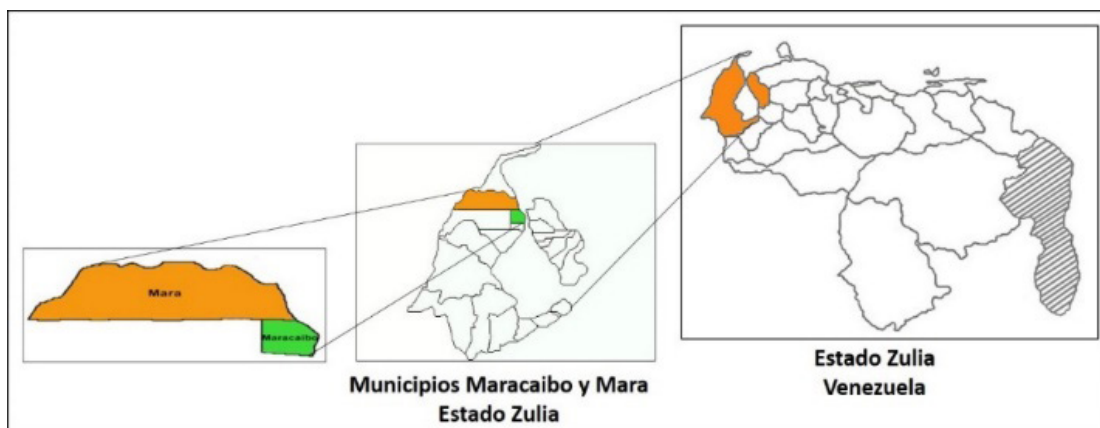


Figura 1. Ubicación geografía de los municipios Mara y Maracaibo.

Tabla 1. Sitios de recolección durante los períodos de floración.

Municipio	Ubicación	Elevación (msnm)
Mara	10°.819226"N -71°.760473"W	72
Maracaibo	10°.532558"N-71°.711884"W	49
Mara	10°.864938"N -71°.888480"W	65
Maracaibo	10°.685978"N -71°.640699"W	33
Mara	10°.819533"N -71°.859250"W	60

Fuente: Asociación de Apicultores del Estado Zulia (2006).

El estado Zulia limita al norte con el Golfo de Venezuela; al sur con los estados Mérida, Táchira y Trujillo; al oeste con la República de Colombia; y al este con los estados Lara y Falcón. Está subdividido en 21 municipios entre ellos Mara y Maracaibo ubicados en la zona noroeste del estado Zulia.

El estado Zulia es una región geográfica que produce miel de reconocida calidad en Venezuela, esta calidad está basada en una flora apícola en la que abundan especies poliníferas y melíferas de las familias Fabaceae, Caesalpiniaceae, Mimosaceae, Rutaceae, Anacardiaceae y Myrtaceae que incluyen *Acacias*, *Citrus*, *Manguijera*, *Anacardium* y *Eucalyptus*, las cuales proporcionan mieles de la más fina calidad (Piccirillo, et al., 1998).

**Preparación de la flora palinológica:** los granos de polen se extrajeron de botones florales de ejemplares recolectados en la fase campo directamente de los individuos de cada especie presente en las zonas de estudio. Se usó la técnica de acetólisis de Erdtman (1952). En la cual, la muestra se trata con una solución de hidróxido de sodio al 10 % y es deshidratada con ácido acético glacial, y con una mezcla acetólica al 9:1 (9 ml de anhídrido acético y 1 ml de ácido sulfúrico). La observación de los granos de polen se realizó utilizando un microscopio óptico (Leica modelo DC 500). Las medidas realizadas a los granos de polen se realizaron a 40 X. Para la descripción de la morfología polínica de cada especie se empleó la terminología y nomenclatura de Erdtman (1952); y Abdel (2016), de acuerdo al tamaño de acuerdo con las siguientes variables: Unidad polínica, polaridad, simetría, aberturas, forma, tamaño y se ordenaron por familias alfabéticamente de acuerdo con Erdtman (1952); López (1986); PalDat (2000 en adelante). Las familias y especies fueron corroboradas utilizando la base de datos The Plant List (2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los municipios Mara y Maracaibo se censaron 29 especies incluidas en 19 familias de interés apícola (Tabla 2), de las cuales se les describió el polen.

Tabla 2. Lista de especies melíferas y poliníferas de los municipios Mara y Maracaibo, Zulia. Venezuela.

Familia	Especie	Nombre común
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell	Bledo, Pira
ANACARDIACEAE	<i>Manguijera indica</i> L.	Mango
ARECACEAE	<i>Adonidia merrillii</i> (Becc). Becc.	Chaguaramo enano
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) of Cook	Palma real
ASPARAGACEAE	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	Espada de Bolívar
ASTERACEAE <i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski		Laurel, Wedelia
BIGNONIACEAE	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Doña Luisa
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i> L.	No me olvides
	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Borrajón, Rabo de alacrán
CAESALPINIACEAE	<i>Peltophorum terocarpum</i> (DC.) K. Heyne	Caro caro
	<i>Tamarindus Indica</i> L.	Tamarindo
CARICACEAE	<i>Carica papaya</i> L.	Lechosa
CONVOLVULACEAE	<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	Batatilla, Campanita
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha hastata</i> Jacq.	Moneda de Bolívar
FABACEAE	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Clavellina roja
	<i>Caesalpinia pulcherrima f. flava</i> (Deg.) H. San Juan	Clavellina amarilla
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	Cuji yaque
MALVACEAE	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	Tapa leche
	<i>Melochia pilosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Bretónica amarilla
	<i>Sida glomerata</i> Cav.	Escoba babosa
OXALIDACEAE	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Tamarindo chino
RUBIACEAE	<i>Ixora coccinea</i> L.	Ixora
RUTACEAE	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Azhar de la india
	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Limón, limonero
SAPINDACEAE	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Cotoperiz
SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Zapote
SCROPHULARIACEAE	<i>Leucophyllum candidum</i> I.M. Johnst	Cilantrillo plateado
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Abrojo

**Amaranthaceae:** en Venezuela se encuentran 14 géneros, de los cuales cuatro son visitados por las abejas (*Amaranthus*, *Celosia*, *Gonphrena* y *Chamissoa*) (López, 1986). En las Figuras 2a se muestra la inflorescencia de la especie *Amaranthus dubius* Mart. *ex Thell.* En la figura 2b se observa el polen estos granos presentaron forma circular, numerosos poros, tipo de aberturas periporados, tamaño pequeño de 10  $\mu\text{m}$ , de forma y de polaridad isopolar. Esta descripción es comparable con la presentada por Erdtman (1966) y PalDat (2000 en adelante).

**Anacardiaceae:** según López (1986), en Venezuela existen 12 géneros (*Anacardium*, *Astronium*, *Camptosperma*, *Cyrtocarpa*, *Loxopterigium*, *Mangifera*, *Mauria*, *Ochoterena*, *Spondias*, *Tapirira*, *Thyrsodium* y *Toxicodendron*) y 24 especies. En la Figura 3a se muestra la inflorescencia de la especie *Mangifera Indica* L. y en la figura 3b se observa el grano de polen el cual presenta un grano de tipo monada con un tamaño de 20  $\mu\text{m}$ , de forma esferoidal y aberturas tricolporado y con polaridad heteropolar, esta especie es comparada con la descritas por Erdtman (1966), y Mora, et al. (2013).

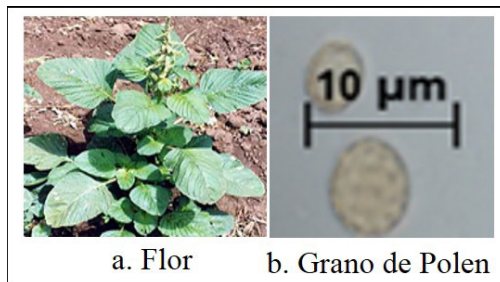


Figura 2. *Amaranthus dubius* Mart. Ex Thell.

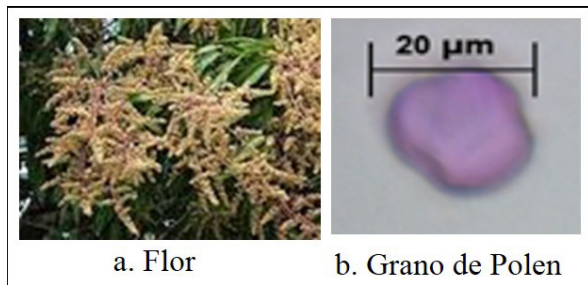


Figura 3. *Mangifera indica* L.

**Areaceae.** En Venezuela esta familia se encuentra bien distribuida y está representada por cerca de 300 especies, 109 de ella autóctonas (Hoyos & Braun, 2001). En la figura 4a se muestra la inflorescencia de la especie *Adonidia merrillii* y en la figura 4b se muestra el grano polen que es de tipo monada con tamaño mediano de 30  $\mu\text{m}$ , forma esferoidal y polaridad isopolar. En la figura 5a se muestran la inflorescencia de *Roystonea regia* en la figura 5b se observa el grano de polen colporados con tamaño de 20  $\mu\text{m}$ , forma circular y polaridad isopolar estas especies fueron comparable con Erdtman (1952), donde se confirma que las características del polen de ambas especies son muy similares.

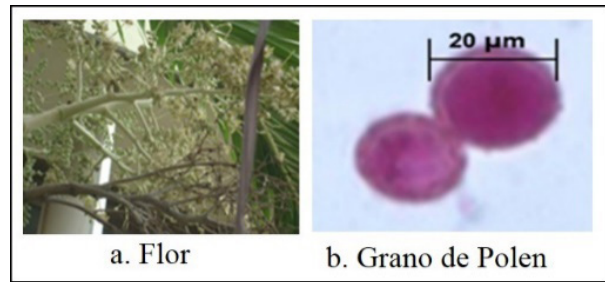


Figura 4. *Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.

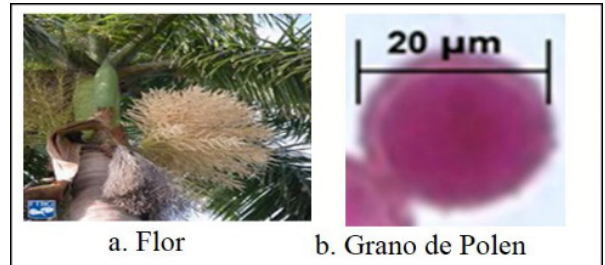


Figura 5. *Roystonea regia* (Kunth) of Cook

**Asparagaceae:** La familia es reconocida por sistemas de clasificación modernos como el sistema de clasificación APG III (Angiosperm Phylogeny Group, 2009) e incluye 165 a 295 especies distribuidas en tres géneros (Watson & Dallwitz, 1992). En la figura 6a se muestra la inflorescencia de la especie *Sansevieria trifasciata* y en la figura 6b se observa el grano de polen el cual es de tipo monada, tamaño de 20  $\mu\text{m}$ , forma ovalada y polaridad: heteropolar. Esta especie es comparable con la base de datos PalDat (2000 en adelante).

**Asteraceae.** Según Llamozas, et al. (2007), la familia Asteraceae representa el tercer grupo taxonómico de angiospermas con mayor número de especies en Venezuela. En la Figura 7a se muestra la inflorescencia de la especie *Sphagneticola trilobata* (L.) A. Hitc. En la Figura 7b se observa el grano de polen que es de forma esferoidal de 10  $\mu\text{m}$ , granos tricolporados con polaridad apolar (Erdtman, 1952).

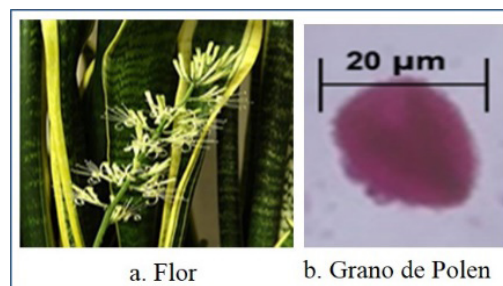


Figura 6. *Sansevieria trifasciata* Prain.



Figura 7. *Sphagneticola trilobata* (L.) A. Hitc.



**Bignoniaceae.** En Venezuela, la familia está representada por plantas arbóreas y arbustivas de los siguientes géneros: *Crescentia*, *Cybistax*, *Delostoma*, *Digomphia*, *Godmania*, *Jacaranda*, *Sparattosperma*, *Handroanthus* y *Tecoma*. También se encuentran especies de otros géneros como *Catalpa*, *Kigelia*, *Parmentiera* y *Spathodea* las cuales han sido introducidas, principalmente como ornamentales (Aristeguieta, 2003). En la figura 8a se muestra la inflorescencia de *Tecomans stans* (L) Juss ex. Kunth. y en la figura 8b se muestra el grano de polen con polaridad isopolar, tamaño de 50  $\mu\text{m}$  con abertura tricolporados (Erdtman, 1952, Mora, et al., 2013).

**Boraginaceae.** López (1986), indica que en Venezuela se encuentran 14 géneros. En la Figura 9a y 10a se muestra la inflorescencia de las especies *Heliotropium indicum* L. y *Cordia Sebestena* L. En la figura 9b se observa el grano de polen de *Heliotropium indicum* L., que tiene un arreglo monada, tamaño de 10  $\mu\text{m}$  con forma ovalada y polaridad isopolar y en la figura 9b se muestra el grano de polen de *Cordia Sebestena* L. con un tamaño mediano de 30  $\mu\text{m}$ , forma esferoidal, con unidad monada y polaridad isopolar. Estas descripciones concuerdan con la presentada por Erdtman (1966).

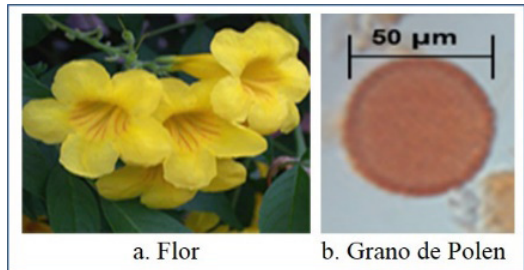


Figura 8. *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth.

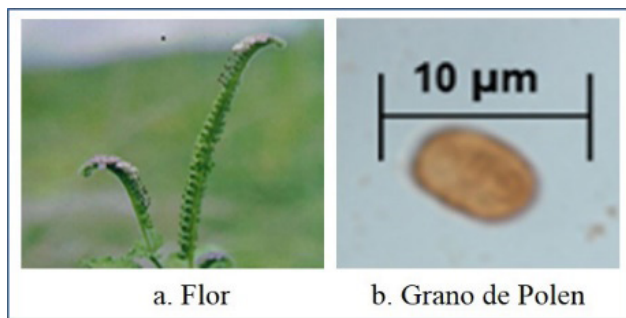


Figura 9. *Heliotropium indicum* L.

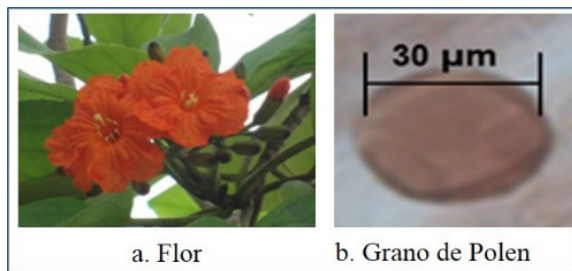


Figura 10. *Cordia sebestena* L.

**Caesalpiniaceae:** Es una familia que comprende aproximadamente 135 géneros y 2500 especies de hierbas, bejucos, arbustos y árboles (Espinoza & Melandri, 2006). En Venezuela se encuentran 45 géneros (López, 1986). En las

Figuras 11a, 12a se observan las flores de las especies *Peltophorum pterocarpum* (DC.) K. Heyne, *Tamarindus indica* L. En la figura 11b se observa el grano el cual presenta forma circular, triaperturado y polaridad apolar polen de tamaño de 40  $\mu\text{m}$ . En la figura 12b se muestra el grano de polen de *Tamarindus indica* L. el cual es tricolporado de tamaño pequeño de 20  $\mu\text{m}$  con unidad monada y polaridad isopolar, esta familia es comparable con la descrita por Bravo, et al., (2004); y PalDat (2000 en adelante).

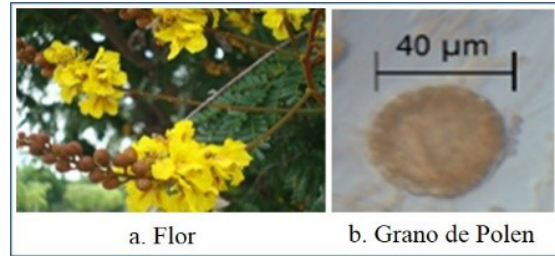


Figura 11. *Peltophorum terocarpum* (DC.) K. Heyne.

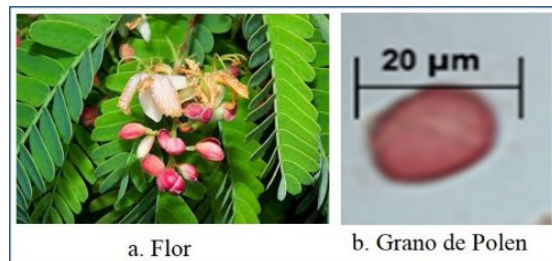


Figura 12. *Tamarindus indica* L.

**Caricaceae.** Es una familia de plantas que reúne a 6 géneros y unas 35 especies. En Venezuela se cultiva el género *Carica* con 7 especies (López, 1986). En la figura 13a se muestra la flor de la especie *Carica papaya* L. y en la figura 13b se muestra el polen el cual es de tamaño pequeño de 20  $\mu\text{m}$ , tricolporado con polaridad apolar y forma esferoidal, esta especie es comparable con la descrita por Erdtman (1952); y PalDat (2000 en adelante).

**Convolvulaceae.** Según Austin & Cavalcante (1982), la familia cuenta con una amplia distribución mundial con numerosas especies en los trópicos y muy pocos en las zonas templadas que comprende 55 géneros con 1930 especies, distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo. En Venezuela se encuentra 17 géneros (López, 1986). En la Figura 14a se muestra la flor de la especie *Meremia macrocalyx* (Ruiz & Pav.) O'Donell y en la figura 14b se muestra el grano de polen el cual presenta un tamaño grande de 50  $\mu\text{m}$ , forma esferoidal, tricolporado y polaridad isopolar, esta familia es comparable con las descritas por Erdtman (1952); y PalDat (2000 en adelante).

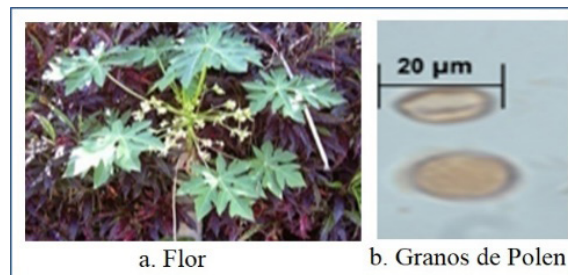


Figura 13. *Carica papaya* L.

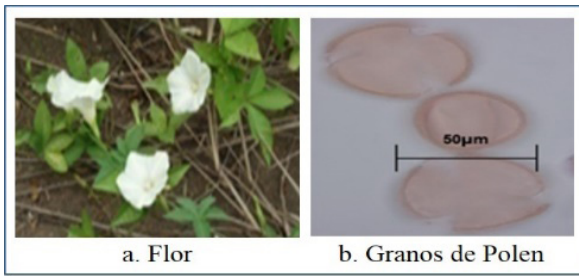


Figura 14. *Merremia macrocalyx*

(Ruiz & Pav.) O'Donell

**Euphorbiaceae:** es una de las familias más diversas entre las angiospermas. La constituyen cinco subfamilias, 49 tribus, 317 géneros y cerca de 8100 especies, distribuidas principalmente en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. En Venezuela existen más de 1500 especies (López, 1986). En la figura 15a se muestra la flor de especie *Jatropha hastata* Jacq. y en la figura 15b se muestra el polen el cual presenta forma esferoidal, reticulada con polaridad apolar, unidad monada y tamaño mediano de 30  $\mu\text{m}$  esta familia es comparable con las propuestas por Erdtman (1952); y PalDa (2000 en adelante).

**Fabaceae:** Esta familia incluye unos 686 géneros y más de 18.000 especies distribuidas en todo el mundo, principalmente en regiones tropicales y subtropicales, bajo clima árido o géneros (López, 1986). En las figuras 16a, 17a y 18a se muestran las especies *Caesalpinia Pulcherrima*, (L.) Sw., *Caesalpinia pulcherrima f. flava* (O. Deg.) H. San Juan y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. y en la figura 16b se muestra el polen de *Caesalpinia Pulcherrima* (L.) Sw. es de forma circular, triapertura y polaridad isopolar y tamaño mediano de 40  $\mu\text{m}$ , mientras que en la figura 17b se muestra el polen de *Caesalpinia pulcherrima f. flava* (O. Deg.) H. San Juan el cual presenta forma circular, unidad monada con polaridad isopolar, apertura triapertura y tamaño mediano de 30  $\mu\text{m}$ . En la figura 18b se muestra el grano de polen de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. es de tamaño pequeño de 10  $\mu\text{m}$ , unidad monada de forma esferoidal, tricolporado y polaridad isopolar. Estos pólenes fueron comparables con la base de datos PalDat (2000 en adelante).

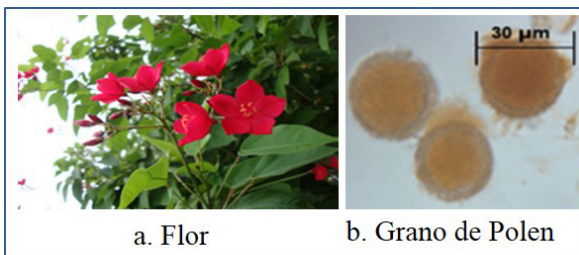


Figura 15. *Jatropha hastata* Jacq.

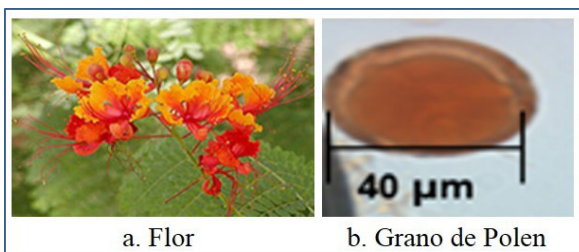


Figura 16. *Caesalpinia Pulcherrima* (L.) Sw.

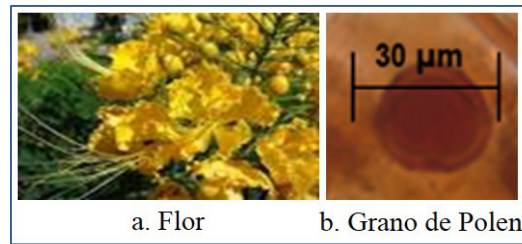


Figura 17. *Caesalpinia pulcherrima f. Flava*

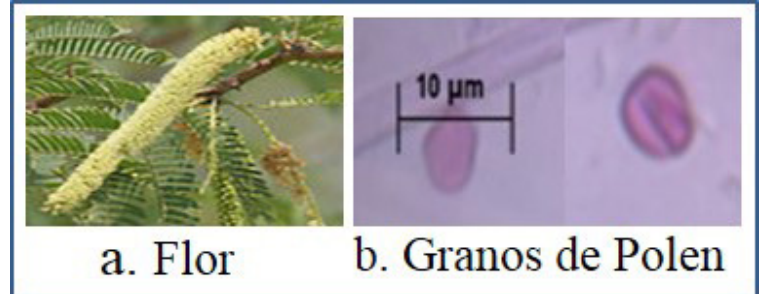


Figura 18: *Prosopis juliflora*

(Sw.) DC.(Deg.) San Juan

**Malvaceae:** es una familia de distribución cosmopolita con 243 géneros y alrededor de 4.300 especies representada en Venezuela por 28 géneros (López, 1986). En las Figuras 19a, 20a y 21a se muestran las flores de las especies de *Abutilon theophrasti* Medik, *Melochia pilosa* (Mill.) Fawc. & Rendle y *Sida glomerata*. Cav. En la figura 19b se observa los granos de polen de *Abutilon theophrasti* Medik es de tipo monada, forma esferoidal, tricolporado, tamaño pequeño de 18  $\mu\text{m}$ , en la figura 20b se muestra *Melochia pilosa* (Mill.) Fawc. & Rendle los granos de esta especie es de tipo monada, forma esferoidal con polaridad isopolar, tamaño pequeño de 20  $\mu\text{m}$  y en la figura 21b se muestra el polen de *Sida glomerata*. Cav. presenta unidad monada, forma esferoidal con polaridad apolar y tamaño mediano 40  $\mu\text{m}$ . Esta familia es comparable con la descrita por Erdtman (1966) y PalDat (2000 en adelante).

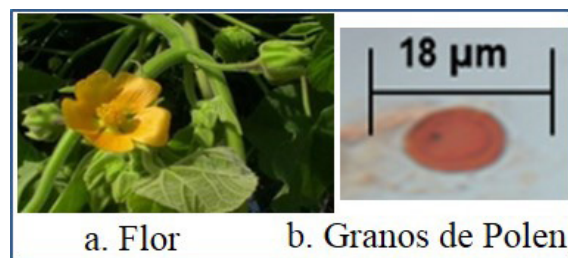


Figura 19. *Abutilon theophrasti* Medik

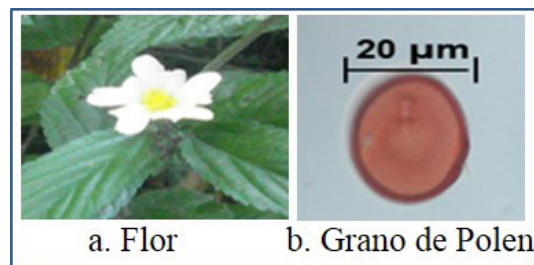


Figura 20. *Sida glomerata*. Cav.

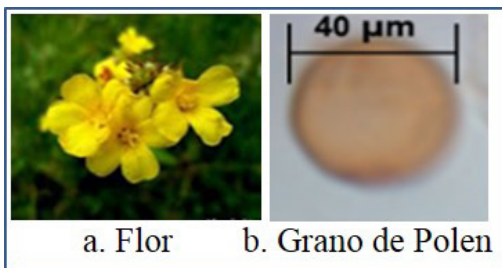


Figura 21. *Melochia pilosa* (Mill.) Fawc. & Rendle

**Oxalidaceae:** la familia está representada por 8 géneros y unas 575 especies, representada por Árboles, arbustos, hierbas herbáceas, hierbas acaules con bulbos, rizomas o tubérculos. Se encuentran en las regiones tropicales y subtropicales, algunas en zonas templadas. Algunas especies se encuentran en áreas perturbadas como bordes de carreteras y tierras cultivadas. En Venezuela se encuentran 3 géneros (López, 1986). En la figura 22a se muestra la flor de la especie *Averrhoa carambola* L. y en la figura 22b se muestra el grano de polen el cual tiene un tamaño pequeño de 10 µm con polaridad isopolar, unidad monada con abertura tricolporado. Esta especie es comparable con la descrita por Erdtman (1966) y PalDat (2000 en adelante).

**Rubiaceae:** es una gran familia que reúne más 6000 especies distribuidas por toda la tierra, aunque tiene su máxima expresión en los trópicos, donde está representada, sobre todo, por plantas leñosas. En Venezuela se encuentran 112 especies como es el caso de las plantas de *Ixora* (López, 1986). En la figura 23a se muestra la especie *Ixora coccinea* L. y en la figura 23b se observa el grano de polen el cual se caracteriza por tener unidad mónadas; tamaño pequeño de 10 µm, colporado con forma esferoidal y polaridad isopolar. Esta especie es comparable con la descrita por PalDat (2000 en adelante).

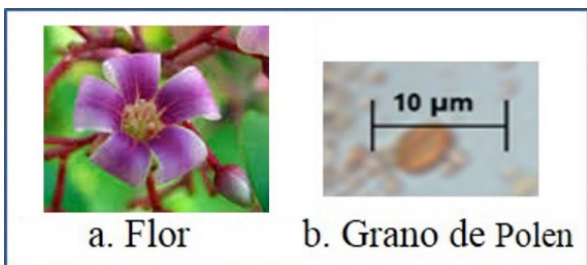


Figura 22. *Averrhoa carambola* L.

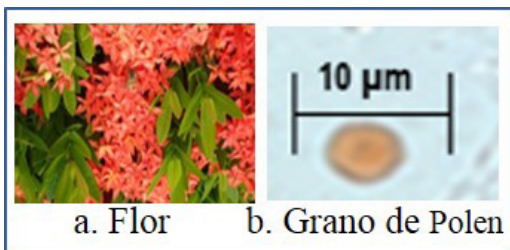


Figura 23. *Ixora coccinea* L.

**Rutaceae:** en esta familia se encuentra el género *Citrus* con numerosas especies de gran importancia económica

por la producción de frutos muy valiosos muy utilizados en todo el mundo como son: la naranja dulce (*Citrus sinensis*, Osbeck), el limón (*Citrus limón*), la toronja (*Citrus paradisi*), la mandarina (*Citrus reticulata*), la naranja agria (*Citrus x aurantium* L.) y otros. En Venezuela se encuentran 31 géneros (López, 1986). En las figuras 24a y 25a se observan las flores de las especies *Murraya paniculata* (L) Jacq. y *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle. En la figura 24b se muestran el grano de polen de *Murraya paniculata* (L). Esta especie presenta un arreglo monada de tamaño mediano de 30 µm, forma esferoidal con apertura colporado y polaridad apolar. En la figura 25b se observa el grano de polen de la especie *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle presenta un arreglo monada con polaridad apolar, forma esferoidal con apertura colporado y tamaño grande de 60 µm. Estas especies son comparables con las descritas por Erdtman (1966) y PalDat (2000 en adelante).

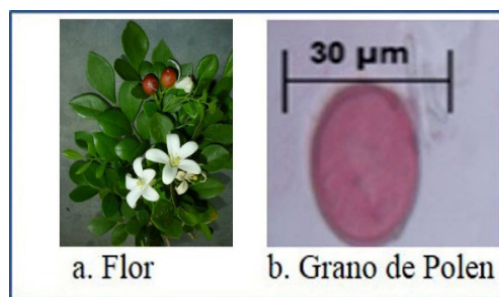


Figura 24. *Murraya paniculata* (L.) Jacq.

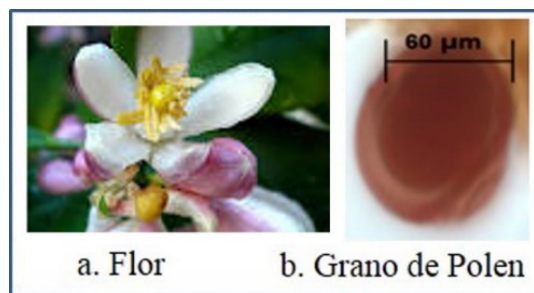


Figura 25. *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle

**Sapindaceae.** Es una familia de plantas perteneciente al orden Sapindales. Hay alrededor de 140-150 géneros con 1400-2000 especies nativas de países cálidos. En Venezuela se cultivan 18 géneros (López, 1986). En la figura 26a se muestra la flor de la especie *Melicoccus oliviformis* Kunth. y en la figura 26b se muestra el grano de polen el cual presenta un arreglo monada, forma circular, colporado y polaridad y tamaño pequeño de 13 µm, esta especie es comparable con Erdtman 1966.

**Sapotaceae:** está constituida por 35 y 75 especies, respectivamente, de arbusto y arbustivo, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales (Ferreira, 2000). En Venezuela se calculan unos 28 géneros (López, 1986). En la figura 27a se muestra la flor de la especie *Manilkara zapota* y en la figura 27b se muestra el grano de polen el cual presenta forma circular, unidad monada, tamaño mediano de 40 µm, colporado y polaridad isopolar esta especie es comparable con Erdtman 1966.

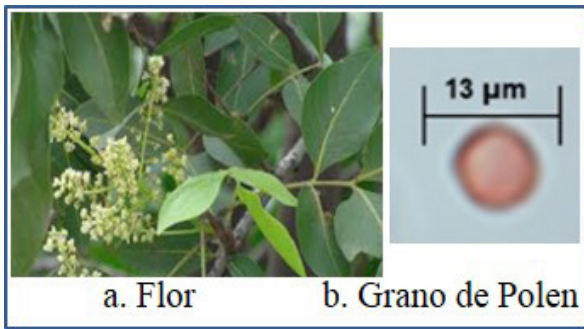


Figura 26. *Melicoccus oliviformis* Kunth.

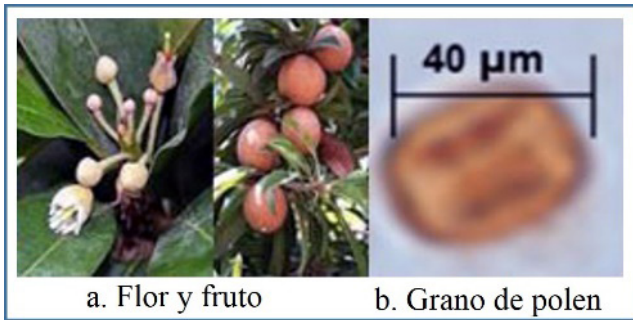


Figura 27. *Manilkara zapota*. (L.) P. Royen

**Scrophulariaceae:** familia con unas 3.000 especies reunidas en cerca de 210 géneros de amplia distribución mundial, pero predominantes en climas templados y fríos de ambos hemisferios; en Venezuela se encuentran 38 géneros (López, 1986). En la figura 28a se muestra *Leucophyllum candidum* IM. Johnst. y en la figura 28b se observa el polen, tamaño pequeño de 23 µm, forma circular y polaridad apolar esta especie es comparable por lo propuesto por Erdtman (1952); y la base de datos de palinología PalDat (2000 en adelante).

**Zygophyllaceae:** es una familia extendida de unos 27 géneros y 285 especies divididas en cinco subfamilias (Sheahan & Chase 1996). Se compone de hierbas, arbustos y árboles que crecen en zonas áridas y semiáridas de los trópicos y subtropicos. En Venezuela se encuentran 4 géneros (López, 1986). En la figura 29a se muestra la flor de especie *Tribulus cistoides*. L. y en la figura 29b se muestra el grano de polen el cual presenta un forma circular, reticulada, polaridad apolar, colporado y de tamaño pequeño de 18 µm. Esta especie es comparable con Erdtman (1952).

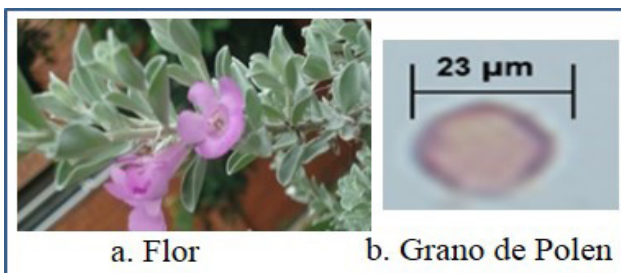


Figura 28. *Leucophyllum candidum* IM. Johnst.

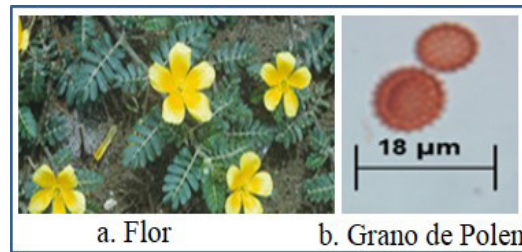


Figura 29. *Tribulus cistoides* L.

## CONCLUSIONES

En el estado Zulia, específicamente en los municipios Mara y Maracaibo se registraron 29 especies de importancia polinifera, incluidas en 19 familias, en etapa de floración durante el período comprendido entre 2008 -2011. Los tipos de polen de las diferentes especies poliníferas descritas en este estudio, presentaron características muy similares a las presentadas en la literatura consultada. Los granos de polen de las familias *Amaranthaceae*, *Anacardiaceae*, *Arecaceae*, *Asparagaceae*, *Asteraceae*, *Asteraceae*, *Bignoniaceae*, *Boraginaceae*, *Bignoniaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Caricaceae*, *Convolvulaceae*, *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Oxalidaceae*, *Rubiaceae*, *Rutaceae*, *Sapindaceae*, *Sapotaceae*, *Scrophulariaceae*, *Zygophyllaceae* poseen características propias de cada familia, que permiten diferenciarlas entre sí.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel, K. (2016). A Systematic Revision of the Genus *Plectranthus* L. (Lamiaceae) in Saudi Arabia Based on Morphological, Palynological, and Micromorphological Characters of Trichomes *American Journal of Plant Sciences*, 7(10), 1429-1444.
- Angiosperm Phylogeny Group. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105-121.
- Austin, D., & Cavalcante, P. (1982). Convolvuláceas da Amazônia. *Museu Paraense Emílio Goeldi*.
- Bravo, J., Delgado, G., & Rojas, C. (2004). Pollen Morphology of Peruvian *Prosopis* (Fabaceae). *Journal of Global Biosciences*, 3(4), 714-724.
- Erdtman, G. (1952). Pollen Morphology and Plant Taxonomy—Angiosperms. *Almqvist and Wiksell*.
- Espinoza, N., & Melandri, J. (2006). Wood anatomy of the tribe Caesalpinieae (LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE), in Venezuela. *IAWA Journal*, 27(1), 99-114.
- Ferreira, R. (2000). Espécies arbóreas ameaçadas de extinção das restingas do norte fluminense. Considerações sobre sua conservação mediante ao emprego paisagístico. (Tesis de maestría). Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- Figuroa, V., Jaimes, E., Larreal, M., & López, D. (2019). Algunas malezas de porteros en el municipio Machiques de Perijá, estado Zulia, Venezuela. *Rev. Proagro*, 6(1), 10-19.
- Hoyos, J., & Braun, A. (2001). Palmas en Venezuela. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 2-5.
- Llamoza, S., Duno, R., Meier, W., Riina, R., Stauffer, F., Aymard, G., Huber, O., & Ortiz, R. (2007). Libro rojo de la flora venezolana. Capítulos 1-7. PROVITA, Fundación Polar y Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser.
- López, S. (1986). Catálogo para una Flora Apícola venezolana. Universidad de los Andes.
- Mora, Y., Medina, W., & Rincón, Y. (2013). Morfología polínica de especies arbóreas predominantes de San José de Cúcuta. *Mundo FESC*, 2(6), 58-75.
- PalDat. (2000). Una base de datos palinológica. <http://www.paldata.org>
- Piccirillo, G., Rodríguez, B., & Rodríguez, G. (1998) Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos en mieles cosechadas durante la época seca de ocho zonas apícolas del Estado Zulia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.*, 15, 486-497
- Rivera, C., Figuroa, V., & Ramírez, M. (2019). Evaluación de la estructura y composición florística de especies leñosas forestales del Jardín Botánico de Maracaibo, edo. Zulia, Venezuela. (Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de Zulia.
- Sheahan, M., & Chase, M. (1996). A phylogenetic analysis of Zygothylaceae R.Br. based on morphological, anatomical and *rbcL* DNA sequence data. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 122(4), 279-300.
- Watson, L., & Dallwitz, M. J. (1992). The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. CAB International.

# 11

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## UNIFORMIDAD DEL RIEGO DE LAS MÁQUINAS DE PIVOTE 4 Y 9 DE LA EMPRESA AGROPECUARIA HORQUITA

### UNIFORMITY OF IRRIGATION OF PIVOT MACHINES 4 AND 9 OF THE AGRICULTURAL ENTERPRISE HORQUITA

Reinaldo Pérez Armas<sup>1</sup>

E-mail: [rpereza@ucf.edu.cu](mailto:rpereza@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6377-8993>

Roberto Fernández Mass<sup>2</sup>

E-mail: [robertofernandezmass2020@gmail.com](mailto:robertofernandezmass2020@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3240-3862>

Héctor Hernández Hernández<sup>3</sup>

E-mail: [hector@dpe.cf.rimed.cu](mailto:hector@dpe.cf.rimed.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-0177>

Lissette Ponce Rancel<sup>1</sup>

E-mail: [lponce@ucf.edu.cu](mailto:lponce@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0889-7492>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

<sup>2</sup> Empresa Agropecuaria Horquita. Cienfuegos. Cuba.

<sup>3</sup> Dirección Provincial de Educación. Cienfuegos. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pérez Armas, R., Fernández Mass, R., Hernández Hernández, H., & Ponce Rancel, L. (2020). Uniformidad del riego de las Máquinas de Pivote 4 y 9 de la Empresa Agropecuaria Horquita. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 70-76.

#### RESUMEN

Con el objetivo de Determinar la uniformidad del riego de las máquinas de pivote central 4 y 9 de la UBPC Victoria de Girón de la empresa agropecuaria Horquita se realizó esta investigación. Se hizo una caracterización edafoclimática del área relacionándola con el cultivo de la papa (*solanum tuberosum* L.) con las variedades Romano, Spunta y Santana. Se describe las características de funcionamiento de las máquinas de pivote central modelo western, las que fueron comprobadas durante su explotación mediante dos evaluaciones pluviométricas empleando el método de Heermann y Hein y cuyos resultados fueron procesados con el software Pluviopivot. Se determinaron los indicadores de calidad área regada adecuadamente (ARA), área regada excesivamente (ARE) y área regada insuficientemente (ARI). Se obtiene como resultados principales que las condiciones edafoclimáticas y de las máquinas son propicias para que el cultivo se desarrolle normalmente, la uniformidad del riego se vio influenciada por el funcionamiento de las boquillas en la máquina 4 y que los indicadores de calidad del riego de la máquina 9 son superiores, aunque en ninguno de los dos casos llegan al 60 % del ARA.

#### Palabras clave:

Riego, uniformidad, pivote central, rendimiento, pluviometría, pluviopivot.

#### ABSTRACT

The Present investigation was realized at the UBPC Victoria de Girón in Horquita Agriculture Enterprise for the sake to determine the uniformity of the irrigation of the machines of central pivot 4 and 9. The soil, climate and the area relating with the cultivation of the potato went through a characterization, they describe the characteristics of functioning of the machines that were proven in their exploitation, two pluviometric evaluations by the method of Heermann and Hein that the data that were defendants with the software contributed Pluviopivot and realized themselves area watered adequately, area watered excessively and area watered insufficiently determined the indicators of quality themselves. The cultivars planted were Romano, Spunta and Santana. They obtain themselves like main results than conditions of soil, climate and the machines are propitious in order that cultivation develops normally, the uniformity of irrigation looked influenced by the functioning of mouthpieces in the first machine and then the indicators of quality of the irrigation of the machine 9 are superior to the ones belonging to 4 although in no one of the two cases they get to 60 % of the AIA.

#### Keywords:

Irrigation, uniformity, central pivot, pluviometry, pluviopivot, potato.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un factor clave en la sociedad humana y su cuidado es un desafío constante (Samian, et al., 2015). Los crecientes niveles de competitividad en el mercado agrícola actual, han motivado la imperiosa necesidad de optimizar los recursos e insumos empleados en los sistemas productivos. Uno de los principales insumos en la agricultura es el agua, que hoy en día no tiene un valor monetario real, por lo que los agricultores no pagan por su uso o por lo menos no por el volumen que usan, sino sólo por la mantención de la infraestructura y sistemas de conducción (Correa, 2003).

En Cuba se impone la necesidad de un uso sostenible del agua y de la creación de una mayor cultura al respecto, compulsada entre otros factores, por su carestía relativa en zonas vulnerables, la pérdida de su calidad original por efecto de la actividad antrópica en determinadas áreas y las pérdidas en su conducción por ineficiencia en los sistemas en operación y por la aplicación de tecnologías inadecuadas, con énfasis en el riego de cultivos agrícolas. Esta necesidad se afianza, además, por un contexto climático complejo que está determinando la ocurrencia más frecuente de fenómenos extremos (sequías prolongadas y huracanes) (Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2009).

La agricultura es uno de los principales consumidores de agua y ante el aumento acelerado de la población mundial no hay otra alternativa que incrementar la producción de alimentos, lo cual es posible por dos vías principales: el incremento de las áreas agrícolas y el incremento de los volúmenes de producción por unidades de área (rendimientos). El manejo de la humedad del suelo es, entonces, un factor clave cuando se trata de mejorar la producción agrícola (Benítez & Castellanos, 2010).

Una evaluación de los registros de la lluvia caída en Cuba, entre los años 1931-2000, muestran un descenso de 1 468 a 1 335 mm de la lluvia hiperanual. Este evento de sequía constituyó el más crítico de esta naturaleza que ha enfrentado Cuba desde el pasado siglo (año 1901), y se ha convertido en un fenómeno cíclico, pues una sequía recurrente ha comenzado en el país desde el 2008, con énfasis especial en las provincias orientales (Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2009).

Las máquinas de pivote central están entre los sistemas de riego más populares en el mundo. Ellas han hecho fácil y muy eficaz el riego en muchas áreas donde otros métodos de irrigación no son adecuados. Durante las últimas tres décadas, las máquinas de pivote central se han perfeccionado mucho. Estos equipos permiten un notable ahorro de agua y energía al compararse con otras técnicas como la aspersión tradicional y los pivotes de accionamiento hidráulico (González, 2006).

De acuerdo con Camejo, et al. (2017), la introducción de las máquinas de pivote central con boquillas de baja presión (spray) y bajantes colocados de 1 m a 2 m del suelo en la papa ha jugado un papel destacado en los resultados obtenidos, ha permitido mejorar considerablemente la calidad del riego, al incrementar el coeficiente de uniformidad que oscilaba entre 65 % y 70 % cuando se regaba con aspersores de impacto hasta valores de 80 % a 86

%, produciendo un incremento notable en los rendimientos que han llegado de 35 - 40 t.ha<sup>-1</sup>.

La evaluación de la calidad y uniformidad del riego con máquinas eléctrica de pivote central no ha sido estudiada en la provincia de Cienfuegos y se conoce muy poco sobre la influencia de estos indicadores en el cultivo de la papa, el que se planta en la Empresa Agropecuaria Horquita, la que por su importancia estratégica ha sido beneficiada continuamente con los cambios de tecnología en los sistemas de riego. A partir de esta situación se realiza esta investigación con el objetivo de determinar la uniformidad del riego de las máquinas de pivote central 4 y 9 de la UBPC Victoria de Girón de la empresa agropecuaria Horquita.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el periodo comprendido de noviembre a marzo tomando como escenario las máquinas de pivote central 4 y 9 de la UBPC Victoria de Girón de la Empresa Agropecuaria Horquita, se encuentra ubicada en los cuadrantes cartográficos (44. 126.64 y 44. 126. 74) colinda por el Norte con el asentamiento de Horquita, por el Oeste con la UBPC Cuba Libre, por el este con terrenos de campesinos de la CCS Antonio Maceo y por el Sur con la Granja 7 de la propia empresa

Se caracteriza el suelo a partir del mapa 1:25 000 del Instituto de Suelos (1989), el mismo está representado por tres contornos, presenta proceso de evolución Ferralítico, con una alteración casi completa de los minerales primarios y materia orgánica bien evolucionada, originado a partir de roca caliza. La clase textural que presentan es Arcilla Caolínica, el drenaje superficial e interno es bueno, la profundidad efectiva variable de un contorno a otro (50, 145, 208 cm)

Se caracteriza el clima a partir de los datos de las variables climáticas aportados por la estación meteorológica de Aguada de Pasajeros los que se relacionan

Para el día de las mediciones se tomaron en el propio lugar con el empleo de equipos portátiles, haciendo observaciones cada 15 minutos de temperatura, humedad relativa, Velocidad y dirección de viento

La caracterización de la máquina se hizo consultando el catálogo que da el fabricante, el que se comprobó en las visitas realizadas donde se observan los parámetros de trabajo, los componentes de las máquinas y su funcionamiento.

Las dos máquinas objeto de este estudio presentan características técnicas similares según el catálogo de las mismas (tabla 1).

Tabla 1. Características técnicas de las máquinas western 4 y 9.

Parámetros	UM	Máquina 4 y 9
Longitud	m	440
Área	ha	60,9
# de torres	U	8
Gasto o caudal	L.s <sup>-1</sup>	78,61
Hidromódulo	L.s <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup>	1,4

Presión de trabajo	bar	3,4
Altura boquilla	m	1
Velocidad máxima	m.min <sup>-1</sup>	5,06

Para la evaluación de las máquinas se empleó la metodología descrita por Lamelas (2011), se emplea como materiales: vasos pluviométricos de forma cilíndrica y tamaño uniforme, con los bordes agudos y sin deformaciones, manómetro, cronómetro, probeta graduada de 100 cm<sup>3</sup>, cinta métrica de 50 m, anemómetro, medidor de gasto

Los volúmenes recolectados se procesaron con el paquete Pluviopivot (Pacheco & Pérez, 2010) con el que se determinó:

- Lámina media ponderada ( $Lm_p$ )

$$Lmp = \frac{\sum_{i=1}^n C_i D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \text{ (mm)}$$

- Lámina media ponderada en el 25 % de la superficie peor regada ( $Lm_{25\%p}$ ). Es similar a la lámina media, pero se toma el 25 % de los pluviómetros que menos agua interceptaron

$$Lmp_{25\%} \% = \frac{\sum_{i=1}^n C_i D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \text{ (mm)}$$

- Coeficiente de uniformidad de Heerman y Hein ( $CU_h$ )

$$CU_h = \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n D_i |C_i - M_c|}{\sum_{i=1}^n C_i \cdot D_i} \right] \cdot 100 \text{ ( \% )}$$

- La Uniformidad de Distribución (UD)

$$D_{25\%} \% = 100 \cdot \frac{V_{25\%}}{V} = \frac{100}{V} \left( \frac{\sum L \cdot S}{\sum S} \right)_{25\%} \text{ ( \% )}$$

Evaluación de la uniformidad y calidad del riego con las máquinas de pivote central empleando la metodología propuesta por Tarjuelo (2005). Con los datos obtenidos en las evaluaciones pluviométricas se determinaron los parámetros de calidad del riego y su uniformidad:

- La altura media recogida (AMR): representa la lámina media recogida por los pluviómetros instalados a lo largo de toda la máquina y ponderado por la distancia. Este valor se obtiene después de procesada con el programa pluviopivot la lámina recolectada con cada pluviómetro
- Área regada adecuadamente (ARA):  $0.85(AMR) \leq ARA \leq 1.15(AMR)$ . Representa las áreas que reciben entre el 85 y el 115 % de la lámina media
- Área regada excesivamente (ARE):  $1.15(AMR) < ARE$ . Representa el área que recibe una lámina superior en un 15 % a la lámina media

- El área regada insuficientemente (ARI):  $0.85(AMR) > ARI$ . Representa el área que recibe una lámina inferior en un 15 % a la lámina media

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de las condiciones del clima en el periodo evaluado no se diferencia de manera notable de otros años, por lo que se ha considerado a este como un año típico donde a excepción de la sequía, que sigue golpeando, las demás variables se comportan alrededor de las medias históricas (Figura 1). La temperatura se mantuvo dentro del rango que exige el cultivo para cada una de las fases del ciclo vegetativo de la papa, es decir temperaturas altas por el día y bajas durante la noche con un gradiente entre 10 y 12 ° C, factor este importante que permitió que cada una de las etapas transcurriera adecuadamente.

La humedad relativa se mantuvo entre 66 % y 75 %, rango considerado óptimo para la planta con lo cual se evitó la aparición de enfermedades de manera intensa que pudieran afectar el rendimiento y con ello los resultados de este trabajo.

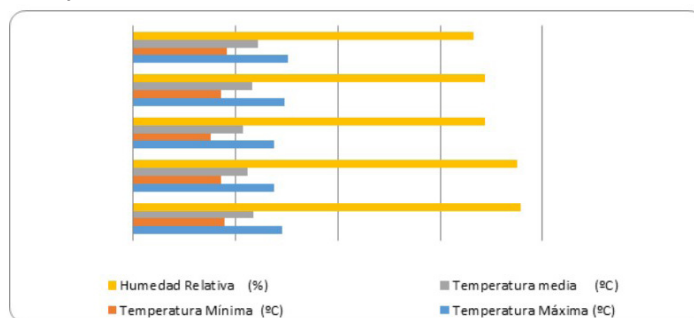


Figura 1. Comportamiento de las variables climáticas.

Las dos máquinas objeto de este estudio se adaptan a las condiciones de suelo, del cultivo y de infraestructuras presentes en las unidades donde han sido instaladas. En general se apreciaron buenas condiciones para el desarrollo del cultivo siempre que se haga un manejo adecuado de las técnicas que se aplican al cultivo y de los recursos disponibles principalmente el suelo y el agua. En condiciones similares de suelo Camejo (2009), estudió el comportamiento del riego con estas máquinas sin que influyeran negativamente en los rendimientos finales.

La evaluación pluviométrica a las máquinas se realizó en horas tempranas de la mañana con una temperatura relativamente altas, los que influyeron en la calidad del riego al acelerar la evaporación del agua lanzada al aire por los emisores constituyendo pérdidas de agua.

El viento, que fue medido sistemáticamente (cada 15 minutos), arrojó una velocidad promedio de 2,2 m.s<sup>-1</sup>, elemento este que también influyó de manera negativa en la evaporación, acelerándola, así como distorsionando el chorro por el arrastre de las partículas finas.

En este sentido Faci, et al. (2001), señalan que hay que tener en cuenta que cuando el riego se efectúa en condiciones de viento, se producen importantes pérdidas por



evaporación y arrastre por el viento y solo una proporción del agua emitida por los aspersores llega al suelo debido a estas pérdidas operacionales del riego.

Se comprobó la velocidad de giro de la máquina, lo que reflejó una diferencia de  $0,03 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  en relación a la velocidad teórica para la regulación del 40 %.

En el comportamiento de la lámina de agua en función de la distancia, obtenida a partir del programa pluviopivot, que aparece en la figura 2, se pudo comprobar que del pluviómetro 1 al 40, sólo uno captó menos agua que el valor de la media ponderada, mientras que el resto de la máquina hay un comportamiento distinto por tramos con valores extremos que sobrepasan la media a excepción del último tramo donde la mayoría capturó menos agua que la media ponderada, esto es descontando los pluviómetros ubicados en el alero de la máquina.

La lámina de agua a aplicar era de 10,15 mm, sin embargo, la media ponderada resultó ser de 8,442 mm, ligeramente inferior debido principalmente a los aspectos señalados sobre la velocidad del viento y la temperatura presente a esa hora del día. Esta influencia del viento coincide con los resultados obtenidos por Espinosa, et al. (2015), en sistemas móviles de aspersión donde un ligero incremento de la velocidad del viento provocó una disminución del CU del 91 % al 81,4%.

Para esta diferencia entre la lámina teórica y la lámina real el coeficiente de uniformidad (Figura 2) es bajo con sólo un 77,3 %, el que no es considerado como bueno según Montero, et al. (2005), quien establece entre 85 % y 90 % el rango para ser considerada una aplicación de riego por aspersión con máquinas como buena.

En una evaluación similar a una máquina Western, pero con velocidad del viento de  $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Pacheco & Pérez (2010), obtuvieron coeficiente de uniformidad superior al 85 %, por lo que consideramos que en nuestras condiciones es posible lograr estos valores y aún superiores.

La uniformidad de la distribución también es bajo lo que explica la diferencia entre las áreas que reciben más agua de la media y menos agua en una misma aplicación.

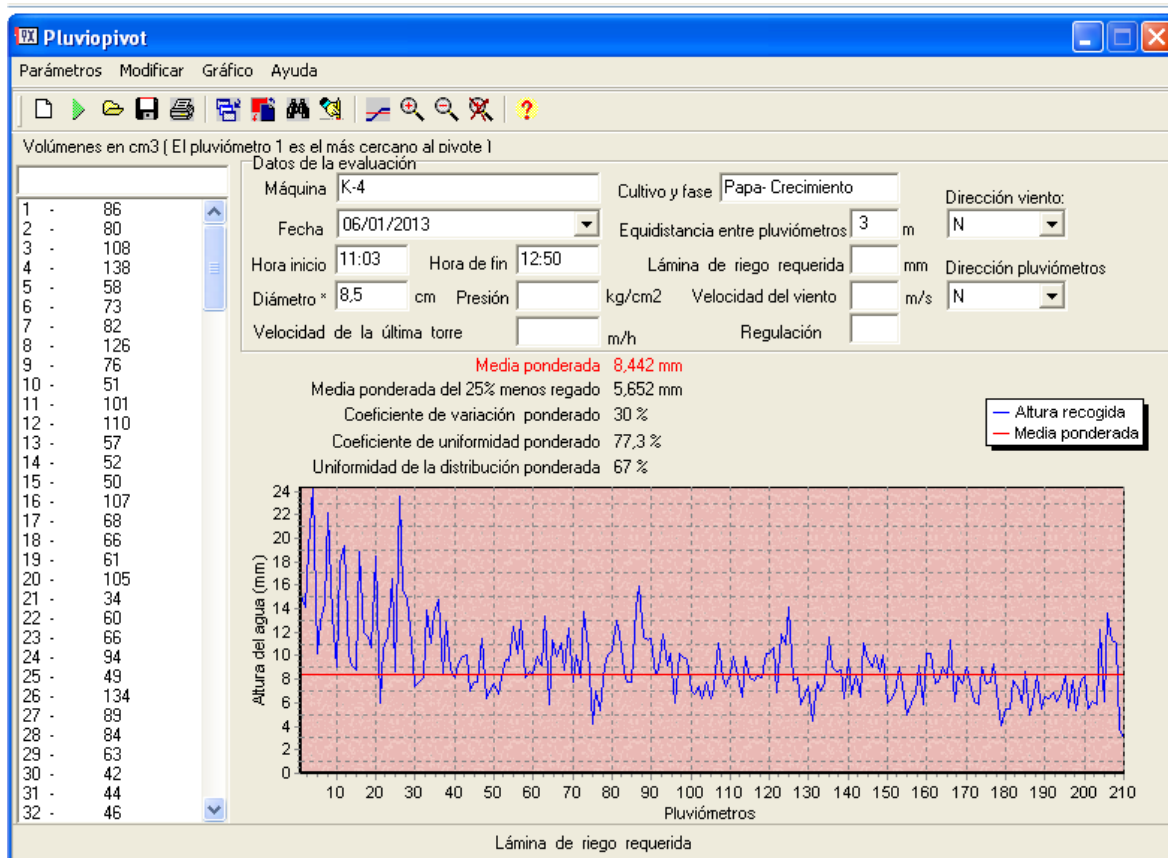


Figura 2. Resultados de la evaluación pluviométrica a la máquina 4.

En la medición realizada a la máquina 9 (figura 3), la velocidad promedio del viento fue de  $1,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , el que no provocó afectaciones en la distribución uniformidad del agua durante el riego, las rachas de viento tampoco excedieron los  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , las que además fueron escasas, por lo que a efectos de esta medición no se consideraron, sólo para determinar la velocidad media.

La temperatura en el momento de iniciar la medición estaba en  $28,3 \text{ }^\circ\text{C}$  y al finalizar la medición  $30,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . se observa que la variación fue significativa con  $2,2 \text{ }^\circ\text{C}$  en los 100 minutos que duró la prueba que comenzó a las 9:10 a.m. y terminó a las 10:50 a.m.

La humedad relativa tomada a partir de la lectura de los termómetros de bulbo húmedo y de bulbo seco reflejó un valor medio de 58 %

La evaluación se hizo teniendo en cuenta la norma o lámina de agua que debía aplicarse al cultivo en correspondencia con el régimen de riego del cultivo, es decir sin modificación ninguna, en correspondencia con el tipo de investigación que se está realizando.

Para esta evaluación la lámina requerida y la aplicada muestran poca diferencia lo que hace que se pueda evaluar desde este indicador que las plantas recibieron la dosis o norma de agua que les correspondía de manera general para este momento.

El coeficiente de uniformidad calculado a partir del procesamiento de la pluviometría registrada refleja un indicador alto de 82,4 % si lo comparamos con la evaluación de la primera máquina, es decir la 4. Esto corrobora lo planteado por Faci, et al. (2001),. Estos valores del CU en ambas máquinas son similares a los obtenidos por Torres & Rodríguez (2018), en un sistema por enrolladores y con velocidades del viento superiores a los 3.7 m.s<sup>-1</sup>

Para esta evaluación el coeficiente de uniformidad ponderado también mostró un mejor comportamiento que el de la evaluación de la primera máquina, como resultado de las mejores condiciones de clima en cuanto al viento principalmente y de funcionamiento de la máquina

En otros trabajos realizado se han encontrado resultados superiores a los obtenidos aquí, como son los de Tornés (2008), en la provincia Granma; y Pacheco & Pérez (2010), en la Empresa Valle del Yabú de Santa Clara. De igual modo hay especialistas que consideran como bueno el riego con un coeficiente de uniformidad inferior a 85 % (Montero, et al., 2005). Sin embargo, para Tarjuelo (2005), un riego está bien aplicado cuando logra un CU entre 85 % y 90 %. A pesar de ello, a consideración de los autores de este trabajo, en esta máquina y en la evaluada anteriormente existen condiciones para lograr aplicaciones del riego por encima del 85 % y es además una necesidad para hacer un uso racional de la energía, del agua, del suelo, del fertilizante que se aplica y para que el cultivo aporte los rendimientos que se requieren.

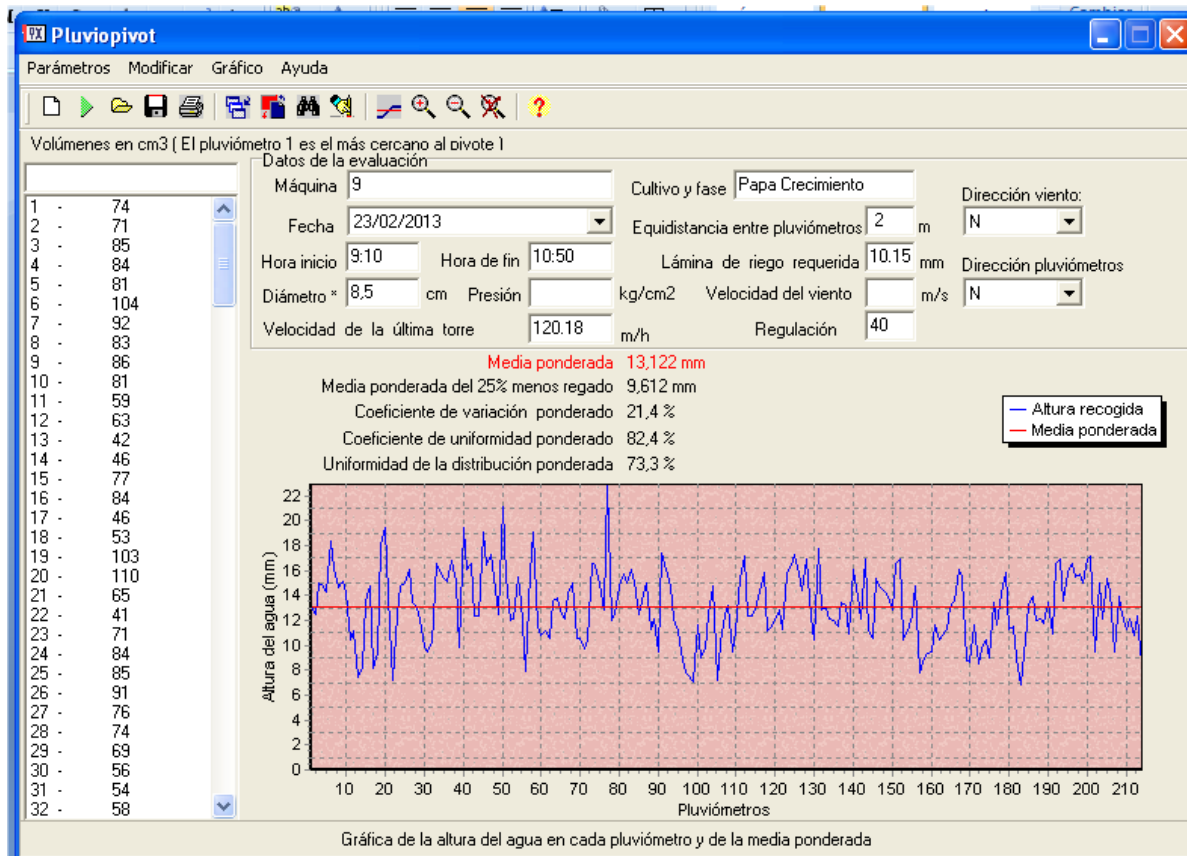


Figura 3. Resultados de la evaluación pluviométrica a la máquina 9. Fuente: Software Pluviopivot.

El comportamiento de la lámina de agua a lo largo de toda la máquina, a partir de la evaluación y ponderación con el programa pluviopivot, permitió comprobar que a pesar de que entre las dos láminas comparadas (la teórica y la ponderada) no existen diferencias notables, entre los pluviómetros sí, pero no es elevada esa diferencia, lo que ayudó a que el CU no reportara valores críticos que devalúen el riego. No obstante, son inferiores a todos los obtenidos por Camejo, et al. (2017), en evaluaciones realizadas en diferentes escenarios de la provincia Ciego de Ávila.

Para resolver estas diferencias, en el suelo después de haber culminado la aplicación del riego, ocurre un proceso de redistribución del agua por diferencias de concentración influenciado por la baja tensión con que es retenida el agua

en aquellos lugares donde se concentra mayor cantidad como resultado de haber recibido más agua que el resto y a partir de que esto sucede es que se puede determinar la verdadera uniformidad en la humedad del suelo

Los valores obtenidos en las evaluaciones en ambas máquinas concuerdan con los que obtuvieron López, et al. (2019), en un estudio realizado en seis máquinas de pivote central de las Empresas Cubasoy y La Cuba de Ciego de Ávila en las que los CU variaron de 77.30 % a 82,8 %

La determinación de la uniformidad de la aplicación del riego en cada una de las evaluaciones realizadas a las dos máquinas permitió conocer el comportamiento real del riego y su calidad a través de dividir el área en tres categorías: Área regada excesivamente (ARE), área regada insuficientemente o subirrigada (ARI) y el Área regada adecuadamente (ARA).

Para la máquina 4 el comportamiento de estas tres categorías de calidad del riego guarda relación con los resultados del coeficiente de uniformidad que se muestran en la figura 2, por lo que el área regada de manera insuficiente ocupa la mayor parte con el 38 %, mientras que el área regada excesivamente ocupa el 26 %.

De ambos valores se infiere que el 64 % del área que beneficia esta máquina está mal regada o que ha recibido una lámina de agua que no se corresponde con los indicadores de calidad es decir no está en el rango entre el 85 % y el 115 % de la lámina media. Sólo el 36 % del área total se considera regada adecuadamente lo que evidencia que el riego en general es de baja calidad.

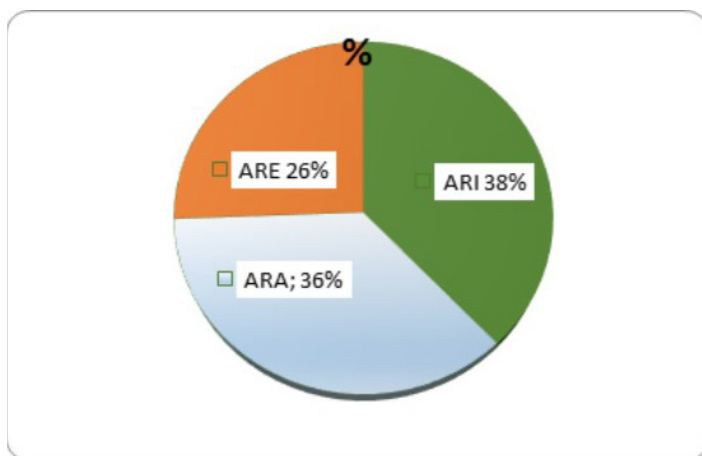


Figura 4. Comportamiento de los indicadores de calidad del riego en la máquina de pivote central 4.

En la evaluación realizada a la uniformidad y calidad del riego en la máquina 9 se aprecia un mejor comportamiento respecto a la máquina 4 demostrado con que el 53 % del área está regada adecuadamente, mientras el resto, es decir el 47 % se puede calificar como mal regada pues recibió una lámina excesiva (21 %) o una lámina insuficiente (26 %). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Jiménez, et al. (2010), en cuya evaluación el área regada adecuadamente (ARA) nunca superó el 60 %.

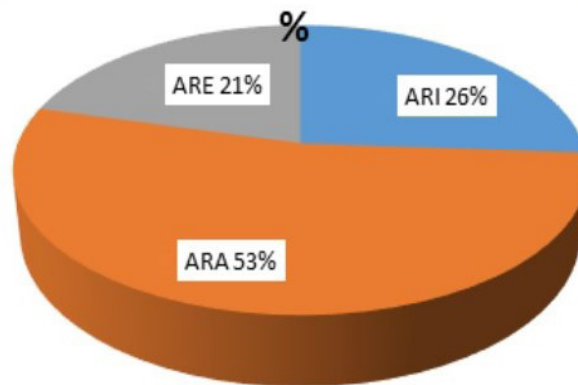


Figura 5. Comportamiento de los indicadores de calidad del riego en la máquina de pivote central 9.

## CONCLUSIONES

Las condiciones edafoclimáticas del área y las características de las máquinas están adecuadas a las exigencias del cultivo de la papa. La evaluación pluviométrica de las máquinas 4 y 9 mostró coeficientes de uniformidad de 77,3 % y 82,4 % respectivamente, inferiores al 85 % que es el indicador de buena uniformidad.

El mal funcionamiento de algunas de las boquillas en el primer y último tramo de la máquina 4 afectaron la uniformidad del riego.

La máquina 9 ofrece mejores indicadores de calidad de riego a partir de regar con un CU del 82,4 % y una UD 73,3 % que permitió obtener un 53 % ARA, 21 % ARE y 26 % ARI.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benítez, J., & Castellanos, A. (2010). Mejorando la humedad del suelo con agricultura de conservación. LEISA - Revista de Agroecología, 19(2).
- Camejo, L. (2009) Organización de la explotación en máquinas de pivote central eléctricas para el riego del cultivo de la papa. Suelo y Agua. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 18(4), 65-68.
- Camejo, L., Duarte, L., & Guerra, G. (2017). Diseño agronómico en máquinas de pivote central, rendimientos, ahorro de agua y energía. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 38(2), 3-16.
- Correa, C. L. (2003). Diseño, construcción y evaluación de un sistema de programación automática de riego con Pc. (Proyecto de habilitación profesional). Universidad de Concepción.
- Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2009). Reglamento para la operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje. Resolución 90/2004. CITMA.
- Espinosa, E., San José, L. M., & Zanette J. (2015). Evaluación de la calidad de riego de máquinas móviles. **Revista Ingeniería Agrícola**, 5(3), 29-34.

- Faci, J. M., Salvador, R., Playán, E., & Sourell, H. (2001). Comparisson of mixed and rotating spray plate sprinklers. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 127 (4): 224-233.
- González, P. (2006). Manual para el diseño y operación de máquina de pivote central. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 11(1), 47-53.
- Jiménez, E. R., Domínguez, M., Pérez, R., Montero, L., & Cun, R. (2010). Estudio de la uniformidad de riego, en una máquina de pivote central. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(1), 73-78.
- Lamelas, C. (2011). Elementos parciales para la evaluación de los sistemas de riego a presión. INICA. MINAZ.
- López, M., Carmenate, D., Mujica, A., & Paneque P. (2019). Criterios de eficiencia para la evaluación del riego por aspersión. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3).
- Montero, J., Ortega, J. F., Honrubia, F. T., Ortiz, J., & Valiente, M. (2005). Recomendaciones para un adecuado diseño y manejo de los sistemas de riego por aspersión. Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla.
- Pacheco, J., & Pérez A. (2010). Evaluación del manejo del riego de la papa en la Empresa de Cultivos Varios. Valle del Yabú. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(3), 46-51.
- Samian, M., Mahdei, K. N., Saadi, H., & Movahedi, R. (2015). Identifying factors affecting optimal management of agricultural water. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 14, 11-18.
- Tarjuelo, J.M. (2005). *El riego por aspersión y su tecnología*. Mundi-Prensa.
- Tornés, N., Pujol, P., Gómez, Y., Boicet, T., & Cintra, L. (2008). Evaluación de la calidad del riego en máquinas eléctricas de pivote central del modelo o tipo Bayama. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(1).
- Torres, A. C., & Céspedes, L. (2018). Evaluación hidráulica del riego con enrolladores en el cultivo de la caña de azúcar. REDEL. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 2(4).

# 12

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## VARIABILIDAD ESPACIAL DEL FÓSFORO ASIMILABLE EN UN SUELO FERRALSOL CULTIVADO CON CAÑA DE AZÚCAR

### SPATIAL VARIABILITY OF THE ASSAILABLE PHOSPHOROUS IN A FERRALSOL SOIL WITH SUGARCANE CROP

Yasmany García López<sup>1</sup>

E-mail: [yasmany.garcia@epicamt.azcuba.cu](mailto:yasmany.garcia@epicamt.azcuba.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5629-4074>

Yavay Sánchez Estenoz<sup>1</sup>

E-mail: [yavay.sanchez@epicamt.azcuba.cu](mailto:yavay.sanchez@epicamt.azcuba.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5968-0408>

Miriam Bárbara Orozco Bravo<sup>1</sup>

E-mail: [miriam.orozco@epicamt.azcuba.cu](mailto:miriam.orozco@epicamt.azcuba.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8229-5011>

Emilio Antonio Fernández Vázquez<sup>1</sup>

E-mail: [emilio.fernandez@epicamt.azcuba.cu](mailto:emilio.fernandez@epicamt.azcuba.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8492-3619>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

García López, Y., Sánchez Estenoz, Y., Orozco Bravo, M. B., Fernández Vázquez, E. A. (2020). Variabilidad espacial del fósforo asimilable en un suelo ferralsol cultivado con caña de azúcar. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 77-82.

#### RESUMEN

Las caracterizaciones espacio-temporales de propiedades del suelo en un agroecosistema, son cruciales para el monitoreo de las funciones de este recurso y el entendimiento de los principales procesos influyentes. Para conocer la variabilidad espacial del fósforo asimilable, determinado en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1N, se realizó un estudio ubicado entre las coordenadas 22° 25' 42" N a 22° 29' 39" N y 80° 57' 22" O a 80° 52' 43" O sobre un suelo Ferralsol. Se muestrearon 74 campos de caña de azúcar, para un área de 1261,4 ha y 241 muestras. Cada muestra se formó a partir de 30 sub-muestras tomadas a la profundidad de 0 a 20 cm. Se realizó una transformación logarítmica para obtener ajuste de los datos a una distribución normal. Se ajustó un modelo exponencial al semivariograma experimental y la interpolación se realizó por el método de kriging ordinario. La distancia máxima encontrada a partir de la cual las muestras son espacialmente independientes fue de 223,3 m para los parámetros considerados en este trabajo.

#### Palabras clave:

Agroecosistema, geoestadística, mapa de nutriente.

#### ABSTRACT

The soil properties spatio-temporal characterizations at an agroecosystem, are crucial for monitoring the functions of this resource and understanding the main influencing processes. In order to know the spatial variability of the assailable phosphorus determined in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1N, was carried out a study located between the coordinates 22° 25' 42" N to 22° 29' 39" N and 80° 57' 22" W to 80° 52' 43" W, on a Ferralsol soil. It was sampled 74 sugarcane fields, for an area of 1261.4 ha and 241 samples. Each sample was formed from 30 sub-samples taken at depth from 0 to 20 cm. It was performed a logarithmic transformation to obtain the data at a normal distribution. An exponential model was fitted to the experimental semivariogram and the interpolation was performed by the ordinary kriging method. The maximum distance found, from which the samples are spatially independent was 223, 3 m for the considered parameter on this work.

#### Keywords:

Agroecosystem, geostatistics, nutrient map.

## INTRODUCCIÓN

La habilidad para entender el recurso suelo depende de la escala en que se observa y se modelen sus características y procesos (Paterson, Minasny y McBratney, 2018, p. 60). Mantener la infraestructura ecológica del suelo; reforzar sus propiedades en general es un requisito para una intensificación sostenible.

Este bien es un importante almacén de elementos liberados al ambiente como resultado de acciones antrópicas. Los mapas de distribuciones geoquímicas de diferentes elementos, pueden revelar relaciones espaciales y contribuir a propuestas de valoraciones de riesgos como base para los procesos de toma de decisiones. Para tomar medidas eficaces para mejorar los servicios ecosistémicos del suelo, sus propiedades y procesos que sostienen cada servicio necesita ser investigado en detalle (Su, et al., 2018).

El fósforo es un elemento esencial y sus niveles en el suelo se deben mantener o mejorar para el crecimiento de los cultivos (Khan, et al., 2018). Aumentar los conocimientos sobre las distribuciones espaciales de las diferentes propiedades químicas como el fósforo asimilable, es vital para los manejos de tierras y el mantenimiento o aumento de los niveles de producción, así como proveer aspectos importantes para la conservación del suelo y la modelación ambiental (Guan, et al., 2017; Bhunia, et al., 2018). La caracterización espacial requiere de numerosos datos de campos que pueden ser colectados métodos directos o indirectos (Bogunovic, et al., 2017). El análisis espacial permite la elaboración de mapas de variabilidad del suelo. Los mapas resultantes proveen sugerencias para las prácticas de recuperación de la calidad del suelo que deben ser acogidas para alcanzar sostenibilidad en la agricultura (Bogunovic, et al., 2018).

Las bibliografías reportan diferentes distancias a la cual las muestras de suelo están correlacionadas; en función de la forma en que son colectadas, el área que estas representan y los tipos de suelo. El objetivo de este trabajo estuvo dirigido a evaluar la variabilidad espacial de fósforo asimilable en un suelo Ferralsol bajo el cultivo de la caña de azúcar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el año 2015 y se localizó en un agroecosistema de cultivo de caña de azúcar, ubicado entre las coordenadas 22° 25' 42" N a 22° 29' 39" N y 80° 57' 22" O a 80° 52' 43" O sobre un suelo Ferralsol del municipio de Calimete (Matanzas, Cuba). Basado en informaciones de la Estación Meteorológica de Colón, ubicada a 22° 41' 04" N y 80° 55' 30" W, los valores medios de temperatura más altos se registran en la temporada lluviosa y época de verano, con cifras que oscilan entre 25 °C y 27 °C, en los meses de julio y agosto. Las precipitaciones entre los años de 2008 a 2017 han estado comprendidas en un promedio anual de 1539 mm, donde el período lluvioso es de mayo a octubre, en el cual cae 85% de las precipitaciones totales anuales. Un período de pocas precipitaciones se establece en los meses de noviembre a abril, donde se registra 15% de las lluvias anuales.

Para la colecta de muestras de suelo se muestrearon 74 campos (Unidad Mínima de Manejo) bajo este cultivo, para un área total de 1261,4 ha, de ellas bajo riego 38 % (figura

1) y el total de muestras fue 241. Del área evaluada, 62, 5 % está estructurada en UMM de más de 20 ha. La máxima dimensión fue de 38,22 ha y la mínima de 1,92 ha. Las dosis de fertilizantes recomendada para el año anterior al muestreo de suelo oscilaron entre 25 y 80 kg\*ha<sup>-1</sup>. Cada muestra se formó a partir de 25 sub-muestras tomadas a la profundidad de 0 a 20 cm, con el uso de barrena agroquímica y en forma diagonal para cada UMM; posterior a la cosecha de cada campo en el 2015.

En las áreas establecidas de una o más cosechas (93.3 % del área), las 25 sub-muestras se tomaron de forma alterna en el surco y entre surco. El muestreo se ajustó para áreas menores o iguales a 5 ha. En el caso en que las dimensiones de las UMM sobrepasaban las 5 ha, se incrementó el número de muestras tomadas, dividiendo el área hasta obtener las extensiones especificadas y aplicar el muestreo descrito. También se georreferenció el centro de cada UMM o área dividida.

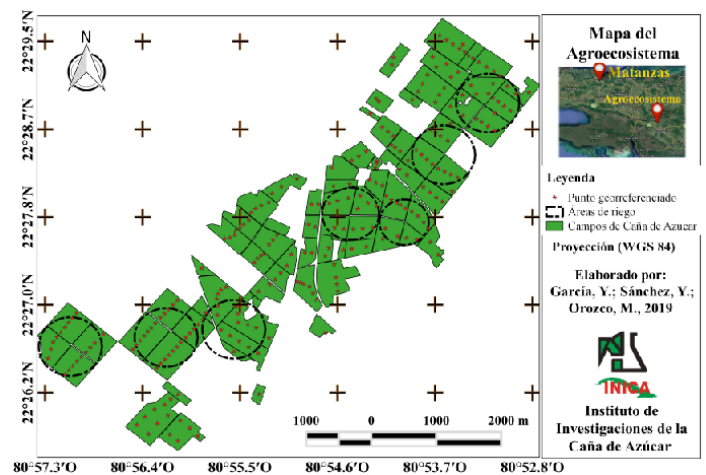


Figura 1. Mapa del área de estudio.

El análisis químico de las muestras colectadas se realizó en el laboratorio de suelo, agua y tejido vegetal de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar "Antonio Mesa Hernández" de Jovellanos, Matanzas. El indicador que se presenta en este trabajo es el fósforo asimilable determinado en una extracción de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,1 N; el cual es utilizado en las recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar en Cuba (Pérez, et al., 2015).

El gráfico Q-Q se creó para analizar la distribución de los datos. El método de *Lilliefors* y los coeficientes de asimetría y kurtosis evalúan la normalidad, lo que tiene importantes implicaciones en el desarrollo de los métodos de interpolación. Para ajustar los datos a una distribución normal se utilizó una transformación logarítmica de los mismos. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el software R (versión 3.5) y el mapa con el software QGIS (versión 2.6.1).

El análisis geo-estadístico fue empleado para describir la variación espacial del fósforo asimilable en el área de estudio. Se determinó con la modelación del semivariograma experimental (ec.1).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(xi) - Z(xi + h)]^2 \quad (1)$$

Donde:  $\gamma(h)$  es la semivarianza para todas las muestras localizadas en el intervalo de distancia;  $h$ .

$N(h)$ , es el número total de pares de muestras separados el intervalo de distancia;  $h$ .

$Z(x_i)$  es el valor de la muestra en una localización;  $x_i$ .  $Z(x_i+h)$  es el valor de la muestra a la distancia de intervalo  $h$  desde  $x_i$ .

El ajuste a una función permite extraer una serie de parámetros que son los que van a ser usados para la interpolación geoestadística (*kriging*) y que definen el grado y escala de variación espacial. Estos parámetros son el rango ( $A$ ), el *nugget* ( $C_0$ ), el *sill* ( $C_0+C$ ). El rango ( $A$ ) es la distancia a la que la semivarianza deja de aumentar, por tanto, indica a partir de dónde las muestras son espacialmente independientes unas de otras y representa el tamaño de mancha de la variable.

El *nugget* ( $C_0$ ) es la varianza no explicada por el modelo y se calcula como la intercepción con el eje Y. La máxima semivarianza encontrada entre pares de puntos se conoce como *sill* y debe coincidir con la varianza de la población. Para el ajuste se utilizó el modelo Exponencial (ec.2); pues está entre los más empleados (Gallardo, 2006) y presentó el menor valor en la suma de cuadrados del error (SCE).

$$\gamma(h) = S \left[ 1 - \exp(-3h/a) \right] \quad \text{para } h \geq 0$$

$$\gamma(h) = S \left[ 1 - \exp(-3h/a) \right] \quad \text{para } h \geq 0 \quad (2)$$

Donde:  $\gamma(h)$  es la semivarianza en el intervalo de distancia  $h$ ;  $a$  es el rango ( $A$ ). Este modelo tiene un comportamiento lineal a distancias de separación pequeñas cerca del origen, pero se va aplanando a mayores distancias y alcanza el *sill* en  $a$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mapa de los datos (Figura 2) da una primera idea de la distribución de los valores en la zona de estudio. Así se puede distinguir valores muy altos (mayores a 130 ppm) y valores bajo (menores a 12 ppm)

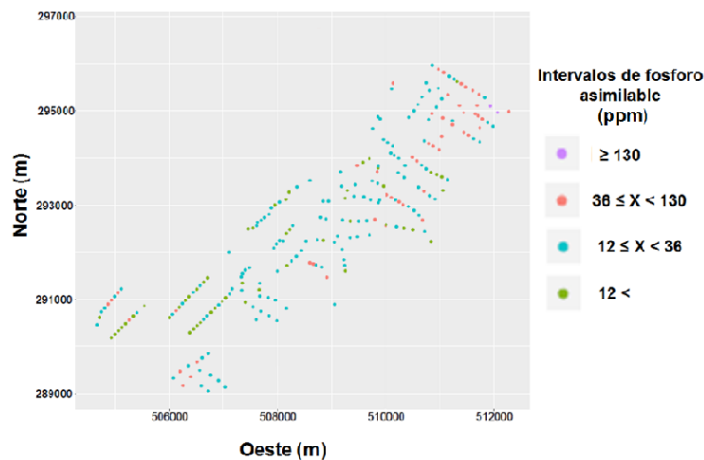


Figura 2. Mapa de los datos de fósforo asimilable a la profundidad de 0 a 20 cm, determinado en H2SO4 0.1 N.

Los datos mostraron una dispersión con respecto a la media con un coeficiente de variación de 87,4 % (tabla 1). Esto corresponde con la heterogeneidad del suelo, además han sido muestreados diferentes campos de caña de azúcar, cada uno ha estado sometido al monocultivo de la caña de azúcar y a manejos de fertilización acorde a sus propiedades químicas. Según Piotrowska-Długosz, et al. (2019), aunque los suelos presenten el mismo origen, estos difieren en sus propiedades físicas y químicas. El paisaje y los manejos pueden generar cantidades desiguales de nutrientes en el suelo dentro de los campos de cultivo (Logsdon & Cole, 2018).

Tabla 1. Descripción estadística.

Variable	Fósforo asimilable (ppm)
Cantidad de muestras de suelos	241
Media	20
Desviación estándar	23,4
Coeficiente de variación	87,4

Al realizar la prueba de *Lilliefors* (tabla 2), se comprobó que los datos originales no se ajustan a una distribución normal. Con la transformación logarítmica se consiguió mejor ajuste a la curva normal teoría; por lo que los datos transformados fueron la base para el análisis espacial. Lo que coincide con Vasu, et al. (2017), para diferentes propiedades del suelo incluido el fósforo disponible.

Tabla 2. Prueba de normalidad de *Lilliefors*.

Variable	Cantidad de muestras	Asimetría	Kurtosis	Lilliefors	Sig.
Fósforo asimilable (ppm)	241	3,2	16,4	0,17	2.2 e <sup>-16</sup>
Transformada de los datos [Log (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +1)]	241	-0,1	0,6	0,04	0.35

En la figura 3 (a) se observa el histograma de frecuencia de la variable original con un comportamiento asimétrico que corresponde con su falta de ajuste a una distribución normal. Mientras que en la figura 3 (b) se observa el histograma de frecuencia de la variable, fósforo asimilable posterior a la transformación logarítmica, realizada para obtener ajuste de los datos a una distribución normal.

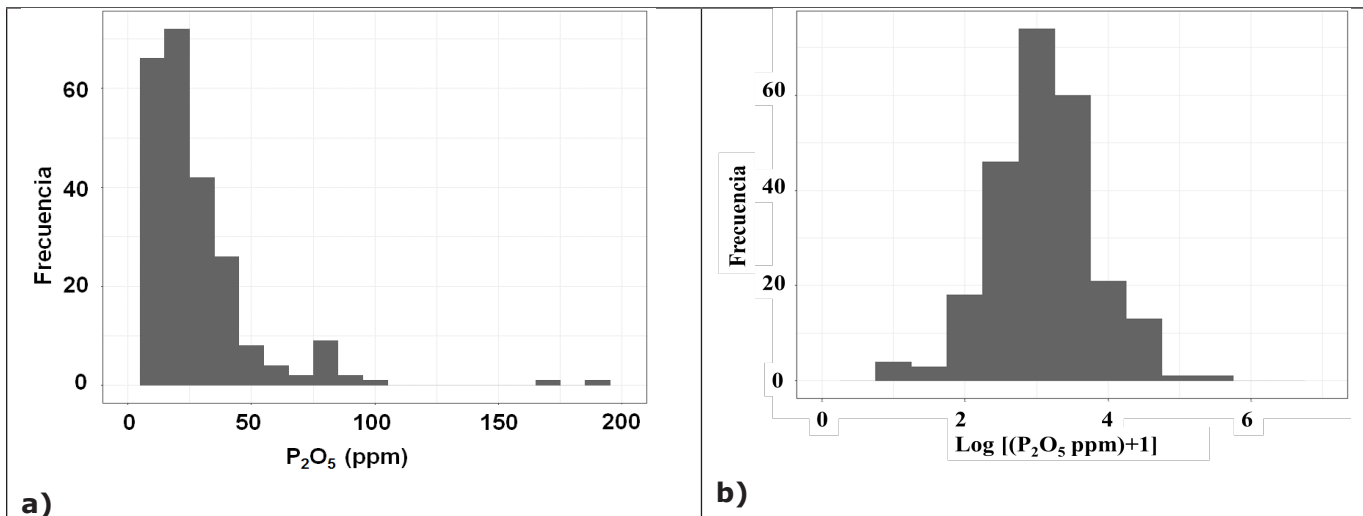


Figura 3. Histogramas de frecuencias de la variable original (a) y transformada (b).

### Análisis estructural

En la figura 4 se presenta el semi-variograma *cloud*, donde se observan todo los pares que se forman a partir de los datos obtenidos. Este grafico es una primera aproximacion visual de como se comportan los datos para cada distancia.

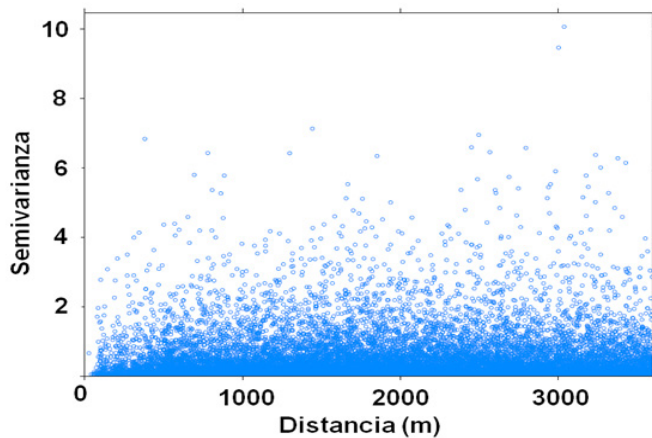


Figura 4. Semi-variograma *cloud* confeccionado a partir de los datos.

En la figura 5 se muestra el semivariograma experimental con el modelo ajustado y en la tabla 3 aparecen los diferentes modelos probados. Se seleccionó el modelo que presentó el menor error de la suma de cuadrados. La selección del modelo exponencial para valores de fósforo del suelo coincide con Sankar, et al., (2018).

Tabla 3. Suma de cuadrados del error.

Modelo	Método	(SCE)
Esférico	$N_j/h_j^2$	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Esférico	OLS	0.024
Exponencial	$N_j/h_j^2$	$1.4 \cdot 10^{-5}$
Exponencial	OLS	0.022
Gaussiano	OLS	0.024

El rango obtenido para el fósforo asimilable del suelo fue de 223.3 m (figura 5). En Fu, et al. (2010), con un modelo esférico se halló un valor de 264 m. Vasu, et al. (2017), hallaron un valor de 1160 m para este elemento. La naturaleza de los datos, es decir, la forma en que son colectados puede incidir en diferentes patrones espaciales (Gallardo, 2006); además de los manejos realizados, aspecto a considerar en el caso de áreas monocultivadas con caña de azúcar, que presenta labores como la fertilización por surcos en una dirección dentro de los límites de los campos.



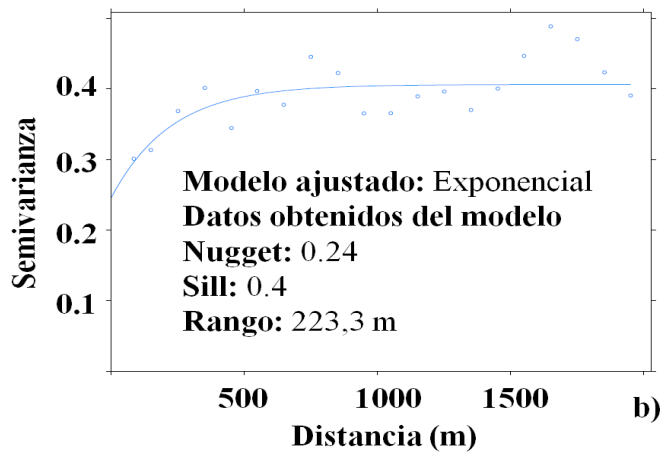


Figura 5. Semivariograma confeccionado a partir de los datos y modelo ajustado.

Se muestra (figura 6 y 7) el mapa de la interpolación por el método de kriging ordinario y la desviación estándar del método para la región evaluada. Los mapas que muestren información detallada sobre la heterogeneidad de propiedades del suelo son requeridos para planificar por sitios específicos, un adecuado manejo de nutrientes para el cultivo.

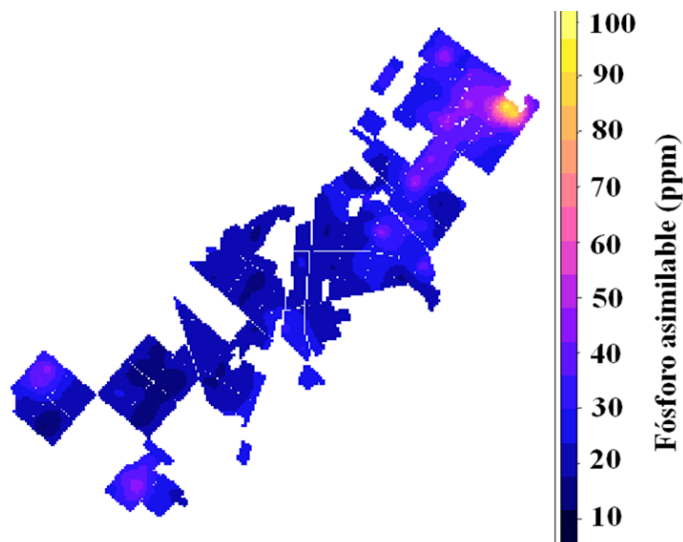


Figura 6. Interpolación por el método de kriging ordinario.

A pesar de la valiosa información que se genera en las interpolaciones para el aumentar el entendimiento del estado de las variables en los agroecosistemas, la principal limitante es el alto número de muestras requeridas para desarrollar los análisis geo-estadísticos.

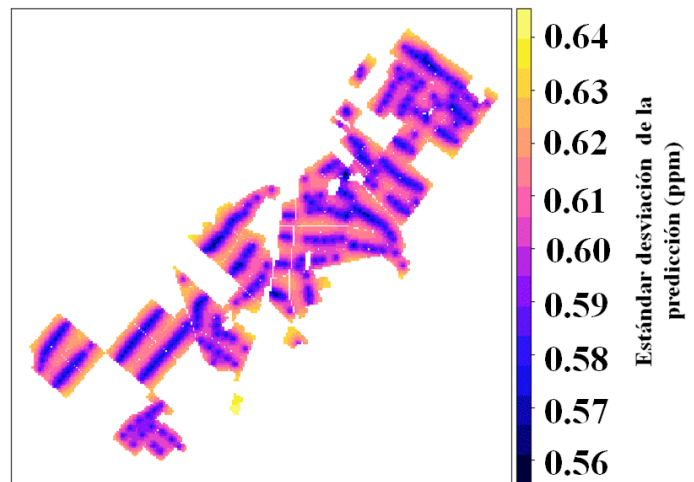


Figura 7. Desviación estándar de la predicción.

## CONCLUSIONES

Se ajustó un modelo exponencial a los datos del semivariograma experimental con un error de la suma de cuadrados de  $1,4 \times 10^{-5}$ .

Se determinó una distancia máxima de 223,3 m a la cual dos muestras de suelo están correlacionadas para los parámetros considerados en este trabajo.

La determinación de la variabilidad espacial del fósforo asimilable del suelo, dentro de los campos de caña de azúcar, es importante para la planificación por sitios específicos de un adecuado manejo de nutrientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhunja, G. S., Kumar, P., & Chattopadhyay, R. (2018). Assessment of spatial variability of soil properties using geostatistical approach of lateritic soil (West Bengal, India). *Annals of Agrarian Science*, *16*, 436–443.
- Bogunovic, I., Trevisani, S., Pereira, P., & Vukadinovic, V. (2018). Mapping soil organic matter in the Baranja region (Croatia): Geological and anthropic forcing parameters. *Science of the Total Environment*, *643*, 335–345.
- Bogunovic, I., Trevisani, S., Seput, M., Juzbasic, D., & Durdevic, B. (2017). Short-range and regional spatial variability of soil chemical properties in an agro-ecosystem in eastern Croatia. *Catena*, *154*, 50–62.
- Dominati, E., Mackay, A., Greenb, S., y Pattersonc, M. (2014). A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: A case study of pastoral agriculture in New Zealand. *Ecological Economics*, *100*, 119–129.
- Fu, W., Tunney, H., & Zhang, C. (2010). Spatial variation of soil nutrients in a dairy farm and its implications for site-specific fertilizer application. *Soil & Tillage Research*, *106*, 185–193.
- Gallardo, A. (2006). Geostatística. *Ecosistemas*, *15* (3), 48–58.

- Guan, F., Xia, M., Tang, X., y Fan, S. (2017). Spatial variability of soil nitrogen, phosphorus and potassium contents in Moso bamboo forests in Yong'an City, China. *Catena*, **150**, 161–172.
- Khan, A., Lu, G., Ayaz, M., Zhang, H., Wang, R., Lv, F.,..., & Zhang, S. (2018). Phosphorus efficiency, soil phosphorus dynamics and critical phosphorus level under long-term fertilization for single and double cropping systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **256**, 1–11.
- Logsdon, S. D., & Cole, K. J. (2018). Soil nutrient variability and groundwater nitrate-N in agricultural fields. *Science of the Total Environment*, **627**, 39–45.
- Paterson, S., Minasny, B., & McBratney, A. (2018). Spatial variability of Australian soil texture: A multiscale analysis. *Geoderma*, **309**, 60–74.
- Pérez, H., Santana, I., & Rodríguez, I., (2015). *Manejo Sostenible de Tierras en la Producción de Caña de Azúcar*. Ediciones UTMACH.
- Piotrowska-Długosz, A., Breza-Boruta, B., & Długosz, J. (2019). Spatial and temporal variability of the soil microbiological properties in two soils with a different pedogenesis cropped to winter rape (*Brassica napus* L.). *Geoderma*, **340**, 313–324.
- Su, C., Liu, H., & Wang, S. (2018). A process-based framework for soil ecosystem services study and management. *Science of the Total Environment* **627**, 282–289.
- Vasu, D., Singh, S.K., Sahu, N., Tiwary, P., Chandran, P., Duraisami, V.P... Kalaiselvi, B. (2017). Assessment of spatial variability of soil properties using geospatial techniques for farm level nutrient management. *Soil & Tillage Research*, **169**, 25–34.

# 13

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## VALORACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN UNA FINCA LECHERA BOVINA

## VALUATION OF ANIMAL WELFARE IN A BOVINE DAIRY FARM

Carlos A. Álvarez Díaz<sup>1</sup>

E-mail: [caalvarez@utmachala.edu.ec](mailto:caalvarez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1067-1663>

Astrid Maite Ruiz Paredes<sup>1</sup>

E-mail: [amruiz\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:amruiz_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5766-2748>

Oliverio N. Vargas González<sup>1</sup>

E-mail: [ovargas@utmachala.edu.ec](mailto:ovargas@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0820-6340>

Ángel R. Sánchez Quinche<sup>1</sup>

E-mail: [arsanchez@utmachala.edu.ec](mailto:arsanchez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3582-1656>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Álvarez Díaz, C. A., Ruiz Paredes, A. M., Vargas González, O. N., & Sánchez Quinche, Á. R. (2020). Valoración del bienestar animal en una finca lechera bovina. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 83-92.

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue apreciar, mediante la observación de la rutina diaria y del sistema de manejo-tenencia del rebaño, las condiciones de vida de hembras bovinas lecheras en una finca productiva con la finalidad de valorar el estado de bienestar o confort de los animales. La finca de estudio, ubicada en el cantón Santa Rosa provincia de El Oro, Ecuador, está situada a una altitud de 10 msnm y un clima lluvioso tropical de 22°C promedio. La metodología empleada contempló la confección de dos formularios, uno para entrevista y el otro para la observación y evaluación de los múltiples indicadores, in situ, de las actividades de rutina relacionadas con las variables manejo, tenencia, alimentación, producción, salud e infraestructura de las hembras en producción; ambos formularios fueron elaborados en base al Proyecto Europeo Welfare Quality® Project para evaluar los indicadores de cada variable mientras que en la valoración final del bienestar animal se utilizó el simulador del sistema de puntuación de Welfare Quality. Los resultados muestran en la tabla de Principios del Bienestar un total de 25 puntos para la buena alimentación, 100 puntos en las buenas condiciones de alojamiento, 41,7 puntos en relación con el indicador salud y 84,3 para la conducta apropiada que como resultado final permite evaluar a la finca con buenas condiciones de bienestar (enhanced) para sus animales.

### Palabras clave:

Sistemas de manejo, tenencia, alimentación y salud-infraestructuras-simulador del sistema de puntuación de Welfare Quality.

### ABSTRACT

The objective of this work was to appreciate, through the observation of the daily routine and herd management-tenure system, the living conditions of dairy cattle in a productive farm in order to assess the welfare or comfort status of cattle. The farm, located in Santa Rosa canton of El Oro province, Ecuador, is placed at an altitude of 10 meters above sea level and has an average tropical rainy climate of 22 °C. The methodology used contemplated the preparation of two procedures, one for interview and the other for the observation and evaluation of the multiple indicators, in situ, of the routine activities related to the variables management, tenure, feeding, production, health and infrastructure of the females in production; both forms were prepared based on the European Welfare Quality® Project to evaluate the indicators of each variable, while in the final assessment of animal welfare, the Welfare Quality scoring system simulator was used. The results show in the table of Principles of Well-being a total of 25 points for good nutrition, 100 points for good housing conditions, 41.7 points in relation to the health indicator and 84.3 points for the appropriate behavior that as a result final allows evaluating the farm with good welfare conditions (enhanced) for its animals.

### Keywords:

Management, tenure, food and health systems-infrastructures-simulator of the Welfare Quality scoring system.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ganadera buscan tener animales saludables, con ausencia de parásitos y condiciones corporales que demuestren un estado de salud óptimo, sin embargo el manejo y atención que brinda el ser humano como tal contempla un entorno multidisciplinario, teniendo en cuenta las necesidades propias de cada especie; de este modo el concepto de bienestar animal considera aspectos concernientes al confort de una especie en su habitación relacionado con su comportamiento natural, en otras palabras, deben estar en un ambiente libre de estrés y que mantengan sus necesidades satisfechas (Bernáldez, et al., 2016).

Durante años el objetivo principal de los centros lecheros era la mejora genética para obtener una mayor producción por hembra y seguidamente se comenzó a trabajar para compatibilizar este incremento con una mayor eficiencia en la conversión alimenticia lo que propició consecuencias negativas del bienestar vinculadas a la intensificación (Martínez, et al., 2016). De los animales de granja o productivos, el ganado lechero es el que más contacto posee con el hombre y por ende es el que más necesita que se emplee un correcto manejo para obtener y mantener la sensación de bienestar o confort muy necesaria para la producción de la leche.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las condiciones de manejo, tenencia, alimentación y salud de hembras bovinas lecheras en una hacienda productiva, mediante la observación del accionar diario del rebaño, con la finalidad de valorar el estado de bienestar o confort de los animales.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

La finca de estudio, ubicada en el cantón Santa Rosa provincia de El Oro, Ecuador, está situada a una altitud de 10 msnm y un clima lluvioso tropical de 22°C promedio. La metodología empleada contemplo la confección de dos formularios, uno para entrevistar al propietario y así obtener los datos generales de la hacienda y otro para anotar la valoración de las variables y evaluar los resultados de los indicadores a observar durante la fase de levantamiento, in situ, de las actividades de rutina relacionadas con las condiciones de manejo, tenencia, alimentación, producción, salud e infraestructura de las hembras en producción; ambos formularios fueron elaborados en base al Proyecto Europeo Welfare Quality® Project (2009), para evaluar el bienestar animal. En la evaluación integral del bienestar animal se empleó el Simulador de Welfare Quality® (2019).

Los datos fueron obtenidos sin alterar el ritmo o rutina de vida de las hembras en producción, sin molestar al personal y sin alterar las condiciones ambientales. La información primaria de las variables en estudio se obtuvo por entrevista al propietario y por valoración directa de los

diferentes indicadores objetivos de la finca incluyendo la rutina de ordeño, el empleo del Teat Scoring y la valoración de la infraestructura y sus condiciones.

Se estudiaron indicadores de las variables: ambiente, animal, alimentación, manejo y tenencia, salud e infraestructuras.

**Procesamiento estadístico.** El presente trabajo, de tipo no experimental, observacional, descriptivo y longitudinal, se basó en la información obtenida de cada variable para su ulterior organización y tabulación en Microsoft Excel, su caracterización individual, y evaluación dentro de cada parámetro al cual se les asignó una puntuación en la escala del 0 al 2 en donde 0 significa condiciones buenas, 1 condiciones regulares o de cumplimiento parcial y 2 malas condiciones; de estar o no permanentemente atados los animales, en estos este criterio, una puntuación directa de 100 para cuando los animales no están atados y poseen comportamientos positivos. Todos los criterios y puntajes asignados en cada variable se corresponden con el sistema de valoración sugerido por el protocolo de Welfare Quality. Datos no comprendidos dentro de la anterior escala, pero si valorados se reportan como no cuantificados (NC).

Los resultados se presentan en tablas con indicadores que evidencian las condiciones de vida de los animales y su repercusión sobre el bienestar de las hembras del grupo de ordeño en el período de estudio y etogramas; el criterio evaluativo relaciona al indicador con cada una de las cinco condiciones de "libertad". Para la valoración final del bienestar animal que posee la hacienda se utilizó el simulador del sistema de puntuación de Welfare Quality.

El proyecto no produjo ningún impacto ambiental negativo debido a que el método que se empleó no alteró en ningún momento las condiciones ambientales estables de vida de las hembras del grupo de ordeño ni modificó la infraestructura de la finca.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede apreciarse en la variable ambiente (Tabla 1), los potreros presentan una buena densidad de árboles, la mayoría de sombra filtrable, ubicados indistintamente en su interior y periferia que atenúan las radiaciones solares sobre los animales al tiempo que conservan la humedad del suelo, optimizan la productividad y mejoran la calidad del pasto lo que mejora la conducta ingestora como reportan Murgueitio, et al (2014); la distancia del potrero más lejano a la nave de ordeño es de un km aspecto importante a tomar en consideración ya que mientras más alejados aumenta el gasto energético de las vacas lo que disminuye la producción de leche (Torres, 2009), aunque otros estudios sostienen que el efecto "caminar" aumenta el consumo de energía al igual que la producción de leche al tiempo que facilita la labor de parto.

Tabla 1. Variable Ambiente.

	Indicador	Dato final de medición	Criterio	Puntos	Resultado
Arborización en potreros	Cantidad de árboles en cada potrero	>= 6	Libres de hambre Libres de incomodidad: Confort Térmico	100	6-10 árboles
Cercas vivas y árboles en periferia y potrero	Presencia de árboles.	Si No	Alimentación, Libres de incomodidad: Confort Térmico	100	En todos los potreros
Distancia cuartón más lejano-nave	Distancia	Km	Condición física	NC	1 Km
Promedio de desplazamiento a los cuartones	Tiempo	Minutos	Condición física	0	15-20 min

La variable animal (Tabla 2) muestra un rebaño en ordeño con un 96,7% de la raza Brown Swiss y buena condición corporal al observarse un 83,87% con calificación de CC de 3 (buena), mientras que solo el 6,45% fueron evaluaron de 2 (flacas) y el 9,68% de 4 (gordas) lo que permite valorar de adecuada la cobertura y manejo de los requerimientos nutricionales. En función al parámetro "Suciedad", el 100% mostro ausencia de esta, es decir, los animales tenían su piel limpia, así como sus ubres y extremidades incluyendo las pezuñas por lo que se consideran libres de incomodidad lo que les garantiza un adecuado confort para el descanso (Tabla 2) lo que coincide con lo planteado por Manteca, et al. (2015), referente a la necesidad de proveerles a las vacas un lugar apropiado para el descanso y puedan permanecer limpias y secas en condiciones de confort.

Los animales mostraron un nivel muy bueno de reactividad, libres de miedo y angustia presentando en todo momento una conducta tranquila o dócil ante la presencia humana lo que se reafirmó en el momento del ordeño por la conducta tranquila, amigable y ordenada, gracias a un trato bueno por los ordeñadores lo que coincide con lo expresado por García, et al. (2013), respecto a que las vacas con un manejo tranquilo no poseen distancia de fuga, permitiendo el contacto físico, es decir, que las toquen, contrario de aquellas que han recibido un trato brusco, grosero y agresivo.

Tabla 2 Variable Animal.

	Indicador	Dato final de medición	Criterio	Punto	Resultado	Calificación
Condición Corporal	Escala de 1-5	1Muy flaca 2 Flaca 3 Buena 4 Gorda 5 Muy Gorda	Libre de hambre	1 1 0 2 2	3 (83,87%)	0
Nivel de Reactividad	Reactividad	Agresivo Dócil	Libres de miedo y angustia	0 100	100% Dócil	100
Comportamiento ordeño		Tranquilo Deprimido Agitado	Comportamiento	100 0 0	Tranquilo	100
Grado de suciedad de los animales	Suciedad	-Ausencia de Suciedad -Suciedad evidente -Suciedad muy evidente	Libres de incomodidad: Confort en el descanso	0 1 2	Ausencia de Suciedad	0

El análisis de la variable alimentación (Tabla 3), muestra una base forrajera constituida por forraje para pastoreo (chilena y pasto estrella) y forraje de corte (mar alfalfa, king grass y Cuba 22) empleado este último, en tiempo de abundancia, para realizar ensilaje que permite disponer de un complemento alimenticio en época de sequía. La nave de espera cuenta con dos comederos largos, uno para suministro de forraje verde o ensilaje y otro para las sales minerales; un bebedero dividido en dos secciones, uno con una palanca funcional. Varios potreros disponen de un bebedero mientras que otros tienen como fuente una vertiente de agua proveniente de un río lo que satisface las necesidades hídricas como señala Strappini, et al. (2018), que indican que es fundamental que los animales cuenten con al menos dos puntos de acceso al agua en contenedores limpios; todos los bebederos se limpian una vez al mes pero el agua, que no posee ningún tipo de

tratamiento, al momento de la visita se observaba sucia por lo que no cumple con las características de este vital nutriente que debe ofertarse limpia, potable, fresca y a voluntad (Álvarez Díaz, et al., 2009; Alpízar & Romero, 2017) ya que no cuentan con un mecanismo funcional de autoabastecimiento de agua en cada bebedero, para satisfacer recibir un caudal superior a la cantidad ingerida por los animales evitando el desabastecimiento y la suciedad como expresa Duarte (2007).

Tabla 3. Variable Alimentación.

Indicador		Dato final de medición	Criterio	Puntos	Resultados	Calificación
Acceso a la pastura		Salen a pastorear No salen a pastorear	Comportamientos	100	Salen a pastorear	100
Tipo de pasto	Tipo de pasto	Pasto de corte Pasto para pastoreo Ambos.	Libres de Hambre		Ambos	0
Alimento en nave de sombra	Tipo de alimento ofertado en nave de sombra.	Pasto de corte Ensilaje	Libres de Hambre		Ensilaje	0
Sales Minerales		Si No	Libres de Hambre	0 2	Sí	0
Espacio y acceso a comederos	Numero de comederos en nave de sombra.	1/ 25 hembras	Libres de Hambre	2	1 comedero	1
Acceso a bebederos	Numero de bebederos en potreros.	2 o más 1 Ninguno	Libres de Sed	0 1 2	1 bebedero	1
Limpieza de los bebederos	Limpieza de comederos	Limpio Parcialmente Sucio Sucio	Libres de Sed	0 1 2	Sucio	2
Frecuencia de limpieza de bebederos	Frecuencia de limpieza	Diario	Libres de Sed	0	1 vez al mes	2
Funcionamiento de Bebederos	Movimiento de agua al moverse las palancas	Funcional Parcialmente funcional No funcional	Libres de Sed	0 1 2	Parcialmente funcionales	1
Flujo de agua	Cantidad de agua que entra en bebederos	Litros de agua	Libres de Sed		20 -50 L en unos 10 -15 en otros	
	Cantidad de agua/1 min	# Litros	Libres de Sed		NC	

El manejo de los animales (Tabla 4) cuenta con una rutina diaria que inicia con el ordeño a las 5:30 extendiéndose hasta las 7:15, al tiempo que los recién nacidos amamantan de su madre; en el área de post-ordeño cada vaca comparte tiempo con su ternero menor a 5 meses. A las 8:30 los animales son conducidos al potrero arreadas a caballo, pero al “paso de la vaca” hasta las 16:00 horas, momento en que regresan a la nave, lugar donde se les oferta ensilaje y sales minerales; finalmente pasan a un potrero cercano esperando que inicie el día nuevamente.

El ordeño, mecánico, se desarrolla cronológico y pausado al observarse una conducta que denota un orden predeterminado por la rutina que se desarrolla, seguido del contacto madre-cría en el post-ordeño, el silvopastoreo y la ausencia de gritos, golpes y herramientas como picanas eléctricas durante el arreo lo que es beneficioso para los animales como menciona Callejo (2014), que refiere que las necesidades conductuales y fisiológicas incluyen la sensación de seguridad, es decir, ausencia de frustración y elementos que puedan causar daño en los animales. En sentido general las hembras presentaban ubres y extremidades posteriores limpias lo que ayuda a prevenir la presencia de cojeras y mastitis como mencionan García, et al. (2013).

A pesar de que el ordeño no cumple con todos sus pasos al no hacer, al menos, la prueba de jarro de fondo negro para detectar mastitis, ni el presellado y sellado de los pezones, que son muy importantes para mantener la salud de las ubres, tiene como aspecto positivo el uso de los terneros que culminan el proceso extractivo de la leche y sellan los pezones con saliva lo que garantiza un bajo índice de mastitis en la hacienda tal como expresa la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (2011). En el ordeño, los trabajadores no hacen uso de guantes, gorro, ni mascarilla, para evitar la contaminación de la lecha como refiere Gonzales (2015). La duración media del ordeño, de 7 minutos

promedio por vaca, es correcta como señala la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (2011), que recomienda un tiempo promedio entre 5 y 7 minutos. El equipo de ordeño recibe mantenimiento por la empresa proveedora cada seis meses.

Tabla 4. Variable Manejo y Tenencia.

	Indicador	Dato final de medición	Criterio	Puntos	Resultado	Calificación
Tenencia	Sistema	Estabulado Semi-estabulado Extensivo Silvopastoril	Libres de expresar su comportamiento: manifestación de otros comportamientos	100	Silvopastoril	100
Arreo	Arreo de los animales	A Pie A caballo	Libre de miedo y estrés	0 0	Caballo	0
	-Gritos	Si NO	Comportamiento: Relación Humano Animal	0 2	No	0
	-Utilización de mangueras/	Si NO	Libre de miedo Relación Humano Animal	2 0	No	0
Ordeño	Formas	Manual Mecánico			Mecánico	
	Cumplimiento de pasos de ordeño	Cumplen Cumplimiento parcial No cumplen	Libres de incomodidad	2 1 0	Cumplimiento Parcial	1
	Utilización de guantes, gorro, mascarilla	Si No	Ausencia de enfermedad	2 0	No	0
	Realizan método de detección de Mastitis	Si No	Ausencia de enfermedad	2 0	No	0
	Resbalan durante el ordeño	Si: dos o más animales resbalan No	Libres de incomodidad	2 0	No	0
	Tipo de envase	Plástico Aluminio Acero			Acero	
	Duración media	≥10 minutos 8-10 min 5-7min			7min/vaca	

Los resultados referentes a la variable salud (Tabla 5), muestran una valoración general de regular ya que se detectaron animales con diferentes signos o síntomas relacionados con el compromiso del estado sanitario del rebaño. Es interesante destacar que las diferentes afecciones (Tabla 5) en sí mismas, representaban porcentajes bajos con respecto al rebaño (Figura 1).

Tabla 5. Variable Salud.

	Indicador	DFM	Criterio	Puntos	Resultado	Calificación
Secreciones nasales	Evidencia de animales con secreciones nasales	Hay No hay	Libres de enfermedad	2 0	Hay 13%	1
Secreciones oculares	Evidencia de animales con secreciones, oculares	Hay No hay	Libres de Enfermedad	2 0	Hay 16%	1
Problemas pódales	Evidencia de animales con problemas pódales	Hay No hay	Libres de enfermedad	2 0	Hay 6%	1

Disnea	Número de animales con Disnea	Hay No hay	Libres de enfermedad	2 0	Hay 3%	0
Diarrea	Número de animales con diarrea	Hay No hay	Libres de enfermedad	2 0	Hay 3%	0
Problemas reproductivos	Número de animales con problemas reproductivos	Hay No hay	Libres de enfermedad	2 0	No Hay	0
Animales con garrapatas	Cantidad de Garrapatas	Mucho Poco Muy Poco	Libres de enfermedad	2 1 0	Muy Poco	0
Locomoción	Score de locomoción	5 Cojera Severa 4 Cojera 3 Cojera moderada 2 Cojeras leves 1 Vacas sanas	Libres de enfermedad: Ausencia de lesiones	2 2 1 1 0	94% sanas 6% cojera leve	1
Condición de los pezones: Teat scoring	Extremo del Pezón	1 Normal 2 Suave 3 Áspero 4 Muy Áspero	Libres de enfermedad: Ausencia de lesiones	0 1 2 2	1= 52% 2= 44% 3=4%	1
	Color del pezón	1 Normal 2 Rojo 3 Azul	Libres de enfermedad: Ausencia de lesiones	0 1 2	4% Azul 60 % normal 36% rojo	1

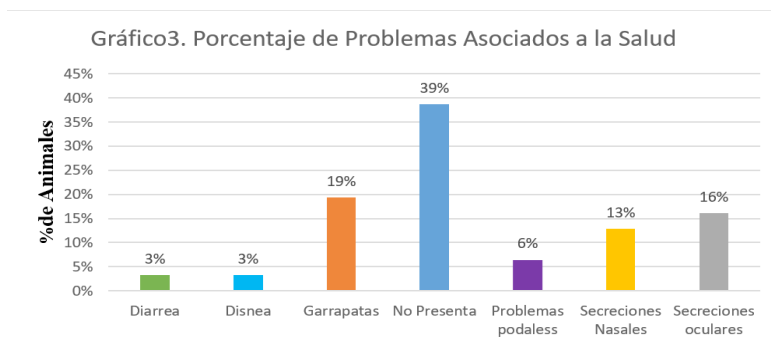


Figura 1. Problemas de salud (%).

Un 3% mostró heces aguadas y verdosas, un 3% mostró dificultad para respirar (diferentes grados de disnea), el 19% mostró presencia de garrapatas (poca cantidad), un 6% exhibían problemas podales (grado 2); un 13% mostró secreciones nasales, un 16% secreciones oculares y un 39% no presentó ninguno de estos signos.

El Teat Scoring permitió valorar el estado de los pezones recibiendo categoría 1, cumple parcialmente, al observarse algunos pezones con problemas en la punta y el color; como se observa en la figura 2, el 4% de los pezones mostraron una coloración azul (cianosis), el 60% una coloración normal y el 36% un color rojo (enrojecimiento); las coloraciones azul y rojas, son consecuencia a posible sobreordeño, diferente diámetro de pezoneras y pezones del grupo, fallo en la pulsación o una elevada presión de ordeño según Gómez Leira (1999).

En relación con el extremo del pezón, más del 90% se clasificaron como suave y normal no observándose lesiones físicas (Tabla 5).

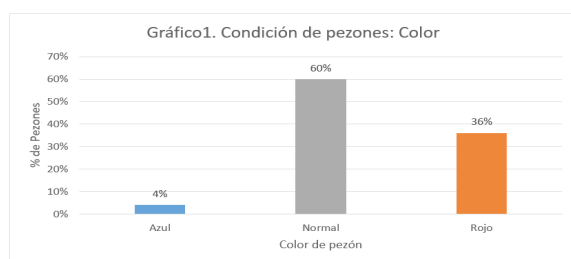


Figura 2. Color de los pezones.



Las instalaciones o infraestructura (Tabla 6), constan de salas o naves de espera, ordeño y post ordeño, nave para terneros, cuarto de almacenamiento de ensilaje, baño para uso personal y varios potreros de diferentes tamaños que van desde ½ a 3 hectáreas y sus caminos o mangas de acceso. La sala de espera extensa, con dos comederos amplios y un bebedero, buena iluminación natural, aunque no artificial, no cubierta en su totalidad por un techo, aloja una manga para el manejo de los animales y una bodega para almacenamiento de ensilaje. La amplitud de la nave garantiza, el confort físico de los animales al disponer de suficiente espacio para que puedan acostarse, deambular, comer, beber, defecar, suelo limpio y no resbaladizo; en esta área se constató la presencia de perros.

La sala de ordeño es funcional, limpia, con buena iluminación natural y artificial, además posee buena disipación de olores.

Las áreas de acceso deben tener un diseño y construcción que facilite el desplazamiento de los animales, con pisos sólidos y antideslizantes para evitar los problemas podales (Argentina. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, 2015). En la finca, a pesar que la valoración de los pisos en las salas de espera, ordeño y post ordeño eran antideslizante, obtuvieron una calificación de regular al presentar zonas agrietadas y obstáculos en el camino (ángulos rectos o escalones) (Tabla 6), igual calificación de regular fue asignada a las mangas o caminos que recorren los animales hacia los potreros que presentaban obstáculos o zonas levantadas.

Tabla 6. Variable Instalación.

	Indicador	Dato final de medición	Criterio	Puntos	Resultado	Calificación
Camino recorrido	Superficie regular, obstáculos presentes y drenaje	Bueno	Libres de incomodidad: Fácil movimiento	2	Regular	1
		Regular		1		
		Malo		0		
Desplazamiento de manera fácil	Presencia de ángulos rectos, escalones	Si	Libertad de incomodidad: Fácil movimiento	0	Si	2
		No		2		
Condición corral de espera	Condición de corral espera	Bueno	Libres de incomodidad	0	Regular	1
		Regular		1		
		Malo		2		
Condición de la sala de ordeño	Condición	Buena	Libres de incomodidad	0	Buena	
		Regular		1		
		Mala		2		
Piso de sala de ordeño	Condición del piso	Bueno.	Libres de incomodidad	2	regular	1
		Regular		1		
		Malo		0		
Ventilación adecuada	Disipación de olores.	Si	Libres de incomodidad	0	Si	0
		No		2		
Iluminación adecuada Sala de ordeño	claridad	Si	Libres de incomodidad	0	si	0
		No		2		

Para valorar, de forma integral el bienestar animal, se utilizó como herramienta el simulador del sistema de puntuación de Welfare Quality (2019), en el que se ingresaron los resultados de las variables estudiadas evaluadas en una escala del 0 al 100 en donde:

**0** expresa la peor situación que se puede encontrar en una unidad de animales, es decir que no puede haber más disminuciones en el bienestar.

**50** corresponde a una situación neutra, es decir, el nivel de bienestar no es malo, pero tampoco es bueno

**100** corresponde a la mejor situación que se puede encontrar en una explotación

Lo anterior se marcará con los colores de se indican en la figura 3.



Resultados de acuerdo a los criterios de libertad (Tabla 7).

**Buena Alimentación: Libres de hambre y sed prolongada.** Los resultados para este parámetro son aceptables con 25 puntos, como muestra el porcentaje de animales con buena condición corporal, indicador que se ve afectado por la limpieza poco frecuente de los bebederos por lo cual el agua se torna turbia, así como por la cantidad de puntos de acceso al agua y su funcionamiento; la calidad y suministro de agua, influye sobre el bienestar de los animales.

Tabla 7. Resultados de las libertades.

Welfare principle	Result	
Good feeding	25.0	Acceptable
Good housing	100.0	Excellent
Good health	41.7	Acceptable
Appropriate behaviour	84.3	Excellent

Fuente: Welfare Quality (2019).

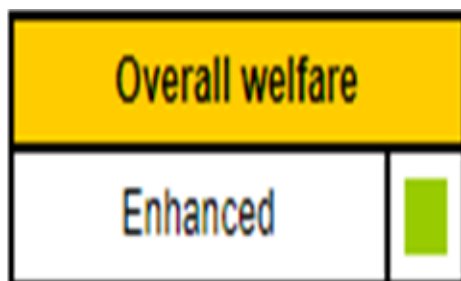
**Buena vivienda: Libres de incomodidad.** Los resultados para este principio son muy satisfactorios con la máxima puntuación debido a que los animales permanecen sueltos, y no atados, en potreros con un sistema silvopastoril rotativo, poseen instalaciones de ordeño limpias, funcionales, con pisos antideslizantes en donde el número de ángulos rectos y escalones es mínimo.

**Buena Salud: Libres de enfermedad.** La calificación de este principio es aceptable con un resultado de 41.7 influenciado por afecciones de la salud que, pese a que eran problemas bastantes sencillos, si algunos eran dolorosos y estaban presentes en una cantidad mínima de animales por indicador valorado. Para Tadich (2008), el dolor es el sentimiento que más perturba el bienestar de los animales, en los cuales solo se puede percibir a través de manifestaciones conductuales como cambios posturales, inquietud y mirada angustiosa, entre otros.

**Apropiado comportamiento: libres de manifestar su comportamiento.** En este principio se obtuvo una calificación de 100 lo cual es excelente debido a que los animales tienen acceso a la pastura sombreada unas 18 horas al día, por lo cual poseen la libertad de mostrar su comportamiento al tiempo que se muestran tranquilos, amigables, curiosos y dóciles; la relación humano-animal en la finca es muy buena al no evidenciarse maltratos físicos (golpes) ni acústicos (gritos) de manera las vacas permitían el acercamiento y contacto humano con nulo límite de seguridad.

El simulador de puntaje de Welfare Quality (Tabla 8) muestra, como resultado general, condiciones buenas (enhanced) que garantizan el bienestar de las hembras lecheras.

Tabla 8. Calificación del Bienestar General.



Fuente: Welfare Quality (2019).

## CONCLUSIONES

El rebaño, predominantemente de la raza Brown Swiss (96,7%), muestra una buena conformación corporal al promediar, el 83,87%, calificación de 3 en la escala de Edmonson y solo un 6,45% con valor de 2 y un 9,68% de 4. El rebaño (100%) mostro temperamento dócil y conducta calmada y tranquila ante el acercamiento y manejo de los trabajadores. El 100% de los animales se mantienen limpios observándose pequeñas áreas de suciedad, fáciles de quitar, en ubres y pezuñas.

La hacienda cuenta con un buen sistema de alimentación forrajera a base de chilena (*Panicum maximum*) y estrella (*Cynodon plectostachyus*) para pastoreo y Mar alfalfa (*Pennisetum purpureum*), y King Grass (*Pennisetum sp*) como pastos de corte para elaborar ensilaje que complementan la dieta. Los animales disponen de sales minerales con acceso libre y se les sumista ensilaje en la tarde en la nave de espera. Los animales disponen de agua, sin tratar, de un río y parte de ella es almacenada en una cisterna elevada para su utilización dentro de la instalación de ordeño. La hacienda cuenta con un bebedero en la sala de espera y bebederos ubicados en los potreros, que son limpiados una vez al mes por lo cual los contenedores se mantienen sucios la mayor parte del tiempo.

Se constata un buen sistema de manejo con un cronograma estable que inicia con un solo ordeño a las 5:30- 6:00 am con duración media de 7 minutos/vaca y empleo de los terneros como apoyo al ordeño y en el post ordeño se mantiene el contacto madre-cría Entre las 8:00 y las 16:00 horas las hembras se mantienen en el pastoreo para después ser conducidas a la nave de espera donde se les administra ensilaje y disponen de sales minerales. Finalmente, son conducidas a un potrero cercano donde pernoctan hasta el siguiente día. Las hembras, manejadas sin gritos, ni golpes, poseen un orden determinado, aprendido, para ingresar a la sala de ordeño. En el ordeño, a pesar de que se incumplen medidas como la prueba para mastitis y las condiciones higiénicas del ordeñador, no uso de guantes, gorro y mascarilla, debido al empleo del ternero, el índice de mastitis es muy bajo.

Las condiciones ambientales térmicas son buenas al mantenerse los animales en condiciones de silvopastoreo y no tener que recorrer largas distancias a los cuartos, aunque los caminos hacia los potreros fueron calificados como irregulares por poseer zonas levantadas y agrietadas.

El 3 % de los animales evidenció heces aguadas, otro 3 % mostró disnea, un 19% garrapatas, aunque en muy poca cantidad, un 6% problemas podales de grado 2, un 13% secreciones nasales y un 16% secreciones oculares; el 39% del rebaño no presento evidencia de problemas asociados a la salud. El teat Scoring mostro que el 52% de los pezones estaban normales.

La sala de espera posee una condición regular, pese a ser amplia y limpia, debido a que no tiene cubierta techada amplia; En esta se encuentra una manga de manejo, nave para terneros recién nacidos, dos comederos amplios y un bebedero. La sala de ordeño, mecánico en forma de espina de pescado con 6 compartimientos, es funcional y limpia, con piso regular no resbaladizo, buena iluminación artificial-natural y excelente disipación de olores.

La tabulación de los resultados en el simulador de puntos de Welfare Quality, valora que las condiciones de alimentación, manejo-tenencia, salud y comportamiento de los animales en la finca son buenas (enhanced) es decir garantizan el bienestar de las hembras lecheras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpizar, C., & Romero, J. (2017). Revisión de los aspectos para la evaluación de la nutrición y alimentación en programas de salud de hato de ganado lechero I: evaluación del hat. *Revista Ciencias Vetrinarias*, 35(1).
- Álvarez Díaz, C. A., Pérez, H., De la Cruz Martín, T., Quincosa, J., & Sánchez, A. (2009). *Fisiología Animal Aplicada*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Argentina. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2015). *Manual de Bienestar Animal*. SENASA. [http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL\\_SENASA/ANIMAL/BOVINOS\\_BUBALINOS/INDUSTRIA/ESTABL\\_IND/BIENESTAR/manual\\_de\\_bienestar\\_animal\\_especies\\_domesticas\\_-\\_senasa\\_-\\_version\\_1-2015.pdf](http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/BOVINOS_BUBALINOS/INDUSTRIA/ESTABL_IND/BIENESTAR/manual_de_bienestar_animal_especies_domesticas_-_senasa_-_version_1-2015.pdf)
- Bernáldez, M. L., Dichio, L., Galli, J., Layacona, J., Nalino, M., Planisich, A., Skejich, P., & Silva, P. (2016). Sistemas de Crianza Artificial y Bienestar Animal. *Agromensajes*, (46), 64-67.
- Callejo, A. (2014). Manejo y alojamiento de terneros. *Revista Frisona española*. 34(200), 110-124.
- Duarte, E. (2007). Uso del Agua en establecimientos agropecuarios. Planificación del sistema de abrevadero. *Reursos Naturales*. [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R140/R\\_140\\_38.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R140/R_140_38.pdf)
- García, F., Betancourt, J., Medrano, C., Benavidez, J., & Zuñiga, A. (2013). Bienestar animal, Buenas Practicas Ganaderas y control integrado de parásitos (CIP) en sistemas doble proposito: Una nueva mirada al manejo animal. *Corproica*.
- Gómez Leira, M. (1999). Evaluación de la condición de los pezones. *Frisona Española*, (129), 92-94.
- Gonzales, P. (2015). Buenas prácticas de ordeño. *PraBuenaventura*.
- Manteca, X., Mainau, E., & Temple, D. (2015). Problemas de bienestar durante el periodo seco en vacas de leche. *FAWEC: Farm Animal Welfare Education Centre*, 13.
- Martínez, G., Suárez, V., & Ghezzi, M. (2016). Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción salud y producción. *RIA*, 42(2).
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C., & Naranjo, J. 2014. LOS Sistemas silvopastoriles intensivos (sspi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 501-507.

- Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura. (2011). Buenas Prácticas de Ordeño. FAO. <http://www.fao.org/3/a-bo952s.pdf>
- Strappini, A., Gallo, C., Bustamente, H., Sepúlveda, P., & Valenzuela, R. (2018). Manual de Manejo y Bienestar de la Vaca Lechera. [https://www.prolesur.cl/content/dam/prolesur/documents/2018/Manual\\_de\\_manejo\\_y\\_bienestar\\_de\\_la\\_vaca\\_lechera.pdf](https://www.prolesur.cl/content/dam/prolesur/documents/2018/Manual_de_manejo_y_bienestar_de_la_vaca_lechera.pdf)
- Tadich, N. (2008). Claudicaciones en la vaca lechera y su relación con el bienestar animal. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 9(10).
- Torres, L. (2009). Estudio de Prefactibilidad para la implementación de la producción y comercialización de leche cruda en la finca "La Floresta". (*Tesis* Agroindustrial). Escuela Politécnica Nacional.
- Welfare Quality. (2009). Welfare Quality® Assessment protocol for cattle Lelystad: Welfare Quality® Consortium. [http://www.welfarequality.net/media/1088/cattle\\_protocol\\_without\\_veal\\_calves.pdf](http://www.welfarequality.net/media/1088/cattle_protocol_without_veal_calves.pdf)
- Welfare Quality. (2019). Welfare Quality® scoring system: Simulador. [http://www1.clermont.inra.fr/wq/index.php?id=simul\\_res&simul\\_level=Measures](http://www1.clermont.inra.fr/wq/index.php?id=simul_res&simul_level=Measures)

## COMPORTAMIENTO DE LA ENTOMOFAUNA ASOCIADA A LA FLORA EXISTENTE EN CUATRO FINCAS SUBURBANAS DE SANTIAGO DE CUBA

### BEHAVIOR OF ENTOMOLOGICAL FAUNA ASSOCIATED WITH EXISTING FLORA IN FOUR SUBURBAN FARMS IN SANTIAGO DE CUBA

Evelio Osmani Mendoza Betancourt<sup>1</sup>

E-mail: [manuel2505@nauta.cu](mailto:manuel2505@nauta.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9293-051X>

Belyani Vargas Batis<sup>2</sup>

E-mail: [belyani@uo.edu.cu](mailto:belyani@uo.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-1281>

Manuel Cobas Magdariaga<sup>3</sup>

E-mail: [magdariagacobasmanuel@gmail.com](mailto:magdariagacobasmanuel@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3967-7540>

Adriel Plana Quiala<sup>2</sup>

E-mail: [adriel.plana@estudiantes.uo.edu.cu](mailto:adriel.plana@estudiantes.uo.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3681-0246>

Daniel Rafael Vuelta Lorenzo<sup>2</sup>

E-mail: [dvuelta@uo.edu.cu](mailto:dvuelta@uo.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0069-3578>

Angelina Parra de la Paz<sup>2</sup>

E-mail: [angelinap@uo.edu.cu](mailto:angelinap@uo.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9317-5242>

<sup>1</sup> Empresa de Tabaco TABACUBA. Palma Soriano. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

<sup>3</sup> Empresa Forestal Integral Gran Piedra Baconao. Santiago de Cuba. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Mendoza Betancourt, E. O., Vargas Batis, B., Cobas Magdariaga, M., Plana Quiala, A., Vuelta Lorenzo, D. R., & Parra de la Paz, A. (2020). Comportamiento de la entomofauna asociada a la flora existente en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 93-102.

#### RESUMEN

A pesar de los esfuerzos realizados, a los insectos no se les ha dado la importancia que merecen en los agroecosistemas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de la entomofauna asociada a la flora existente en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba. Se realizaron muestreos directos, los insectos colectados fueron conservados en etanol al 70 % y luego se procedió a su identificación contabilizándose aquellas especies que pertenecieron a una misma categoría taxonómica. Como indicadores de diversidad alfa se calculó la Riqueza de Margalef, Dominancia de Simpson, Índice de Berger-Parker y Diversidad general. Como medida de similitud se utilizaron los índices de Jaccard, Sorenson y Subordinación Ecológica. La composición de la entomofauna en todas las fincas varió de un período al otro siempre con tendencia a la disminución excepto el total de individuos que aumentó. Los órdenes más representados fueron Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera y con la llegada de la lluvia hubo una reducción del total de órdenes superior al 25 % excepto en la finca Los Cascabeles. En el período poco lluvioso se reportaron cuatro gremios tróficos siendo los más representados las plagas (61,9 %) y los controladores biológicos (28,6 %). La diversidad general mostró una reducción entre períodos, con resultados dentro del rango establecido en el período poco lluvioso, no así en la época lluviosa donde solo se mantiene este comportamiento en la finca El Sol. De manera general se aprecia una baja similitud entre las comparaciones realizadas con una tendencia a la disimilitud.

#### Palabras clave:

Fincas, depredadores, plagas, diversidad, gremios.

#### ABSTRACT

Despite the efforts made, insects have not been given the importance they deserve in agroecosystems. The objective of this work was to evaluate the behavior of the entomofauna associated with the existing flora in four suburban farms in Santiago de Cuba. Direct samplings were carried out, the collected insects were conserved in 70 % ethanol and then their identification was carried out, accounting for those species that belonged to the same taxonomic category. As indicators of alpha diversity, Margalef's Wealth, Simpson's Dominance, Berger-Parker Index and general Diversity were calculated. The Jaccard, Sorenson and Ecological Subordination indices were used as a measure of similarity. The composition of the entomofauna in all the farms varied from one period to the other, always with a tendency to decrease, except for the total number of individuals that increased. The most represented orders were Coleoptera, Hemiptera and Hymenoptera and with the arrival of the rain there was a reduction of the total orders of more than 25 %, except in Los Cascabeles farm. In the dry season, four trophic associations were reported, the most represented being pests (61.9 %) and biological controllers (28.6 %). The general diversity showed a reduction between periods, with results within the range established in the dry season, not so in the rainy season where this behavior is only maintained in El Sol farm. In general, a low similarity is observed between the comparisons made with a tendency to dissimilarity.

#### Keywords:

Farms, predators, pests, diversity, guilds.

## INTRODUCCIÓN

Los insectos han sido un elemento importante por su función en los ecosistemas terrestres y su influencia en las sociedades humanas. Desde los albores de la humanidad estos organismos han sido parte de la alimentación, la salud, la cultura y de los ecosistemas agrícolas, no sólo como competidores, sino también como factores para el pronóstico y promotores de servicios ecosistémicos. Dado el creciente interés en la restauración ecológica y en modelos de desarrollo sustentables como la agroecología, los insectos se posicionan como un excelente punto de partida para desarrollar propuestas de desarrollo acordes con las necesidades de la sociedad actual.

Según López, et al. (2018), los insectos forman parte de la biodiversidad de los agroecosistemas y su riqueza, distribución y abundancia suelen estar estrechamente relacionados con las actividades agrícolas, razón por la cual en algunas culturas se ha desarrollado un profundo conocimiento respecto a ellos. Se ha demostrado que un agricultor puede tener conocimiento sobre los insectos que son perjudiciales a sus cultivos, sin embargo, algunos estudios señalan que de manera general se puede decir que existe desconocimiento por parte de los agricultores sobre los insectos. Ello se debe a que la percepción y conocimiento sobre estos organismos pueden ser dependientes del grupo social (su cultura y experiencia) y del lugar físico donde se lleven a cabo las actividades agrícolas.

De acuerdo con Vázquez, et al. (2015), el crecimiento de la agricultura en las ciudades de Cuba constituye un interesante campo experimental, toda vez que ha ocurrido una transformación multidimensional de la matriz de la ciudad que se expresa, entre otras cosas, en los diversos y numerosos sistemas de producción que han proliferado en la zona urbana y suburbana bajo los principios de la agroecología. Debido a la importancia de la biodiversidad en la autorregulación de sistemas de producción agroecológicos, se hizo necesario desde 2011, capacitar a técnicos y agricultores en el diseño y manejo de sistemas de producción agrícola urbanos, periurbanos y suburbanos, lográndose como resultado un nuevo diagnóstico de los organismos nocivos. A pesar de ello Acosta (2018), refirió que la naturaleza ofrece la oportunidad de relacionar la diversificación de la vegetación y la dinámica poblacional de herbívoros y sus enemigos naturales como representantes de la entomofauna presente en el agroecosistema.

En fincas suburbanas de Santiago de Cuba se pueden citar los trabajos de Vargas, et al. (2019), que de manera general abordan temas relacionados con la identificación, diversidad y comportamiento de las poblaciones de insectos. Aunque dichas experiencias muestran un avance en función del cambio de percepción sobre estos organismos, todavía resultan insuficientes, si se tiene en cuenta que esta provincia tiene un potencial de producción suburbano elevado y donde el conocimiento de la mayoría de los campesinos sigue matizado con el principio de la revolución de que todos los insectos son perjudiciales. De ahí la importancia de generalizar estos estudios en otras fincas suburbanas.

Por todo lo planteado anteriormente el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la entomofauna asociada a la flora existente en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el municipio Santiago de Cuba, Cuba perteneciente a la provincia homónima en las fincas Los Cascabeles, El Sol, La Sorpresa y La Cecilia, todas pertenecientes a la agricultura suburbana, en el período comprendido de diciembre de 2017 hasta mayo de 2018. En este período se enmarcan parte de las dos temporadas que se tienen en cuenta para el desarrollo de la producción agrícola en Cuba (período poco lluvioso y lluvioso). El comportamiento que mostraron las variables meteorológicas (precipitaciones y temperatura) durante el desarrollo del trabajo es como se muestra a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento de las precipitaciones y las temperaturas en los períodos evaluados.

Variables	Período poco lluvioso				Período lluvioso			
	Diciembre 2017	Enero 2018	Febrero 2018	Promedio	Marzo 2018	Abril 2018	Mayo 2018	Promedio
Precip. (mm)	107,7	372,1	46,3	175,4	87,5	222	288	199,2
Temp. (°C)	25,5	26	23,1	24,9	27,1	27,4	27,8	27,4

**Leyenda: Precip.:** Precipitaciones, **Temp.:** Temperatura

Los datos de las precipitaciones y las temperaturas fueron obtenidos de los registros del Centro Meteorológico Provincial de Santiago de Cuba perteneciente al Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. Las características de cada una de las fincas coinciden con las descritas por Vargas, et al. (2020).

Para la colecta de insectos se realizaron muestreos (uno en el período poco lluvioso y otro en el período lluvioso) en las cuatro fincas. Se utilizó el método directo mediante la técnica de conteos comunes por hábitat según metodología utilizada por Vargas, et al. (2017a), el cual se realiza para determinar la fauna insectil que se asocia a la vegetación cultivada y no cultivada. En los casos que resultaron necesarios se utilizaron pinzas entomológicas. Los ejemplares colectados fueron depositados en frascos con capacidad de 10 ml que contenían una solución de Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) al 70 % de acuerdo con la metodología referida por Rivero (2006). Siempre se les incorporó todos los datos relacionados con la colecta que

fueron recogidos en hojas de campo para su posterior identificación por los especialistas en entomología del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV) de Santiago de Cuba.

Se contabilizó la cantidad de ellos de acuerdo a cada categoría taxonómica, datos que fueron utilizados para la evaluación de la composición insectil, el nivel de representatividad de cada orden (número de individuos, número de familias y porcentaje de representatividad), así como, la clasificación de las especies teniendo en cuenta la frecuencia de aparición y los gremios tróficos. La clasificación de acuerdo a la frecuencia de aparición se realizó considerando del porcentaje de abundancia (% Abd) obtenido a partir del tabulador electrónico Biodiversity Calculator de Danoff-Burg & Chen (2005), y de la escala utilizada por Vargas, et al. (2017b).

Además de lo anterior se tuvo en cuenta el comportamiento de la Riqueza de Margalef (*DMg*), Dominancia de Simpson (*DSp*), índice de Berger-Parker (*d*) y Diversidad general (*Shannon H'*). Los mismos constituyen indicadores de diversidad alfa (*a*) y fueron determinados mediante el procesador estadístico DIVERS.exe. En el caso de la diversidad beta (*β*) se tuvieron en cuenta los índices de similitud de Jaccard (*Ij*) y el de Sorenson (*Iss*) y se obtuvieron por medio del software SIMIL.exe. Ambos procesadores utilizados pertenecen a Franja (1993) según referencia de Valenciaga, et al. (2015). También se tuvo en cuenta la Subordinación Ecológica (*SE*) como indicador de diversidad *β* que fue determinado según la fórmula referida por Vargas, et al. (2019). Para la interpretación de los resultados de riqueza de especies (*DMg*) e índice de Berger-Parker (*d*) se tuvo en cuenta lo planteado por Orellana (2009), mientras que para la Subordinación Ecológica (*SE*) y la dominancia de Simpson (*DSp*) se consideraron las escalas utilizadas por Siret (2018), respectivamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la investigación se colectaron 1 191 individuos en los que estuvieron representados seis órdenes, 20 familias, 45 géneros y 49 especies. Se identificaron cuatro gremios tróficos dentro de los cuales se reportaron 33 especies con comportamiento como plaga, 12 como controladores biológicos (fundamentalmente depredadores), dos como polinizadores y dos como vectores (Anexo 1).

Las variables relacionadas con la composición de la entomofauna en todas las fincas estudiadas sufrieron variación de un período al otro, aunque la tendencia fue siempre a la disminución excepto en Los Cascabeles donde el total de órdenes se mantiene constante. Solo el número de individuos aumentó de un período al otro, siendo está la categoría que mayor variación mostró estando por encima del 58 % en tres (El Sol, La Sorpresa, La Cecilia) de las cuatro fincas (Tabla 2). La reducción encontrada en el número de especies fue más marcada en las fincas Los Cascabeles y La Sorpresa donde superó el 54 %, en tanto en las fincas El Sol y La Cecilia la reducción fue del 43,8 % y el 20 % respectivamente. En ambas temporadas el mejor comportamiento para el total de familias, géneros y especies se reportó en El Sol. En el caso del total de órdenes el resultado más destacado se presentó en el período poco lluvioso para La Sorpresa, mientras que para el otro período esta categoría se mantuvo constante en todas las fincas.

Tabla 2. Composición de la fauna entomológica en las fincas suburbanas en los períodos evaluados.

Aspectos	Los Cascabeles		El Sol		La Sorpresa		La Cecilia	
	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL
Total de individuos	126	131	100	158	55	134	69	418
Total de órdenes	3	3	5	3	6	3	4	3
Total de familias	6	4	11	7	11	5	7	6
Total de géneros	11	5	14	9	15	5	10	7
Total de especies	11	5	16	9	15	5	10	8

Leyenda: PPLL: Período poco lluvioso, PLL: Período lluvioso

Vargas, et al. (2017a), es un estudio realizado en las fincas Erick Vega y La Esperanza también observaron que la tendencia de la composición insectil fue a la disminución hecho que relacionaron con la disminución del número de especies y la llegada de la lluvia pues, al igual que en la presente investigación, las variables meteorológicas aumentaron con el cambio de época. Además de los anterior, durante la investigación desarrollada por Vargas, et al. (2017b), en las fincas Tres Palma y La Juliana, señalaron que el aumento del número de individuos, a pesar de la lluvia, puede que este relacionado con la existencia de algunas especies que en estas condiciones forman abundantes poblaciones. Duarte & López (2020), también reportaron la incidencia de los factores climáticos sobre los resultados obtenidos al estudiar la diversidad de insectos asociados a siete cultivos en condiciones de organopónico.

En el período poco lluvioso el número de individuos para los órdenes reportados en cada una de las fincas tuvo un comportamiento variable y osciló en un rango de 1 a 88 (Tabla 3). Los mayores valores le correspondieron a *Hymenoptera* en la finca Los Cascabeles y *Coleoptera* en el resto de los predios productivos. Al analizar la representatividad se puede observar que esta varió en un rango entre el 33 y el 64 % y, aunque *Coleoptera* se mantiene como el orden más representado para El Sol (43,75 %) y La Cecilia (60 %), *Hemiptera* fue el de mayor porcentaje en Los Cascabeles (63,64 %) y La Sorpresa (33,33 %). De los aspectos que inciden en el porcentaje de representatividad, el número de familias fue el

que menor variación mostró y se mantuvo en un rango de 1-4, siendo constante para el orden *Hymenoptera* en todos los sistemas productivos al tratarse de la misma familia (*Formicidae*) en cada uno de ellos.

Tabla 3. Nivel de representatividad de cada uno de los órdenes reportados en las fincas suburbanas en los períodos evaluados.

Órdenes	Indicadores de representatividad	Fincas							
		Los Cascabeles		El Sol		La Sorpresa		La Cecilia	
		PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL
Coleoptera	NI	3	7	79	13	21	1	35	45
	NF	1	2	3	3	3	1	3	3
	% de R	18,18	60	43,75	44,44	40	20	60	62,5
Hemiptera	NI	35	4	15	59	9	125	9	323
	NF	4	1	5	3	4	3	2	2
	% de R	63,64	20	37,5	33,33	33,33	60	20	25
Hymenoptera	NI	88	120	4	86	17	8	23	50
	NF	1	1	1	1	1	1	1	1
	% de R	18,18	20	6,25	22,22	6,67	20	10	12,5
Lepidoptera	NI	-	-	1	-	1	-	2	-
	NF	-	-	1	-	1	-	1	-
	% de R	-	-	6,25	-	6,67	-	10	-
Diptera	NI	-	-	1	-	2	-	-	-
	NF	-	-	1	-	1	-	-	-
	% de R	-	-	6,25	-	6,67	-	-	-
Neuroptera	NI	-	-	-	-	5	-	-	-
	NF	-	-	-	-	1	-	-	-
	% de R	-	-	-	-	6,67	-	-	-

Leyenda: PPLL: Período poco lluvioso, PLL: Período lluvioso, NI: Número de individuos, NF: Número de familia, % de R: Porcentaje de representatividad

Con la llegada de la lluvia hubo una reducción del total de órdenes que fue del 25 % en La Cecilia, 40 % en El Sol y 50 % para La Sorpresa, solo en la finca Los Cascabeles se mantiene la misma cantidad de órdenes de un período al otro. Todos los indicadores relacionados con la representatividad mantienen un comportamiento variable, pues para algunos órdenes aumenta y para otros disminuye cuando se comparan ambas temporadas inclusive, dentro de un mismo orden unos indicadores aumentan y otros disminuyen. Únicamente para el orden *Hemiptera* en Los Cascabeles y *Coleoptera* en La Sorpresa se manifestó una disminución de todos los indicadores de una época a la otra. La tendencia generalizada del porcentaje de representatividad de los diferentes órdenes fue al aumento de un período al otro lo que no está relacionado con el aumento del número de especies por orden, pues se debe tener en cuenta que este indicador depende también del total de especies, el cual, como ya se demostró, disminuyó con la llegada de la lluvia.

De forma general los órdenes más representados fueron *Coleoptera*, *Hemiptera* e *Hymenoptera* por ese orden y se mantienen en todas las fincas cuando se pasa de una época a la otra. Ello debe estar relacionado con que a estos órdenes pertenecen especies que se encuentran comúnmente en los ecosistemas agrícolas al constituir importantes plagas de cultivos agrícolas o controladores biológicos de estas. *Lepidoptera* (El Sol, La Sorpresa, La Cecilia), *Diptera* (El Sol, La Sorpresa) y *Neuroptera* (La Sorpresa) fueron órdenes que se presentaron solamente en la temporada poco lluviosa de los predios que se señalan, aunque, sin formar abundantes poblaciones. Cañas & Chamorro (2017), también informaron a *Coleoptera*, *Hemiptera* e *Hymenoptera* como los órdenes más representados teniendo en cuenta el número de individuos y el porcentaje de representatividad. Vargas, et al. (2019), reportaron que estos órdenes fueron los más representados durante un estudio en las fincas La República y La Caballería en tanto *Lepidoptera* y *Diptera* solo fueron señalados en la época de poca lluvia. Jiménez, et al. (2020), durante un estudio entomológico también encontraron a *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, *Neuroptera* y *Lepidoptera* dentro de los órdenes asociados a dos ecosistemas cultivados.

Los insectos de las fincas objeto de estudio en el período poco lluvioso (Tabla 4) se agrupan en cuatro gremios tróficos (plagas, controladores biológicos, polinizadores y vectores). De las 42 especies reportadas en este período, el 61,9 % le correspondió a las especies que tienen comportamiento como plagas y seguidamente las que se comportan como controladores biológicos (28,6 %), fundamentalmente depredadores. El resto de los gremios tróficos (polinizadores y vectores) estuvo representado por igual porcentaje (4,8 %).

Tabla 4. Composición general de gremios tróficos en cada uno de los períodos evaluados.

Gremios Tróficos	Período poco lluvioso	Período lluvioso
Plagas	61,9 %	66,7 %
Controles biológicos	28,6 %	26,7 %
Polinizadores	4,8 %	6,7 %
Vectores	4,8 %	-

Con la llegada de la lluvia hubo una reducción de los gremios tróficos de un 25 % permaneciendo solamente especies que tienen comportamiento como plagas (66,7 %), controladores biológicos (26,7 %) y polinizadores (6,7 %). En esta temporada no se encontraron especies de insectos con comportamiento como vectores lo que se debe probablemente a



que las especies encontradas en la temporada poco lluviosa (*Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) y *Musca domestica* (Linnaeus, 1758)) son fuertemente influenciadas por la lluvia. Aunque con 1,9 puntos porcentuales inferior en la época lluviosa, de las 12 especies que se reportaron como controladores biológicos en el período poco lluvioso solo *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804), *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) y *Zelus longipes* (Linnaeus, 1767) se mantuvieron en el período lluvioso. Por su parte de las dos especies polinizadoras identificadas, *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) fue común a las dos épocas.

Por finca la distribución de los gremios tróficos tiene un comportamiento variable y está influenciado por el gremio del cual se trate (Tabla 5). Para el caso de las plagas se experimenta una disminución que osciló entre 6 y 22 puntos porcentuales para las fincas Los Cascabeles, La Sorpresa y La Cecilia. Las especies con comportamiento como controladores biológicos tuvieron una tendencia generalizada al aumento entre 2 y 22 puntos porcentuales en todas las fincas estudiadas. De manera similar se manifestaron los polinizadores para la finca La Sorpresa, en El Sol y La Cecilia este gremio desapareció con el cambio de temporada al igual que los vectores para El Sol y La Sorpresa, gremio que fue exclusivo de estos dos sistemas productivos. De los polinizadores *A. mellifera* fue común a El Sol y La Sorpresa en el período poco lluvioso manteniéndose en el último predio de los que se menciona con la llegada de la lluvia, mientras que *Melipona beechii* (Guérin-Méneville, 1835) se reportó solo en la época de poca lluvia en La Cecilia. Para el caso de los vectores *M. domestica* fue común para El Sol y La Sorpresa predio, este último, en el que se encontró además a *A. diaperinus*, en ambos casos en el período poco lluvioso.

Tabla 5. Composición de gremios tróficos por fincas estudiadas en cada uno de los períodos evaluados.

Gremios tróficos	Fincas							
	Los Cascabeles		El Sol		La Sorpresa		La Cecilia	
	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL
Plagas	81,8 %	60 %	56,3 %	66,7 %	46,7 %	40 %	60 %	50 %
Controles biológicos	18,2 %	40 %	31,3 %	33,3 %	33,3 %	40 %	30 %	50 %
Polinizadores	-	-	6,3 %	-	13,3 %	20 %	10 %	-
Vectores	-	-	6,3 %	-	6,7 %	-	-	-

Leyenda: PPLL: Período poco lluvioso, PLL: Período lluvioso

Montañez (2014), al evaluar el impacto de los cultivos orgánicos sobre la fauna entomológica señaló a los herbívoros, depredadores y parasitoides (controladores biológicos), así como, los polinizadores dentro de los gremios tróficos representados. Añadió que, de nueve estudios revisados sobre la variedad de la fauna entomológica en sistemas productivos, cinco arrojaron que la mayor riqueza de especies le correspondió al gremio de los fitófagos y en segundo lugar a los depredadores. Dentro de este último gremio el que se haya encontrado a *H. convergens*, *C. sanguinea*, *Coleomegilla cubensis* (Casey, 1908), *Brachyacantha bistrispustulata* (Mulsant, 1850), *Chilocorus sp.* (Leach, 1815), *Psyllobora nana* (Mulsant, 1850) y *Chilocorus cacti* (Linnaeus, 1767) se debe a que son miembros de la familia Coccinellidae. Según Perla (2018), esta familia comprende un gran número de especies de distribución cosmopolita. Muchas de ellas, tanto en su estado larval como adulto, son consideradas eficaces controladores biológicos debido a que se comportan como depredadores de una gran variedad de plagas agrícolas (áfidos, cochinillas harinosas, queresas y ácaros). Agregó que en Perú se ha reportado, entre otras, la presencia de *C. sanguinea*, *H. convergens*, algunas especies de *Psyllobora* y *B. bistrispustulata* en diferentes sistemas de producción lo que se debe a su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos hasta aquí se hace necesario analizar el comportamiento de los indicadores de diversidad  $\alpha$ , pues los mismos son expresión de cómo se manifiestan las especies. Los valores que se muestran permiten plantear que los indicadores evaluados tienen un comportamiento dividido y siempre negativo pues, mientras la riqueza de Margalef ( $DMg$ ) y la diversidad general ( $Shannon H'$ ) tienden a la disminución con el cambio de época, los dos indicadores de dominancia (Simpson ( $DSp$ ) y Berger-Parker ( $d$ )) manifiestan un aumento (Tabla 6). Los valores alcanzados para la  $DMg$  en el período poco lluvioso se oscilan entre 2 y 3,5 encontrándose la mayor riqueza en La Sorpresa y El Sol, aunque para todos los predios este indicador se clasifica como moderado o medio. Con el cambio de temporada todos los resultados para este indicador disminuyen manifestando valores entre 0 y 1,6 donde el mejor comportamiento se presentó en El Sol y La Cecilia, a pesar de que para todos los predios productivos la riqueza en esta época se considera baja.

En el caso de la dominancia ( $DSp$ ) en la época poco lluviosa, se obtuvieron valores entre 0,1 y 0,32. No obstante, para todas las fincas objeto de estudio se dice que la dominancia es baja lo cual es importante al manifestar que no hay una marcada influencia de una especie sobre otra. Sin embargo, en la temporada lluviosa el comportamiento es diferente y más variable pues, aunque en todos los predios existe aumento de valor, la influencia de las especies es diferente. En el caso de la finca El Sol la dominancia sigue siendo baja, para el caso de La Cecilia se clasifica como moderada o media, mientras que para el resto de los sistemas productivos se considera alta. Estos resultados son corroborados cuando se observa el índice ( $d$ ) que evalúa la dominancia teniendo en cuenta la especie más dominante.

En el período poco lluvioso solo en las fincas Los Cascabeles la influencia de la especie más dominante sobre el resto de la muestra es moderada o media, en tanto, para el resto de los ecosistemas agrícolas estudiados dicha influencia es

baja. En el período lluvioso existe una mayor influencia de las especies dominantes sobre el resto de la muestra siendo baja para la finca El Sol y alta para Los Cascabeles, La Sorpresa y La Cecilia. Este comportamiento para la temporada poco lluviosa no es preocupante sobre todo si tiene en cuenta que las especies más dominantes en los cuatro sistemas productivos son organismos benéficos: controles biológicos (Los Cascabeles, El Sol) y polinizadores (La Sorpresa, La Cecilia), no así en la temporada lluviosa donde las especies con mayor influencia en las muestras son organismos plaga, de la cuales una es común a dos de las fincas.

Tabla 6. Comportamiento de la diversidad alfa ( $\alpha$ ) de cada finca en relación con la entomofauna en cada uno de los períodos evaluados.

Indicadores de diversidad alfa	Fincas							
	Los Cascabeles		El Sol		La Sorpresa		La Cecilia	
	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL
Riqueza de Margalef ( $DMg$ )	2,068	0,820	3,257	1,580	3,494	0,817	2,126	1,159
Dominancia de Simpson ( $DSp$ )	0,314	0,840	0,183	0,295	0,127	0,845	0,181	0,603
Dominancia de Berger-Parker ( $d$ )	0,500	0,916	0,380	0,399	0,309	0,918	0,333	0,766
Diversidad general ( $Shannon H'$ )	1,490	0,386	2,096	1,449	2,311	0,357	1,906	0,876

Leyenda: PPLL: Período poco lluvioso, PLL: Período lluvioso

Los resultados en los indicadores de diversidad  $\alpha$  analizados anteriormente tienen influencia en el comportamiento de la diversidad general. Para este indicador se observa una reducción cuando se comparan los dos períodos evaluados, los mayores valores se reportaron en la época poco lluviosa para todas las fincas (entre 1,4 y 2,4) donde se puede decir que los resultados alcanzados están dentro del rango establecido para una correcta diversidad y abundancia. En la época lluviosa, la diversidad general estuvo entre 0,3 y 1,5 reportándose valores para una correcta diversidad y abundancia solo en la finca El Sol. En aquellos predios y períodos donde se obtienen valores adecuados de diversidad, se debe a que existe menos influencia de las especies más dominantes y por tanto, la distribución de los individuos de las diferentes especies dentro de las muestras es más homogénea.

En diversos estudios sobre diversidad entomológica se ha evaluado el comportamiento de estos indicadores. Vargas, et al. (2017a), al evaluar el comportamiento de la diversidad entomológica en dos fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba, encontraron que la diversidad  $\alpha$  tuvo tendencia a la disminución de un período al otro, excepto para la dominancia en la temporada lluviosa de una de las fincas evaluadas (Erick Vega). Agregaron que, excepto la diversidad general, los valores obtenidos se mantienen en el rango establecido para cada indicador. Antúnez (2018), al realizar la identificación y evaluar la diversificación y distribución temporal de insectos asociados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Catacamas, Honduras obtuvo valores de Simpson entre 0,8 y 1 mientras que, la diversidad general varió de 1,05 a 1,06 en los cuatro ecosistemas estudiados considerándolos como de baja biodiversidad lo que coincide con la presente investigación para los resultados obtenidos en la temporada lluviosa. Según la escala referida por Duarte & López (2020), la diversidad general se considera baja en Los Cascabeles para las dos temporadas, así como, para todas las fincas en el período lluvioso. En el caso de la época poco lluviosa la diversidad se considera media para las fincas El Sol, La Sorpresa y La Cecilia.

Del total de especies reportadas durante el trabajo solo el 14,19 % (siete especies) son las que mayor implicación tienen dentro de las muestras de las fincas en cada período (Tabla 7). Para la temporada poco lluviosa, en todas las fincas las especies más abundantes tienen menor implicación dentro de la muestra al encontrarse en la parte inferior de la escala (escasa-ocasional) comportamiento que se mantiene para el período lluvioso en la finca El Sol. Solo *S. geminata* es reportada como una especie poco frecuente (parte superior de la escala) en Los Cascabeles. Con el cambio de época las especies comienzan a tener una mayor implicación dentro de la muestra pues los % Abd que se reportan se ubican en la parte superior de la escala (poco frecuente-frecuente-abundante). La especie *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) tuvo una fuerte representatividad en La Sorpresa (abundante) y La Cecilia (frecuente).

Tabla 7. Especies más representativas en cada una de las fincas según el porcentaje de abundancia.

Especies	Finca	Período	% Abd	Clasificación
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	LCs	PPLL	50	Poco frecuente
<i>Atta insularis</i> (Guérin, 1944)	LCs	PLL	91,6	Abundante
<i>Hippodamia convergens</i> (Guérin-Méneville, 1842)	ES	PPLL	38	Ocasional
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	ES	PLL	39,87	Ocasional
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	LS	PPLL	30,91	Ocasional
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	LS	PLL	91,79	Abundante
<i>Melipona beechii</i> (Guérin-Méneville, 1835)	LCe	PPLL	33,33	Ocasional
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	LCe	PLL	76,56	Frecuente

Leyenda: LCs: Los Cascabeles, ES: El Sol, LS: La Sorpresa, LCe: La Cecilia, PPLL: Período poco lluvioso, PLL: Período lluvioso, % Abd: Porcentaje de abundancia

De las especies más dominantes todas las encontradas en el período poco lluvioso son organismos benéficos pues *S. geminata* y *H. convergens* son depredadores, mientras que *A. mellifera* y *M. beechii* son polinizadores. En el período lluvioso todas las especies reportadas como dominantes constituyen insectos plagas, aunque ello no significa la desaparición de los organismos benéficos de una temporada a la otra. Dentro de estas especies solo *M. beechii* no se reportó con el cambio de época. De manera general, considerando el total de especies dominantes, el 27,57 % (dos especies) fueron clasificadas como abundantes, el 14,29 % (una especie) como frecuente, con igual porcentaje que el anterior se encuentran las clasificadas como poco frecuente y un 57,14 % (cuatro especies) resultaron ser ocasionales. El resto de las especies encontradas que representan el 85,71 % (42 especies) fueron clasificadas como escasa de cuyas fluctuaciones poblacionales hay que realizar un continuo seguimiento.

*S. geminata*, *H. convergens*, *A. mellifera* y *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) han sido reportadas por Vargas, et al. (2017ab); y Vargas, et al. (2019), dentro de las especies más dominantes en otras fincas suburbanas de Santiago de Cuba. Ello hace suponer que estos insectos suelen encontrarse normalmente en estas condiciones de producción. Lara, et al. (2015), plantearon que *S. geminata* es una de las seis hormigas invasoras más importantes a nivel mundial, anida en el suelo en sitios abiertos de ecosistemas perturbados (principalmente en cultivos y potreros) en donde frecuentemente es la especie dominante. Se han documentado sus efectos nocivos y benéficos en los cultivos agrícolas, pero se sabe muy poco de sus poblaciones en los bosques naturales o en plantaciones agroforestales. De acuerdo con Castañeda (2018), causa impactos negativos a la flora nativa además de afectar a las crías de aves y reptiles. Este mismo autor señaló que es una hormiga cuyo rol funcional trófico es omnívoro y puede disminuir las poblaciones de invertebrados nativos y endémicos. Serna, et al. (2019), plantearon que *Solenopsis* está dentro de los géneros de hormigas que se enfatizan con posibilidades reales o potenciales como depredadoras en áreas agrícolas pues su presencia afecta la comunidad de insectos plaga. Tal es el ejemplo de *S. geminata* que se considera un control eficaz de la broca del café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867).

El que se encontrara *B. tabaci* en la temporada lluviosa formando poblaciones frecuentes y abundantes es de sumo interés pues, según Romay, et al. (2016), es una de las principales amenazas para la producción de muchos cultivos a nivel mundial. Puede causar daños directos como insecto chupador y daños indirectos por su capacidad para transmitir enfermedades virales en varios cultivos ocasionando cuantiosas pérdidas a escala mundial el cual constituye su daño principal. Por otra parte, el que se haya reportado la presencia de *A. mellifera* en los dos períodos es importante debido a que la polinización es una práctica tradicional fomentada por los productores. Fundamentalmente se implementa a partir de esta especie que se encuentra ampliamente domesticada, pero prácticamente desaparecida de los hábitats naturales.

Los indicadores de diversidad (Tabla 7) demuestran que en los dos períodos evaluados entre estas fincas existe una similitud (*Ij*) baja. Se dice esto porque en todas las comparaciones realizadas los valores obtenidos están por debajo de 0,500 excepto en la comparación El Sol-La Cecilia para la temporada lluviosa donde el resultado obtenido (0,545) es ligeramente superior clasificándose como una similitud alta. No obstante, cuando se comparan los dos períodos la tendencia del valor de similitud es al aumento. Un comportamiento similar al descrito anteriormente se observa cuando se analiza la similitud (*Iss*) aunque en este caso todos los resultados alcanzados están por debajo de 0,500. La tendencia generalizada es al aumento de una época a la otra excepto en la comparación Los Cascabeles-La Sorpresa donde se experimenta una disminución. Para las comparaciones El Sol-La Sorpresa (0,384), El Sol-La Cecilia (0,313) y La Sorpresa-La Cecilia (0,453) en el período lluvioso la similitud se considera moderada. Para el resto de las comparaciones en cada uno de los períodos la similitud es baja con una tendencia a la disimilitud (0,000).

Tabla 7. Valores de similitud entre las dos fincas a partir de la fauna entomológica identificada.

Comparaciones entre fincas	Similitud de Jaccard ( <i>Ij</i> )		Similitud de Sorenson ( <i>Iss</i> )		Subordinación ecológica ( <i>SE</i> )	
	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL
Los Cascabeles-El Sol	0,038	0,167	0,009	0,014	0,091	0,400
Los Cascabeles-La Sorpresa	0,083	0,250	0,033	0,015	0,182	0,400
Los Cascabeles-La Cecilia	0,050	0,182	0,010	0,015	0,100	0,400
El Sol-La Sorpresa	0,192	0,273	0,168	0,384	0,333	0,600
El Sol-La Cecilia	0,083	0,545	0,118	0,313	0,200	0,750
La Sorpresa-La Cecilia	0,042	0,300	0,032	0,453	0,100	0,600

Leyenda: PPLL: Período poco lluvioso, PLL: Período lluvioso

Por su parte la (*SE*) manifiesta un aumento cuando se comparan las dos temporadas, aunque en la mayoría de las comparaciones los valores alcanzados están por debajo del valor medio (0,500). Excepto para las comparaciones El Sol-La Sorpresa (0,600) y La Sorpresa-La Cecilia (0,600) en el período lluvioso donde se obtuvo una subordinación medianamente efectiva y en El Sol-La Cecilia (0,750) donde se cataloga como efectiva, en el resto de las comparaciones la (*SE*) se considera entre no efectiva y poco efectiva. De manera general la diversidad  $\beta$  tiende al aumento de un período al otro y los mayores valores para la temporada poco lluviosa le pertenecieron a la comparación El Sol-La Sorpresa mientras que con la llegada de la lluvia los mayores resultados se encontraron en la comparación El Sol-La Cecilia.

Es posible que el comportamiento observado en los indicadores de similitud esté relacionado con la existencia de pocas especies comunes entre las fincas que se comparan. En el período poco lluvioso la cantidad de especies comunes de todas las comparaciones osciló de 1 a 2 excepto en la comparación El Sol-La Sorpresa donde se reportaron

cincos especies comunes. Con el cambio de época existe un ligero aumento en el número de taxas comunes en las comparaciones que fue de 2 a 3 llegando hasta seis en la comparación El Sol-La Cecilia. Tal vez a ello se deba que a las comparaciones que se mencionan le correspondan los mayores valores de similitud en uno y otro período. Estos resultados evidencian que la fauna entomológica que se encuentra asociada a la flora en estas fincas está adaptada a las condiciones específicas de cada lugar y que su comportamiento positivo o negativo estará influenciado por las modificaciones que existan en dichas condiciones. Vargas, et al. (2015), al realizar valoraciones sobre la similitud de diferentes áreas teniendo en cuenta la fauna entomológica, señalaron que los indicadores de diversidad  $\beta$  mostraron una tendencia a la disimilitud evidenciando la existencia de especies exclusivas de cada área e influencias por las condiciones del lugar.

## CONCLUSIONES

La composición de la entomofauna en todas las fincas varió de un período al otro siempre con tendencia a la disminución excepto el total de individuos que aumentó en la finca Los Cascabeles. Los órdenes más representados fueron *Coleoptera*, *Hemiptera* e *Hymenoptera* y con la llegada de la lluvia hubo una reducción del total de órdenes superior al 25 % en las fincas La Cecilia, El Sol y La Sorpresa. En el período poco lluvioso se reportaron cuatro gremios tróficos (plagas, controladores biológicos, polinizadores y vectores) siendo los más representados las plagas (61,9 %) y los controladores biológicos (28,6 %) reduciéndose un 25 % con llegada de la lluvia al no estar presentes los insectos vectores. La diversidad  $\alpha$  tiene un comportamiento dividido y siempre negativo pues, mientras la riqueza de Margalef y la diversidad general tienden a la disminución con el cambio de época, los dos indicadores de dominancia experimentan un aumento. La diversidad general mostró una reducción entre períodos, con resultados dentro del rango establecido en el período poco lluvioso, no así en la época lluviosa donde solo se mantiene este comportamiento en la finca El Sol. De manera general se aprecia una baja similitud entre las comparaciones realizadas con una tendencia a la disimilitud, lo que da cuenta de una entomofauna casi específica de cada finca y adaptada a las condiciones de cada sistema productivo. Los mayores valores para la temporada poco lluviosa le pertenecieron a la comparación El Sol-La Sorpresa mientras que con la llegada de la lluvia los mayores resultados se encontraron en la comparación El Sol-La Cecilia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, A. (2018). *Fauna benéfica asociada al cultivo orgánico de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el fundo de la Universidad Nacional Agraria La Molina*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Antúñez, Y. S. (2018). *Identificación, diversificación y distribución temporal de insectos asociados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Catacamas, Honduras, 2016*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria.

Cañas, R. L., & Chamorro, W. A. (2017). *Caracterización de la biodiversidad de insectos asociados al cultivo de lechuga bajo producción orgánica y convencional*. (Tesis de pregrado para Ingeniero Agrónomo). Escuela Agrícola Panamericana del Zamorano.

Danoff-Burg, J. A., & Chen, X. (2005). Abundance curve calculator. This calculator is based on the instructions given in the Worked Examples of Magurran (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.

Duarte, S., & López, A. (2020). Diversidad de insectos asociados a siete cultivos en el sistema de cultivo organopónicos "1ro de julio" de La Habana. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 58-65.

Jiménez, E., González, B. J., & Centeno, A. J. (2020). Diversidad de insectos plagas y benéficos asociados al cultivo de chayote en Matagalpa, Nicaragua 2017. *Ciencia e Interculturalidad*, 26(1), 175-191.

Lara, M., Rosas, M., Rojas, P., & Reyes, P. (2015). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a palma camador (*Chamedorea radicalis* Mart.) en el bosque tropical, Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 31(2), 270-274.

López, E., Ruíz, L., Gómez, B., Castro, A. E., & Sánchez, M. S. (2018). Conocimiento y percepción tsotsil sobre los insectos perjudiciales para la milpa en la reserva de la Selva El Ocote (Chiapas, México). *Estudios de Cultura Maya*, 52, 255-290.

Montañez, M.N. (2014) Impacto de los cultivos orgánicos sobre la diversidad de insectos: una revisión de investigaciones recientes. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana.

Orellana, J. (2009) *Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta*. (Tesis de pregrado). Universidad mayor de San Simón.

Perla, D. R. (2018). *Diversidad y distribución de la familia Coccinellidae (Coleoptera: Cucujoidea), en un gradiente altitudinal, en la cuenca del río cañete, Perú (2009-2010)*. (Tesis de pregrado para Licenciado en Biología). Universidad Ricardo Palma.

Rivero, A. (2006). Estudio de diversidad de insectos en la región de Jibacoa-Hanabanilla, Macizo Guamuahaya. *Centro Agrícola*, 33(2), 49-54.

Romay, G., Geraud, F., Chirinos, D., & Demey, J. (2016). *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae): Historia, situación actual y su rol como vector de enfermedades virales de plantas en Venezuela. *Entomotropica*, 31(35), 276-293.

- Serna, F. J., Mera, L. D., Ramírez, K., & Gaigl, A. (2019). Hormigas de mayor impacto en la agricultura colombiana. En, F. Fernández, R. J. Guerrero, & T. Delsinne (Ed.), *Hormigas de Colombia*. (pp. 1115-1148). Universidad Nacional de Colombia.
- Siret, A. (2018). *Diversidad vegetal en patios familiares y su aporte a la seguridad alimentaria en Santiago de Cuba*. (Tesis de pregrado para Ingeniero Agrónomo). Universidad de Oriente.
- Valenciaga, N., Mora, C.A., García, C., Fortes, D. & Noda, A. (2015) Diversidad de artrópodos asociados a *Braconia* spp. e índice de daños de insectos plaga. (Ponencia). V Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana, Cuba.
- Vargas, B., del Toro, J. O., Pupo, Y. G., Rizo, M., Candó, L., & Ferrer, J. C. (2020). Percepción etnobotánica de los campesinos sobre la flora arvense en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba, Cuba. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales Aromáticas*, 19(1), 126-141.
- Vargas, B., Mendoza, E. O., Escobar, Y., González, L., & Rizo, M. (2017a). Diversidad entomológica en dos fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, (2), 23-43.
- Vargas, B., Mendoza, E. O., Escobar, Y., González, L., & Rizo, M. (2017b). Diversidad de insectos asociados a la flora existente en dos fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 41(2), 60-71.
- Vargas, B., Mendoza, E. O., Rodríguez, R., Jiménez, R., Cobas, M., & Vuelta, D. R. (2019). Identificación y comportamiento de la fauna entomológica asociada a la vegetación existente en dos fincas suburbanas en Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Chilena de Entomología*, 45(1), 139-156.
- Vargas, B., Pupo, Y. G., Fajardo, L., Puertas, A. y Rizó, M. (2015). Diversidad de insectos asociada a Lantana Camara (Rompe Camisa) en localidades agrícolas de Santiago de Cuba, Cuba. *Investigación y Saberes*, 9(1), 17-18.
- Vázquez, L. L., Alfonso, J., Jiménez, S., Fernández, E., Casagrande, J., Pérez, Y., Porras, Á., Fernández, A., Grillo, E., González, J. C., & Domínguez, M. I. (2015). Organismos nocivos de importancia en diferentes tipos de sistemas de producción en la matriz agrícola urbana, periurbana y suburbana de la provincia de La Habana. *Fitosanidad*, 19(1), 29-43.

## ANEXOS

Anexo 1. Listado de especies identificadas asociadas a la flora existente en las fincas objeto de estudio, diciembre de 2017 a mayo de 2018.

Especies	Orden	Familia	Total	Clasificación
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	Hemiptera	Aleyrodidae	497	Plaga
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	Hymenoptera	Formicidae	136	Control biológico
<i>Atta insularis</i> (Guérin, 1944)	Hymenoptera	Formicidae	120	Plaga
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	Hymenoptera	Formicidae	88	Plaga
<i>Hippodamia convergens</i> (Guérin-Méneville, 1842)	Coleoptera	Coccinellidae	43	Control biológico
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linnaeus, 1763)	Coleoptera	Coccinellidae	39	Control biológico
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Hymenoptera	Apidae	29	Polinizador
<i>Diabrotica innuba</i> Fabricius, 1775)	Coleoptera	Chrysomelidae	27	Plaga
<i>Cylas formicarius var. elegantulus</i> (Fabricius, 1798)	Coleoptera	Curculionidae	27	Plaga
<i>Melipona beechii</i> (Guérin-Méneville, 1835)	Hymenoptera	Apidae	23	Polinizador
<i>Blissus</i> sp. (Burmeister, 1835)	Hemiptera	Lygaeidae	20	Control biológico
<i>Zelus longipes</i> (Linnaeus, 1767)	Hemiptera	Reduviidae	12	Control biológico
<i>Diabrotica balteata</i> (Leconte, 1865).	Coleoptera	Chrysomelidae	12	Plaga
<i>Cerotoma ruficornis</i> (Oliver, 1791)	Coleoptera	Chrysomelidae	10	Plaga
<i>Coleomegilla cubensis</i> (Casey, 1908)	Coleoptera	Coccinellidae	10	Control biológico
<i>Largus sellatus</i> (Guérin-Méneville, 1857)	Hemiptera	Pyrrhocoridae	8	Plaga
<i>Zicca taeniola</i> (Dallas, 1852)	Hemiptera	Coreidae	8	Plaga
<i>Catorhinta boringuensis</i> (Barber, 1923)	Hemiptera	Coreidae	7	Plaga
<i>Brachyacantha bistrupustulata</i> (Mulsant, 1850)	Coleoptera	Coccinellidae	7	Control biológico
<i>Loxa pallida</i> (Van Duzee, 1907)	Hemiptera	Pentatomidae	5	Plaga
<i>Egus platycephalus</i> (Mulsant, 1850)	Coleoptera	Coccinellidae	5	Plaga
<i>Dysdercus andreae</i> (Linnaeus, 1758)	Hemiptera	Pyrrhocoridae	5	Plaga
<i>Chrysopa</i> sp. (Schneider, 1851)	Neuroptera	Chrysopidae	5	Control biológico
<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797)	Coleoptera	Tenebrionidae	5	Vector
<i>Lerna trilinea</i> (Oliver, 1791).	Coleoptera	Chrysomelidae	4	Plaga
<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)	Diptera	Muscidae	3	Vector
<i>Creontiades rubrinervis</i> (Stal, 1862)	Hemiptera	Miridae	3	Plaga
<i>Deltocephalus</i> sp. (Burmeister, 1838)	Hemiptera	Cicadellidae	3	Plaga
<i>Chilocorus</i> sp. (Leach, 1815)	Coleoptera	Coccinellidae	3	Control biológico
<i>Lagochirus obsoletus dazayasi</i> (Dillon, 1957)	Coleoptera	Cerambycidae	3	Plaga
<i>Cryptocephalus marginicollis</i> (Suffrian, 1851)	Coleoptera	Chrysomelidae	2	Plaga
<i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton, 1866)	Lepidoptera	Pyralidae	2	Plaga
<i>Proxys punctulatus</i> (Palisot, 1818)	Hemiptera	Pentatomidae	2	Plaga
<i>Psyllobora nana</i> (Mulsant, 1850)	Coleoptera	Coccinellidae	2	Control biológico
<i>Phthia picta</i> (Drury, 1770)	Hemiptera	Coreidae	2	Plaga
<i>Zelus mactans</i> (Stål, 1861)	Hemiptera	Reduviidae	1	Control biológico
<i>Erinnys ello</i> (Linnaeus, 1758)	Lepidoptera	Sphingidae	1	Plaga
<i>Euschistus bifibulus</i> (Palisot de Beauvois, 1805)	Hemiptera	Pentatomidae	1	Plaga
<i>Typophorus nigrinus</i> (Fabricius, 1801)	Coleoptera	Chrysomelidae	1	Plaga
<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)	Hemiptera	Pentatomidae	1	Plaga
<i>Ortholomus jamaicensis</i> (Dallas, 1852)	Hemiptera	Lygaeidae	1	Plaga
<i>Anthonomus varipes</i> (du Val, 1857)	Coleoptera	Curculionidae	1	Plaga
<i>Leptoglossus venustus</i> (Alayo y Grillo, 1977)	Hemiptera	Coreidae	1	Plaga
<i>Chilocorus cacti</i> (Linnaeus, 1767)	Coleoptera	Coccinellidae	1	Control biológico
<i>Leocomia gracilis</i> (Metcalf y Bruner, 1925)	Hemiptera	Cercopidae	1	Plaga
<i>Diaphania nitidalis</i> (Stoll, 1781)	Lepidoptera	Pyralidae	1	Plaga
<i>Leptostylus incrassatus</i> (Klug, 1829)	Coleoptera	Cerambycidae	1	Plaga
<i>Macrohaltica jamaicensis</i> (Fabricius, 1792)	Coleoptera	Chrysomelidae	1	Plaga
<i>Arvelius albopunctatus</i> (DeGeer, 1773)	Hemiptera	Pentatomidae	1	Plaga
49 especies	6 órdenes	20 familias	1191	4 gremios tróficos

# 15

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## YESO AGRÍCOLA Y ROTURACIÓN COMO PRÁCTICAS DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO DE SUELOS BANANEROS

### AGRICULTURAL PLASTER AND ROTURATION AS PRACTICES FOR THE PHYSICAL CONDITIONING OF BANANA SOILS

Julio Chabla Carrillo<sup>1</sup>

E-mail: [jecabla@utmachala.edu.ec](mailto:jecabla@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9761-5890>

Salomón Barrezueta Unda<sup>1</sup>

E-mail: [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

Antonio Paz González<sup>2</sup>

E-mail: [antonio.paz.gonzalez@udc.es](mailto:antonio.paz.gonzalez@udc.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6318-8117>

Edison Iván Cueva Rivera<sup>1</sup>

Email: [eicueva\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:eicueva_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9177-7573>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad de la Coruña. España.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Chabla Carrillo, J., Barrezueta Unda, S., Paz González, A., & Cueva Rivera, E. I. (2020). Yeso agrícola y roturación como prácticas de acondicionamiento físico de suelos bananeros. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 103-108.

#### RESUMEN

El impacto directo de las gotas de agua sobre el suelo de los sistemas de riego presurizados utilizados en plantaciones bananeras han provocado efectos negativos sobre sus propiedades físicas como el incremento de la densidad aparente y la disminución de la porosidad, formando capas compactas. Ante el problema señalado se planteó evaluar el efecto de los mejoradores físico y químico en la compactación del suelo. El trabajo se desarrolló en dos fincas bananeras, en cada una tuvo los sistemas de riego subfoliar y suprafoliar. Dentro de cada sistema de riego se delimitó tres parcelas con tres repeticiones. Se analizó sus efectos en un perfil de 50 cm; se extrajeron muestras en estratos de 10 cm, en el cual se determinó la densidad aparente ( $D_a$ ), porosidad total ( $P_t$ ), además la resistencia a la penetración (RPS). La  $D_a$  en ambos suelos, con sistemas de riego diferente, se mantuvo por debajo de 1,19 g.cm<sup>-3</sup> no hubo diferencias significativas entre tratamientos, mostrando una mayor diferencia a los 20 cm de profundidad. En cambio, los valores de porosidad determinaron diferencias significativas de la roturación respecto a los otros tratamientos que logró valores de hasta 62,36% en el primer estrato. En lo que respecta al mejorador químico la reducción de la compactación fue gradual con valores de 857.51 kPa en el testigo a 421.24 kPa en 90 días de aplicación, con la roturación fue de 857,51 kPa a 132,63 kPa. Se puede atribuir que el sistema de riego subfoliar, la energía cinética con que las gotas de agua llegan al suelo, no afecta mayormente la estructura del suelo, no sucede lo mismo con la influencia de los sistemas de riego suprafoliar.

#### Palabras clave:

Banano, porosidad, compactación, densidad aparente, resistencia a la penetración.

#### ABSTRACT

The direct impact of water droplets on the soil of pressurized irrigation systems used in banana plantations have caused negative effects on their physical properties such as increased bulk density and decreased porosity, forming compacted layers. Faced with the problem raised evaluate the physical and chemical effect on soil compaction. The work was developed in two banana farms, in each one it had implied the systems of subfoliar and suprafoliar irrigation. Within each irrigation system 3 plots with three repetitions were delimited. Its effects on a profile of 50 cm were analysed; samples were taken in strata of 10 cm, determining the  $D_a$ , porosity, as well as the resistance to penetration. The  $D_a$  in both soils with different irrigation systems, remained below 1.19 g.cm<sup>-3</sup> there were no significant differences between treatments, showing a greater difference at 20 cm depth. On the other hand, the porosity values determined significant differences of the ploughing with respect to the other treatments that achieved values of up to 62.36% in the first stratum. Regarding the chemical improver, the reduction of compaction was gradual with values from 857.51 kPa in the control to 421.24 kPa in 90 days of application, with the break was from 857.51 kPa to 132.63 kPa. It can be attributed that the subfoliar irrigation system, the kinetic energy with which the water drops reach the soil, does not affect mostly the structure of the soil, the same does not happen with the influence of the supra-foliar irrigation systems.

#### Keywords:

Banana, porosity, compaction, apparent density, penetration resistance.

## INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas del suelo cumplen un papel importante en el desarrollo de los cultivos como proporcionar un ambiente adecuado para la aireación, capacidad de retención del agua, o una correcta distribución y crecimiento de sus raíces. Esto permite una buena absorción de agua y nutrientes a las plantas. Sin embargo, pueden sufrir cambios, por el manejo inadecuado de los sistemas de riegos presurizados, utilizados en las plantaciones de banano, principalmente por el impacto que producen las gotas de agua provenientes de los emisores (aspersores), cuando estas llegan al suelo con una determinada energía. Esto provoca cambios en ciertas propiedades físicas del suelo como: el incremento de la densidad aparente y por lo tanto, la disminución de la porosidad.

Los suelos de la zona bananera de la provincia de El Oro (Ecuador), por su origen aluvial poseen altos contenidos de limo y bajos porcentajes de materia orgánica ocasionan aumentos de la compactación en los suelos. Gubiani, et al., (2013), relacionaron la compactación del suelo sobre la productividad del cultivo y con variables sensibles, como la resistencia a la penetración, densidad aparente, porosidad, materia orgánica y contenido de humedad, planteando estrategias para el mejoramiento de las propiedades físicas mediante la aplicación de mejoradores de diferentes naturalezas (química y física), que han demostrado cambios esenciales en la estructura del suelo.

En este contexto, prácticas como la roturación del suelo, permiten en cierta medida la incorporación de residuos orgánicos y la aplicación de Sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) que forman agregados, ayudan a elevar la porosidad y retención de agua mejorando la calidad física del suelo. Acosta, et al. (2017), consideran que una de las alternativas para reducir la compactación de los suelos es la aplicación de yeso agrícola. Muguero, et al. (2017), indicaron que la adición de agentes químicos como el yeso y materia orgánica, mejoran la estabilidad de agregados y por ende la estructura del suelo. Gordon, et al. (1992), mencionan que la ventaja de aplicar yeso es regular el pH y la permeabilidad de los suelos, factores que posibilitan la disponibilidad de los nutrientes.

El sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ), se ha aplicado como enmienda del suelo por mucho tiempo dentro del ámbito agropecuario el cual es de bajo costo y aumenta la productividad de los cultivos. En el caso de suelos con alta presencia de sodio, el calcio ayuda a remplazar, formando en el suelo sulfato de sodio que es fácilmente lavable (Trasviña, et al., 2018).

Con el objetivo de evaluar los efectos de mejoradores de suelo sobre las propiedades físicas, densidad aparente, porosidad total y resistencia a la penetración en predios cultivados con banano, bajo un sistema de riego presurizado, se utilizó un tratamiento físico (roturación) y químico (Sulfato de Calcio).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en dos fincas bananeras ubicadas sitio la Unión en la provincia de El Oro (Ecuador), entre las siguientes coordenadas geográficas (tabla 1, figura 1). La temperatura promedio anual es de  $26^\circ\text{C}$  y la precipitación

media es de 750 mm al año (Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2008; Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2011). Los suelos en la zona son de origen aluvial con clases texturales que van de franco, franco limoso y franco arenoso con un bajo contenido de materia orgánica (<2%) clasificados como Entisoles.

Tabla 1. Ubicación de los predios.

Fincas	Provincia	Cantón	Parroquia	Coordenadas	
				Longitud	Latitud
La Fátima*	Oro	Machala	El Cambio	$3^\circ 17' 44'' \text{ S}$	$79^\circ 52' 42'' \text{ W}$
El Carmen**	Oro	Machala	El Cambio	$3^\circ 18' 02'' \text{ S}$	$79^\circ 51' 58'' \text{ W}$

Con riego subfoliar \*\* Con riego suprafoliar



Figura 1. Localización de los predios bananeros donde se efectuó el ensayo.

En cada tratamiento (T1, T2, T0), se identificó 10 plantas prontas a la aparición del racimo. El tamaño de las parcelas en el sistema de riego suprafoliar y testigo fue de  $20\text{m} \times 20\text{m}$ , en el sistema de riego subfoliar de  $12\text{m} \times 24\text{m}$  (figura 2).



Figura 2. Dimensiones de las áreas de muestreo en los riegos subfoliar y suprafoliar de las fincas.

En cada parcela se construyeron tres calicatas, se tomaron muestras no inalteradas por cada estrato con cilindros metálicos biselado de 5,4 m de diámetro por 5 cm de alto, lo que generó un total de 90 muestras a cinco profundidades diferentes, desde la superficie hasta 10 cm, de 10 a 20 cm, 20 a 30 cm, 30 a 40 cm y de 40 a 50 cm, fueron codificadas



y llevadas al laboratorio para determinar las diferentes propiedades físicas de acuerdo a los protocolos establecidos por **United States Department of Agriculture** (2014).

En cada finca se delimitaron tres parcelas experimentales con tres repeticiones, donde se aplicaron los tratamientos:

- T1 = Químico: sulfato de calcio ( $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  al 98% de pureza), aplicándose 400 g por planta en la semicircunferencia de 60 cm de radio alrededor del retorno (hijo).
- T2 = Físico: Se realizó la roturación del suelo con una herramienta similar a un trinche con dientes de 25 cm de longitud y se efectuó cuatro perforaciones en un semicírculo alrededor del retorno.
- T0 = Testigo: No se aplicó ningún tratamiento al suelo

El procesamiento y análisis de las muestras fueron efectuadas en el laboratorio de suelos de la Universidad de Machala siguiendo los métodos dado en la tabla 2, tomado de **United States Department of Agriculture** (2014).

**Tabla 2. Métodos usados en la determinación de parámetros hidrofísicas de los suelos de las fincas.**

Parámetros	Métodos	Tamaño Muestra
Densidad aparente, $D_a$ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	Relación: Masa/volumen	90
Densidad Real, $D_r$ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	Picnómetro	90
Porosidad Total, $P_t$ (%)	Relación de densidades	90
Clase textural	Bouyoucos	90

Mediante un penetrometro digital marca FIELDSCOUT modelo: SC-900 (Spectrum, Aurora, IL, USA), se midió, cada 2.5 cm de profundidad la resistencia a la penetración del suelo en las fincas con sistemas de riego subfoliar y suprafoliar. En cada uno de los tratamientos a distancias parciales de 2 m a lo largo del radio de descarga del emisor en sus cuatro ejes orientados con el norte geográfico, a partir de la torre. Se introdujo el eje del penetrometro de punta cónica a velocidad constante de  $7 \text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$  al igual que su salida.

Los datos obtenidos en campo se procesaron en una base de datos diseñado por el software del mismo equipo, la cual agrupa los datos en estratos que han sido registrados en el data logger del equipo, mediante el puerto RS-232 del equipo y la PC, se descargaron los datos, para el posterior procesamiento en una hoja de cálculo considerando las profundidades en estudio.

Para interpretar los datos obtenidos se utilizó la escala dada por Zerpa et al. (2013), que toma en consideración la condición del suelo para el desarrollo de la rizósfera, de acuerdo el grado de resistencia edáfica (tabla 3).

**Tabla 3. Escala de referencia para interpretación de la resistencia a la penetración de la capa edáfica.**

RPS (kPa)	Condición
$\leq 900$	Sin restricciones, buenas condiciones
900 – 1400	Leves restricciones
1400 – 2000	Moderadas a severas restricciones
$> 2000$	Restrictivo para el enraizamiento, malas condiciones

Análisis estadístico, Se realizó un análisis de varianza multifactorial para evaluar los efectos de los mejoradores en las propiedades físicas del suelo. El método para discriminar entre las medias fue el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey ( $P < 0,05$ ). Se empleó el programa estadístico STATGRAPHICS, para los valores obtenidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 4, se muestran los valores de  $D_a$  por tratamiento. La parcela con riego suprafoliar en el tratamiento de testigo mostró el mayor valor de densidad aparente en los primeros 10 cm ( $1,33 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ). El valor más bajo de  $D_a$  en los tratamientos fue de  $0,96 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , obtenido entre cero a 10 cm en la parcela con riego subfoliar y roturación, llegando a aumentar los valores a  $1,24 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  entre los 40 a 50 cm de profundidad. Con la aplicación del sulfato de calcio la densidad varió de  $1,16$  a  $1,23 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  de la capa superficial hasta los 50 cm, sus valores fueron similares al tratamiento con roturación. Ambos tratamientos mostraron valores similares a los obtenidos por Cañizares (2018).

Por otra parte, las parcelas testigo mostraron un bajo coeficiente de variación (2,61 %), lo que indica poca variabilidad en el perfil, mientras que en los otros tratamientos de roturación el CV varió de 7,2 % (suprafoliar) a 10,2 % (subfoliar), alta variabilidad en el perfil que pudo ser provocada por la manipulación irregular de la roturación mecánica.

Los tratamientos con yeso agrícola indicaron significancia estadística con el resto de tratamientos, asumiéndose que existe una tendencia a la degradación de los suelos y que aumenta conforme incrementa su profundidad y que da referencia que una elevada densidad incide en el desarrollo de las raíces de sus cultivos, pero todas estas densidades están por debajo de la densidad crítica de  $1,63 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  determinadas por Bustamante León, et al. (2018), en suelos Inceptisoles bananeros oreenses.

La ligera disminución de la  $D_a$  por debajo de la capa de 20 cm con aplicación del yeso en el sistema de riego subfoliar, es la agrupación de las partículas que ejerce el yeso que se deposita en las capas inferiores del suelo con el transcurrir del tiempo y disminuye el valor de  $D_a$  (Shainberg & Summer, 1989).

**Tabla 4. Efecto de los tratamientos en la densidad aparente del suelo ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) con los dos sistemas de riego presurizado.**

Profundidad (cm)	SUPRAFOLIAR			SUBFOLIAR		
	Testigo	Yeso Agrícola	Roturación	Testigo	Yeso Agrícola	Roturación
0-10	1,33	1,12	1,01	1,20	1,16	0,96
10-20	1,29	1,16	1,09	1,23	1,19	1,06
20-30	1,25	1,24	1,16	1,27	1,25	1,14
30-40	1,26	1,25	1,17	1,26	1,23	1,21
40-50	1,28	1,25	1,22	1,28	1,23	1,24
Media	1,25 b	1,20 ab	1,13 a	1,25 b	1,21 ab	1,12 a

Desviación estandar	0,03	0,06	0,08	0,03	0,04	0,11
Coefficiente de variación (%)	2,6%	5,0%	7,2%	2,61%	3,06%	10,2%

Letra diferente indica significancia estadística (p-value < 0,05)

En la figura 3, se visualiza que los valores más alto de densidad aparente, se encontró en suelo que tienen sistema de riego suprafoliar especialmente en el testigo donde su valor es superior a 1,2 g.cm<sup>-3</sup>, lo que permite suponer cierto efecto de la energía con que las gotas de agua llegan a la superficie del suelo provocando la ruptura de la estructura y la eluviación de las partículas más finas a los estratos inferiores. El resultado anterior no concuerda a lo señalado por Anikwe, et al. (2016), que explican que la aplicación de yeso reduce el 17% de la Da con efectos significativos a los 90 días, mientras que en el presente ensayo solo redujo el 4% de la densidad.

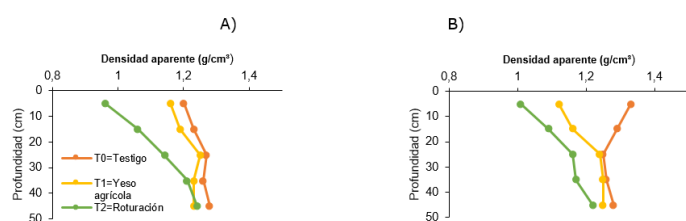


Figura 3. Dinámica de la densidad aparente (g.cm<sup>-3</sup>) en perfiles de suelos. A) Con incidencia de riego presurizados subfoliar y B) con incidencia de riego presurizado suprafoliar.

La porosidad (tabla 5), se vio influenciada directamente por la roturación, hasta los 30cm de profundidad, estableciendo una diferencia significativa respecto a la aplicación de los otros tratamientos presentando en los primeros 10 cm un valor de 62,24% con una media de 56,32% en fincas con sistema de riego subfoliar y en el sistema suprafoliar valores más bajos de 60,11% en el primer estrato con una media de 56,68% dentro del perfil. Los suelos de estas fincas contienen bajos niveles de materia orgánica y mayores contenidos de arena y limo cuyos valores de porosidad son similares a los obtenidos por Dragui & Cerisola (2014), utilizando subsoladores de 0.25 m de profundidad que logró descompactar los suelos y mejorando la porosidad en los primeros 30 cm del perfil.

Tabla 5. Efecto de la roturación y el yeso agrícola en la Porosidad del suelo, con los dos sistemas de riego presurizado.

Profundidad (cm)	SUPRAFOLIAR			SUBFOLIAR		
	Testigo	Yeso Agrícola	Roturación	Testigo	Yeso Agrícola	Roturación
0-10	46,95	55,16	60,11	50,16	54,35	62,24
10-20	49,48	53,58	58,26	49,7	53,24	58,3
20-30	52,43	52,37	55,89	48,42	47,88	55,08
30-40	51,99	52,29	55,39	50,05	50,64	53,64
40-50	51,33	52,39	53,74	49,78	50,01	52,34

Media	50,44 <b>b</b>	53,16 <b>b</b>	56,68 <b>a</b>	49,62 <b>b</b>	51,22 <b>b</b>	56,32 <b>a</b>
Desviación estandar	2,25	1,24	2,51	0,70	2,59	3,99
Coefficiente de variación (%)	4,46%	2,33%	4,43%	1,41%	5,06%	7,08%

La mayor variabilidad de la porosidad en el perfil del suelo, se presentó con la roturación tanto en las fincas con sistemas de riego subfoliar como suprafoliar, seguido del tratamiento con sulfato de calcio y por último el testigo que mostró el menor coeficiente de variación con 1,41% en fincas con sistemas de riego subfoliar, inferior a los datos obtenidos con el riego suprafoliar cuyo coeficiente de variación es superior con 4,46%, atribuyendo estos valores a la eluviación de las partículas finas de suelo a los diversos estratos en la profundidad, considerando que a mayor porosidad generan mayor aireación y humedad al suelo.

En la figura 4, se visualiza la dinámica del porcentaje de porosidad, obteniéndose los valores más altos con la roturación, seguido del tratamiento con sulfato de calcio y sus menores porcentajes se presentan con el testigo que obtuvo valores de 46,95 y 50,16% muy cercano a lo determinado por Villa Guerrero, et al., (2018), que determinaron valores cercanos al 40% de porosidad, manteniendo un comportamiento similar hasta los 30 cm en las fincas con sistema de riego subfoliar y suprafoliar, llegando a valores de hasta 62,24% en los primeros 10 cm, similares a los obtenidos por López & González (2012), con una porosidad de 63,3 %, los mismo que disminuye conforme aumenta la profundidad debido a la alta presencia de arena en las capas inferiores del perfil.

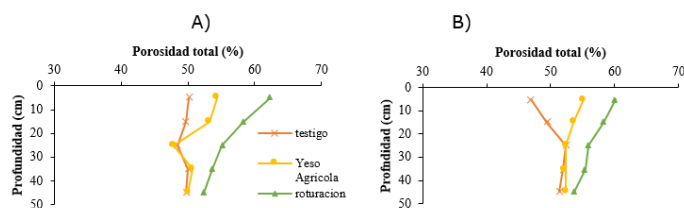


Figura 4. Dinámica de la porosidad total (%) en los perfiles de suelos. A) con incidencia de riego presurizados subfoliar y B) con incidencia de riego presurizado suprafoliar.

La dinámica de los valores de la resistencia a la penetración (tabla 6), detalla el efecto de los mejoradores, con valores más bajos respecto al testigo, en los tres tratamientos el valor medio de la RPS es inferior a 1000 kPa que según a los establecido por Materechera, et al. (1991), su sistema radicular no sufren ninguna restricción en su desarrollo, provocada por la resistencia a la penetración del suelo mientras que Quiroga, et al. (2017), indican que generalmente valores mayores a 2000 kPa reducen la concentración de N, K y a su vez el sistema radicular; sin embargo, en el cultivo de banano cuando su valor RPS es mayor a 800 kPa, se encontraron plantas de banano volcadas y con fracciones de las raíces en el cormo de la planta de una longitud de alrededor de 10 cm, lo que definiera a este valor como límite superior para lograr un normal desarrollo del sistema radicular del cultivo.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en la Resistencia a la penetración (kPa) del suelo en los dos sistemas de riego presurizado.

Profundidad (cm)	SUPRAFOLIAR			SUBFOLIAR		
	Testigo	Yeso Agrícola	Roturación	Testigo	Yeso Agrícola	Roturación
0-10	775,23	450,77	157,78	857,51	421,24	132,63
10-20	887,31	864,04	405,68	859,00	694,22	394,82
20-30	923,18	1012,40	710,41	896,01	604,10	846,39
30-40	1116,04	1020,81	1055,68	769,93	538,18	739,44
40-50	1146,34	1136,79	1065,78	609,10	515,78	421,28
Media	969,62 a	896,96 a	679,07 a	798,31 a	554,71 a	506,91 a
Desviación estandar	157,63	267,56	399,64	115,48	101,86	286,92
Coefficiente de variación (%)	16,26%	29,83%	58,85%	14,47%	18,36%	56,60%

Los datos obtenidos están en relación, a lo determinado por Mon (2007), donde señala que el efecto del yeso y la roturación mejoró las condiciones del suelo en los primeros 40 cm sin obtener resultados significativos de esta propiedad física en el perfil del suelo. Sin embargo, con la roturación en el sistema de riego subfoliar se obtiene valores de 132.63 kPa en los primeros 10 cm de suelo y aumenta a 846.39 kPa en los 30 cm que es su valor más alto, para posteriormente disminuir gradualmente hasta los 50 cm con un valor de 421,28 kPa.

La aplicación del yeso agrícola influyó a reducir la resistencia a la penetración a 421,24 kPa en los primeros 10 cm de suelo, luego incrementa su valor hasta los 20 cm de suelo con valores de 694.22 kPa y en los siguientes estratos disminuye a 515.78 kPa, en las fincas con sistemas de riego subfoliar; no tiene el mismo comportamiento en fincas sistema de riego suprafoliar, donde existía un pequeño lavado del yeso, por las escorrentías superficial, después de su aplicación de un riego. Según lo señalado por Shainberg & Summer (1989), el yeso se deposita en las capas inferiores del suelo y su mayor efecto se le atribuye a la presencia de coloides y materia orgánica (MO) y con la incorporación del calcio forma agregados al suelo que permite mayor porosidad ocasionando una reducción de la compactación, mejorando su estructura y por lo tanto una disminución de la resistencia a la penetración.

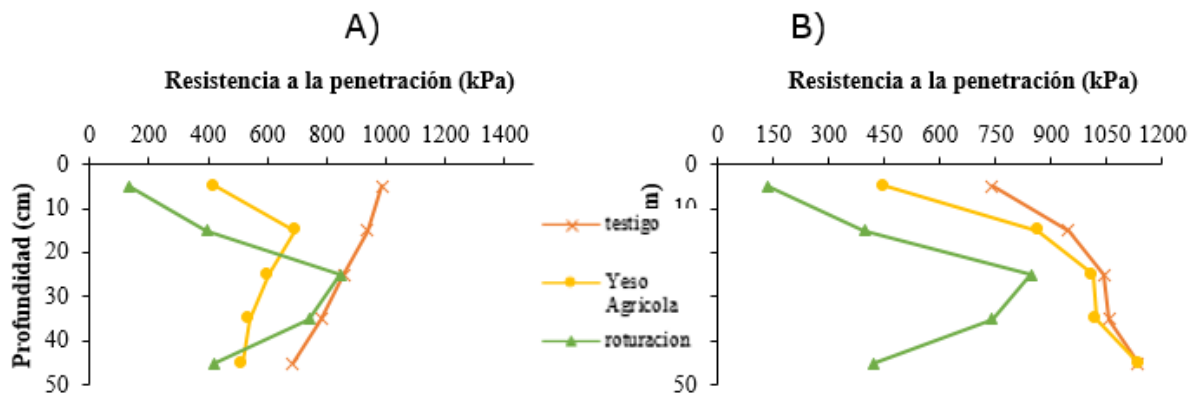


Figura 5. Dinámica de la resistencia a la penetración del suelo (kPa) en perfiles de suelos con A) sistema de riegos subfoliar, B) sistema de riego suprafoliar.

La dinámica de la resistencia a la penetración por los efectos de los mejoradores en el perfil del suelo (figura 5), mantienen valores más bajo, respecto al Testigo. La Resistencia a la penetración del suelo tiende a tener valores bajos 554,71 kPa con el mejorador de sulfato de calcio y 506,91 kPa con la roturación, en el riego subfoliar, influenciada por la presencia de arcillas y a la materia orgánica en el suelo.

Los coeficientes de variación en la resistencia a la penetración en suelos con riego suprafoliar son elevados llegando a 58,85% en el tratamiento con roturación, respecto a 29,83% con aplicación del sulfato de calcio, debido a que la compactación es diversa en todos sus estratos, se relaciona a los obtenidos por Henríquez & Ortiz (2011), cuyos valores de CV están alrededor de 42,18%

## CONCLUSIONES

Los efectos del yeso y la roturación mejoraron las condiciones de densidad aparente y porosidad total en las fincas con sistemas de riego subfoliar en los primeros 40 cm del perfil de suelo. La aplicación del yeso agrícola influyó a reducir la resistencia a la penetración en las fincas con sistemas de riego subfoliar; no tiene el mismo comportamiento en fincas con sistema de riego suprafoliar. Se puede atribuir que el sistema de riego subfoliar, la energía cinética con que las gotas de agua llegan al suelo, no afecta mayormente la estructura del suelo, no sucede lo mismo con la influencia de los sistemas de riego suprafoliar donde la energía de una gota de agua puede llegar a 25 J. Kg<sup>-1</sup>, rompiendo la estructura del suelo, provocando su compactación y la erosión de las partículas más finas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L., Rivera, J., Marza, F., & Claire, T. (2017). Uso de yeso agrícola como enmienda en el cultivo de maíz forrajero en el valle central de Tarija. *Revista Científica de Investigación INFO-INIAF*, 4, 56.
- Anikwe, M., Eze, J., & Ibudialo, A. (2016). Influence of lime and gypsum application on soil properties and yield of cassava in a degraded ultisol in Agbani, Southwestern Nigeria. *Soil and Tillage Research*, (158), 32-38.
- Bustamante León, M., Chabla-Carrillo, J., & Barrezueta-Unda, S. (2018). La densidad y humedad crítica como indicadores de la compactación de suelos cultivados con banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 168-174.
- Dragui, L., & Cerisola, C. (2014). Consecuencias del tránsito durante la operación de siembra sobre la pérdida de porosidad libre del aire del suelo. *Rev. de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 113(2), 123 - 133.
- Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2008). Mapa de climas de la República del Ecuador. INAMHI.
- Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2011). Mapa ecológico de la República del Ecuador. MAGAP.
- Gordon-Mendoza, R., González, A., Franco, J., De Gracia, N., De Herrera, A., & Raun, W. (1992). Evaluación de dosis y métodos de aplicación de azufre y su efecto residual en el cultivo de maíz en dos localidades de Azuero, Panamá. *Agronomía mesoamericana*, 3(1), 52-56.
- Gubiani, P. I., Goulart, R. Z., Reichert, J. M., & Reinert, D. J. (2013). Crescimento e produção de milho associados com o intervalo hídrico ótimo. *R Bras Ci Solo*. 2013b, 37, 1502-11.
- Henríquez, C., & Ortiz, O. (2011). Determinación de la resistencia a la penetración, al corte tangencial, densidad aparente y temperatura en un suelo cafetalero, Juan Viñas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 35(1), 175-184.
- López, S., & González, G. (2012). Efecto de la labranza primaria en la calidad física del suelo, evaluada mediante permeámetro de disco. *Tecnología y ciencias del Agua*, 127 - 141.
- Martínez Cañizares, J. A. (2018). Comparación de tecnologías de labranza en suelo ferralítico rojo de la finca Pulido. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(3), 60-63.
- Matechera, S., Dexter, A., & Alston, A. (1991). Penetration of very strong soils by seedling roots of different plant species. *Plant and Soil*, 135, 31 - 34.
- Mon, R. (2007). Ampliación del perfil de suelos erosionados. (Tesis Doctoral). Universidad de la Coruña.
- Muguiro, A., Álvarez, C., Babinec, F., & Marano, R. (2017). Rehabilitación de suelos hortícolas: impacto de prácticas agrícolas con uso de yeso y drenaje. *Fave Sección Ciencias Agrarias*, 16(2), 69-90.
- Quiroga, A. R., Oderiz, A. J., Uhaldegaray, M., Álvarez, C., Scherger, E. D., Fernández, R., & Frasier, I. (2017). Influencia del uso de suelos sobre indicadores físicos de compactación. *Semiárida*, 26(2).
- Rasouli, F., Pouya, A. K., & Karimian, N. (2013). Wheat yield and physico-chemical properties of a sodic soil from semiarid area of Iran as affected by applied gypsum. *Geoderma*, (193-194), 246-255.
- Shainberg, I., & Summer, M. (1989). Use of Gypsum on soils A review. *Advances in Soil Science*, 9.
- Trasviña Barriga, A., Bórquez Olguín, R., Leal Almanza, J., Castro Espinoza, L., & Gutiérrez Coronado, M. (2018). Rehabilitación de un suelo salino con yeso agrícola en un cultivo de nogal en el Valle del Yaqui. *Terra Latinoamericana*, 36(1), 85-90.
- United States Department of Agriculture.** (2014). *Soil Survey Field and Laboratory Methods*. USDA.
- Villa Guerrero, P. E., Chabla Carrillo, J. E., & Villaseñor Ortiz, D. R. (2018). Efecto de riegos presurizados sobre propiedades físicas de un suelo bananero asociado Con Kudzu (*Pueraria phaseoloides* Benth). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 34-45.
- Zerpa, G., Sosa, O., Berardi, J., Bolatti, J. P., Galindo, A., & Maldonado, J. (2013). La resistencia mecánica a la penetración en pasturas. *Agromensajes*, 35, 64-68.

# 16

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## **EL CULTIVO DEL CAFÉ (*COFFEA ARABICA* L) Y SU SUSCEPTIBILIDAD A LA ROYA (*HEMILEIA VASTATRIX* BERKELEY & BROOME) EN LA PROVINCIA CIENFUEGOS**

## COFFEE CROP (*COFFEA ARABICA* L) AND ITS SUSCEPTIBILITY TO RUST (*HEMILEIA VASTATRIX* BERKELEY & BROOME) IN CIENFUEGOS PROVINCE

Delvis Subit Lamí<sup>1</sup>

E-mail: [directorsv@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:directorsv@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4327-7686>

Perla María Sierra Ricabal<sup>1</sup>

E-mail: [esp.micologia@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:esp.micologia@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5195-5729>

Enrique Casanovas Cosío<sup>2</sup>

E-mail: [ecasanovas@ucf.edu.cu](mailto:ecasanovas@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5884-3922>

<sup>1</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Subit Lamí, D., Sierra Ricaba, P. M., & Casanovas Cosío, E. (2020). El cultivo del café (*Coffea arabica* L) y su susceptibilidad a la roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en la provincia Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 109-114.

### RESUMEN

La Provincia de Cienfuegos al igual que numerosas regiones y países en el mundo cultivan el café y dependen económicamente de sus resultados productivos, los que cada año se ven amenazados por los impactos causados por la enfermedad conocida como roya del café; la cual puede llegar a ser devastadora si no se conoce su comportamiento y las medidas de manejo por parte de los productores y personal técnico especializado, por lo que se trazó como objetivo para el presente trabajo, revisar y sintetizar parte de la información científica publicada, relacionada con el cultivo del café y su susceptibilidad a *H. vastatrix* concluyendo que su control puede ser muy efectivo a partir de un enfoque de manejo integrado que incluye varias medidas a tener en cuenta.

### Palabras clave:

Manejo integrado, revisión, control.

### ABSTRACT

Cienfuegos Province same as numerous regions and countries around the world grow coffee and are economically dependent on its productive results, which are threatened each year by the impacts caused by the disease known as coffee rust; which can be devastating without knowledge of its behaviour and management measures by producers and specialized technical staff, so it was designed as an objective for this work, reviewing and synthesizing some of the published scientific information, related to coffee cultivation and its susceptibility to *H. vastatrix* concluding that its control can be very effective from an integrated management approach that includes various measures to take into account.

### Keywords:

Integrated management, review, control.

## INTRODUCCIÓN

La producción de café es ampliamente difundida a nivel mundial siendo la bebida más comercializada en el mundo y la segunda más consumida después del agua y por estas razones se ha convertido en un producto de primera necesidad para muchas personas alrededor del planeta, representa para la mayoría de los países donde se produce, uno de los principales productos de exportación que aporta al ingreso neto, y tiene una gran importancia social y cultural. Se consumen más de cien millones de sacos de 62 kilogramos cada año a nivel mundial siendo África, Brasil y Colombia los países que producen más del 40 % de todo el café que se consume. Los principales países en producción de café son Brasil, Viet Nam y Colombia con 61,7; 29,5 y 13,6 millones respectivamente, de sacos de 60 kg. Al cierre del año 2018, solo Brasil producía el 40 % de la producción mundial (Rojas, 2018).

Las especies de mayor importancia son *Coffea arabica* Linneo y *Coffea canephora* Pierre, responsables del 65 % y 35 % de la producción mundial, respectivamente; otras especies como *Coffea liberica* Hiern y *Coffea racemosa* Lour son cultivadas en pequeñas zonas de Mozambique donde tienen una importancia únicamente local (Romero, 2013).

Investigaciones basadas en marcadores moleculares, análisis de secuencias de ADN y técnicas de citogenética molecular, soportan la hipótesis que *C. arabica* es el resultado de una hibridación interespecífica entre dos formas ancestrales diploides relacionadas con las especies actuales *C. eugenioides* y *C. canephora*. Como resultado de la estabilización de dicho híbrido ancestral, se originó el alotetraploide actual *C. arabica*, cuyo genoma está constituido por dos subgenomas denominados C<sup>a</sup> y E<sup>a</sup>. *Coffea arabica* L. presenta una baja diversidad genética atribuida a su origen alotetraploide reciente, su naturaleza autogámica y particularmente a la forma de dispersión a partir de su centro de origen (Lashermes, et al., 1996).

Las variedades cultivadas en América tienen su origen a partir de la introducción de unas pocas semillas pertenecientes a dos variedades: *C. arabica* var. Typica “Cramer”, introducida en el siglo XVIII a partir de una única planta de Indonesia cultivada en el jardín botánico de Ámsterdam y *C. arabica* variedad Bourbon (B. Rodr.) que fue introducida de la isla de Bourbon, actual isla de la Reunión, Francia, durante el siglo XIX (Lécolier, et al., 2009).

Esta estrecha base genética de *C. arabica*, es uno de los factores que explica su elevada susceptibilidad a enfermedades y plagas insectiles como *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome (roya anaranjada) e *Hypothenemus hampei* Ferrari (broca del café) (Romero, 2013).

*H. vastatrix* representa un gran riesgo fitosanitario por tener un comportamiento epidémico en muchas zonas cafetaleras, unido a esto, se ha observado que la variación de las condiciones climáticas y un manejo no adecuado de la roya pueden tener como consecuencia el aumento en incidencia y severidad (Cristancho, et al., 2012); y según Pérez (2015) entre los factores que más determinan la calidad y los bajos rendimientos en Cuba están la falta de mano de obra en la montaña, el manejo del cultivo, y el control de enfermedades, donde la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) es de los problemas fitosanitarios que

más inciden. Por todo lo abordado anteriormente se trazó como objetivo para el presente trabajo, revisar y sintetizar parte de la información científica publicada, relacionada con el cultivo del café y su susceptibilidad a *H. vastatrix* como herramienta en el conocimiento de esta problemática.

## DESARROLLO

El café se introdujo en Cuba en el año 1748 por el comerciante habanero José Antonio Gelabert luego de haber emprendido un viaje a República Dominicana, actualmente el cultivo del café ocupa un lugar importante en la agricultura y representa una fuente de entrada de divisas al país por su venta en el mercado internacional, además de ser un producto que tiene una gran demanda interna debido al consumo de la población, por lo que se encuentra priorizado en los planes de desarrollo integral (Pérez, 2015).

Según Pérez (2015), la producción se lleva a cabo en zonas de montaña de ocho provincias y 37 municipios del este (85 % del total), el centro (10 %) y el occidente (5 %) del país, la cual es llevada a cabo por un total de 36 300 productores y 18 400 trabajadores en el beneficio. Existen 100,4 Mha dedicadas al café bajo sombra, de las cuales, existen 81,7 Mha en producción. El 65 % del área y el 67 % de la producción se encuentran en el sector cooperativo y campesino. A partir de la crisis económica de los años 90, la producción cafetalera se deprimió debido a la falta de inversión para renovaciones, cultivo y proceso y de fuerza de trabajo, debido a la migración a otros sectores económicos en las ciudades. Desde el 2012 se desarrolla un programa cafetalero que busca progresivamente recuperar niveles de plantación y producción y estabilizar el acceso a insumos y fuerza de trabajo. Las principales variedades de café cultivadas pertenecen a *Coffea arabica* L. (Typica, Caturra, Catuai, Bourbon), *Coffea canephora* P. (Robusta) y los híbridos de ambas especies Catimor e Isla; **en Cuba el 65 % de las áreas existentes son de *C. arabica* y el 35 % de *C. canephora***. Cuba posee 66 000 ha de café enclavadas básicamente en la montaña; desde 2017 se incorporan a la actividad cafetalera áreas del llano ubicadas en seis provincias, lo cual forma parte de una estrategia para aumentar los volúmenes productivos, a lo que se suma la renovación de otras áreas, así como se incorporan 10 000 hectáreas con sistemas de riego con el objetivo de triplicar las producciones hasta 2030.

Entre los factores que más determinan en Cuba el bajo rendimiento se encuentran, el manejo del cultivo debido primeramente a la falta de mano de obra en la montaña, y el control de enfermedades y plagas. Para Cuba un total de 54 plagas entre insectos y hongos; de ellos, *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. (roya del café), es uno de los principales problemas fitosanitarios (Pérez, 2015).

La roya del café es causada por el hongo basidiomiceto *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome, considerada en el ámbito mundial, entre las siete enfermedades más peligrosas que atacan a las plantas tropicales y es sin duda la enfermedad más dañina del café (Subero, 2005).

Dentro del género *Hemileia* se encuentra a *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome (1869) (roya anaranjada) y *Hemileia coffeicola* Maublanc & Roger (1934) (roya polvorienta); esta última es un patógeno que afecta los cafetales en el centro

de África occidental, particularmente en Camerún y Santo Tomé y Príncipe. *H. coffeicola*, se registró por primera vez en África en *Coffea arabica* L. en Camerún en 1932. *H. coffeicola* es un hongo de color óxido gris o anaranjado cuyas uredosporas están adornadas con verrugas o espinas; sus soros se encuentran dispersos sobre la superficie de las hojas, visibles en la parte inferior; las hojas infectadas finalmente se vuelven amarillas y se desecan. Puede distinguirse de *H. vastatrix* porque sus hifas miden entre 20-30 µm de diámetro y los soros se dispersan sobre las hojas en vez de encontrarse en parches (Hernández, 2005).

*H. vastatrix* en caso de infecciones severas, puede ocasionar la muerte regresiva en las ramas, e incluso la muerte de los árboles; la enfermedad en un cafetal puede ocasionar pérdidas entre un 10 y un 60 % de la producción (Pérez, 2015).

A nivel de los tejidos, cuando las células del hospedante son invadidas, los cloroplastos se tornan gradualmente amarillentos. El contenido de las células afectadas se contrae y coagula en forma de una masa, la cual gradualmente se decolora y se torna cada vez más marrón; esta decoloración también se extiende hasta cierto grado a las paredes celulares (Subero, 2005).

Según Enríquez & Duicela (2014), *H. vastatrix* fue descubierto en 1861, en el Lago Victoria Nianza (África); Avelino, et al. (2013); y Barrera, et al. (2013), mencionan que el primer reporte procede de la isla de Ceilán (hoy Sri Lanka) en 1869, donde destruyó la industria cafetalera e impulsó la transición hacia la producción del té. Llegó al continente americano a Brasil, cien años después, en 1970, y durante la siguiente década se extendió por Sudamérica y Centroamérica hasta llegar a México por Tapachula. Desde su llegada en 1970 hasta el 2008, casi no ocurrieron grandes epidemias (con la excepción de Costa Rica en 1989-1990 y Nicaragua en 1995-1996).

Desde 2008 hasta la fecha, la enfermedad ha causado pérdidas severas en muchas regiones cafetaleras de América Latina. En el 2014, en Centroamérica, principalmente en los países productores de café; Guatemala, Brasil, Costa Rica, Honduras, El Salvador, Nicaragua y el sur de México, ocurrieron brotes de *H. vastatrix* y su propagación nunca había sido tan masiva como hasta la fecha. El cambio climático, que dio origen a unas condiciones meteorológicas especialmente propicias para la difusión de la plaga, es el principal responsable, pues en los últimos tres años favoreció la propagación del hongo, debido a la combinación de altas temperaturas y lluvias permitiendo su aparición en cultivos situados a mayores alturas. Otros motivos que contribuyeron a su propagación fue la falta de recursos, que les impidió a los productores tomar las medidas preventivas necesarias; además, el precio internacional del café cayó desde 2011 hasta finales de 2013 desincentivando la producción, contribuyendo a la merma de la producción de café en Centroamérica (Avelino, et al., 2013; Barrera, et al., 2013).

La enfermedad se caracteriza porque en la cara inferior de las hojas se presentan pequeñas manchas de color amarillo claro que luego se vuelven de color anaranjado. A medida que la enfermedad avanza se visualizan manchas amarillentas en las superficies del haz de la hoja. Se presenta en hojas, lo cual provoca defoliación prematura y

la reducción de la capacidad fotosintética, así como el debilitamiento de los árboles enfermos. Los signos, típicos de la enfermedad, lo constituye la presencia de uredosporas sobre las lesiones, las cuales se tornan de aspecto polvoriento de color amarillo-naranja (Barquero, 2012).

Cuando la enfermedad ha avanzado, en el centro de la lesión o mancha se observa una coloración negruzca que se debe a la muerte del tejido de la hoja. La planta se debilita, las hojas enfermas se caen y la producción de café disminuye considerablemente, los principales daños causados por la roya son la caída prematura de las hojas y el secamiento de las ramas, no produciendo consecuentemente frutos al año siguiente. El secado recurrente de las ramas ortotrópicas y plagiotrópicas de la planta de café, reduce la vida productiva de esta, haciéndola gradualmente poco rentable. Las pérdidas en las regiones que producen café arábico donde las condiciones climáticas son favorables, pueden variar desde un 35 a 50 %. Bajo condiciones de sequía prolongada, durante los períodos de mayor gravedad de la enfermedad, las pérdidas en la producción pueden ser mayores a 50 % (Rivillas, 2015).

Las razas del patógeno fueron estudiadas por CIFC (Centro de Investigaciones de las Royas del Café), en Portugal, y estos estudios demostraron la presencia de más de 30 razas del patógeno, identificadas a partir de una serie de más de 40 diferenciales de café. La raza II ha sido históricamente la raza prevalente en la mayoría de países y ataca todas las variedades cultivadas de la especie *C. arabica* L. que no han sido mejoradas genéticamente por resistencia al patógeno, se reporta la existencia de 49 razas y las sospechas de más genes de resistencia. La velocidad del progreso de la enfermedad en el campo depende de las condiciones climáticas, o sea, del microclima y de la predisposición del hospedante y del patógeno y la cantidad del inóculo residual, así como su virulencia y agresividad en la fase de menor incidencia, determinan la severidad de la enfermedad durante la siguiente epidemia (Pérez, 2015).

En general todas las especies cultivadas de café son atacadas en mayor o menor grado por *H. vastatrix*, aunque algunas variedades son más susceptibles al hongo. Los principales factores que determinan la intensidad del ataque son la temperatura, frecuencia e intensidad de las lluvias, duración de la película de agua sobre la lámina foliar, cantidad de inóculo y área foliar susceptible de infección (Subero, 2005).

El período de incubación, dura entre 34 a 36 días al sol y de 31 a 34 días a la sombra. El período infectivo de la roya en Cuba se extiende desde octubre a marzo, con un pico máximo de infección entre diciembre y febrero, precedido por un período infectivo menos acelerado que le antecede de octubre a noviembre y un período de declive de marzo a abril. Además, la lluvia es un factor muy importante en el desarrollo de una epidemia (incremento en la intensidad y severidad) de la roya del café. Otros factores importantes para el desarrollo de la enfermedad son: variaciones bruscas del ambiente, mojado foliar, altitud, alta carga fructífera, edad de la planta, época de cosecha, nutrición desequilibrada, fertilización deficiente y esporas viables del ciclo anterior, entre otros (Subero, 2005).

*Hemileia vastatrix* Berk. y Br., es un hongo parásito obligado perteneciente a la subsección Bisidiomycetes, Clase

Teliomycetes, Orden *uredinales* de la familia Pucciniaceae. El hongo es un parásito biotrófico obligado específico de las hojas del cafeto, que no tiene capacidad infectiva en otros hospedantes ni puede sobrevivir en suelo o en material vegetal en descomposición. El ciclo biológico de *H. vastatrix*, está comprendido por cuatro etapas que son: diseminación, germinación, colonización y reproducción, la diseminación ocurre a través de las uredosporas diseminadas por el viento, salpicaduras de gotas de agua, el insecto, el hombre y los animales contaminados por las esporas, el desarrollo de la enfermedad inicia con las primeras lluvias reactivando la esporulación sobre las lesiones necrosadas o latentes (Rivillas, et al., 2011).

Además, estos autores indican que, después de depositarse sobre el envés de la hoja, en presencia de condiciones favorables, ocurre la germinación de las esporas que emiten en un tiempo de 6 a 12 horas, de uno a cuatro tubos germinativos. Durante esta etapa, el hongo necesita agua, poca o la nula presencia de luz, temperaturas inferiores a 28°C y superiores a 16°C. El tubo germinativo crece hasta encontrar las estomas en el envés de la hoja. Ocurre con mayor frecuencia en la noche, aunque también podría realizarse de día en cafetales cultivados bajo sombra (Pérez, 2015).

Una vez que el hongo ha penetrado al interior de la hoja, desarrolla unas estructuras denominadas haustorios, los cuales se encargan de ponerse en contacto con las células de la planta y con los que extraen los nutrientes para su crecimiento. Las células parasitadas de la hoja pierden su coloración verde y se observan zonas cloróticas o amarillentas, generando la aparición de los síntomas de la enfermedad. El tiempo acontecido desde la infección hasta la aparición de los síntomas se denomina período de incubación, el cual varía de acuerdo con la temperatura. Después de haber pasado 30 días, el hongo está completamente maduro como para diferenciarse en estructuras llamadas soros, que son las encargadas de producir nuevas uredosporas, a razón de 1 600 cantidad de soros/mm<sup>2</sup> por un período de 4 a 5 meses, y que serán dispersadas para iniciar el nuevo ciclo (Rivillas, et al., 2011).

Las esporas denominadas urediniosporas, son de tamaño microscópico (30 μ de largo x 20 μ de ancho), de forma reniforme, lisas en la cara interna y rugosas en la cara externa, son producidas en grandes cantidades y corresponden al polvillo amarillo o naranja que se visualiza en el envés de las hojas del café, característico de esta enfermedad. Las teliosporas o teleutosporas son de forma redondeada de 20 a 25 μ, se producen solamente en raras ocasiones y no se conocen las circunstancias que dan origen a su formación y representan una vía en el cual el hongo puede persistir. Durante un periodo frío o seco, se pueden producir basidiosporas y tan pronto comienzan condiciones más favorables, estas últimas pueden infectar nuevamente al hospedante (Cristancho, et al., 2012).

El manejo de la roya del café puede ser preventivo mediante actividades prácticas entre ellas (Cristancho, et al., 2012):

- Fertilización de los cafetos antes de la floración y después de la cosecha para obtener plantas vigorosas.

- Regulación de sombra y deshierbe oportunamente para disminuir la humedad en el cafetal.
- Fertilización de forma balanceada con una dosis adecuada de potasio y magnesio para fortalecer el follaje.

El cultivo de variedades genéticamente resistentes constituye una de las estrategias más apropiadas y económicamente efectivas para el manejo de las enfermedades en el cultivo de café, entre ellas la roya, porque el género *Coffea* exhibe gran variabilidad en el grado de susceptibilidad a *H. vastatrix*. En este contexto, las líneas de Catimores expresan un cierto grado de resistencia a la roya del café, por lo que recomiendan recombinar las mejores líneas y enriquecer la base genética a partir de individuos silvestres que se encuentran en la colección del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); asimismo, mencionan que se han desarrollado variedades Catimores resistentes a roya utilizando como padre donante de resistencia al Híbrido de Timor (Silva, et al., 2006).

El patógeno tiene en el campo enemigos naturales entre los que se reportan el hongo *Verticillium* spp. que penetra las esporas de la roya degenerándolas o inhibiendo su crecimiento por medio de secreciones, también se mencionan por ejemplo los hongos *Lecanicillium lecanii* y *Cladosporium hemileia* y que también que es común encontrar larvas de la mosquita *Mycodiplosis* sp. (familia Cecedomyiidae) alimentándose de las pústulas de *H. vastatrix*. En estudios previos se ha demostrado que el control biológico puede ser una técnica factible y ambientalmente segura para el control de la enfermedad, ya que existen enemigos naturales de la roya que regulan su incidencia y severidad (Guharay, et al., 2000).

*H. vastatrix* representa un gran riesgo fitosanitario por tener un comportamiento epidémico en muchas zonas cafetaleras, unido a esto, se ha observado que la variación de las condiciones climáticas y un manejo no adecuado de la roya pueden tener como consecuencia el aumento en incidencia y severidad (Cristancho, et al., 2012).

El manejo integrado de esta enfermedad fungosa comprende la realización de labores agrotécnicas como la fertilización balanceada con fórmula completa y nitrogenada, deshierbe, poda, regulación de sombra de los cafetales con el fin de evitar rangos de temperatura favorables para el desarrollo de la enfermedad, reducir la humedad relativa, estimular el incremento de área foliar y la vida media de las hojas, así como el control biológico a base de aplicaciones de *Lecanicillium lecanii* R. Zare & Gams (Guharay, et al., 2000).

Se ha recomendado evitar densidades de plantación altas (superior a 10,000 plantas por hectárea) para impedir la proliferación de chupones múltiples que induzcan auto-sombreo y realizar tratamientos químicos. Entre ellos, los triazoles son los más efectivos y de menor dosis de aplicación (Rivillas, et al., 2011).

Investigaciones desarrolladas en Cenicafe en Colombia, han demostrado la eficiencia en el control de *H. vastatrix*, por medio del uso de fungicidas de contacto cúpricos, sistémicos derivados de DMI's como son los triazoles, Qol's como las estrobirulinas y las mezclas de DMI's y Qol's. Hasta el presente no se conocen reportes de resistencia del patógeno a fungicidas. En Brasil se utiliza masivamente



la mezcla bordelesa y el uso de mezclas sulfocálcica (Rozo & Cristancho, 2010).

Otros estudios refieren un mejor resultado de manejo, cuando se combinan moléculas capaces de mostrar un efectivo control sobre los patógenos y que a su vez tengan efecto directo sobre el vigor y la productividad de las plantas. La aplicación de ingredientes activos como el *tiametoxam* que posee un efecto bioactivador de enzimas que inciden de forma directa en mejores rendimientos y mayor producción del grano, lográndose una mayor rentabilidad económica (Subit & Sierra, 2020).

La roya del cafeto fue informada por primera vez en Cuba en 1984 y en los últimos años las pérdidas a causa de la enfermedad han sido consideradas menores, sin embargo, en los últimos 20 años los rendimientos del país son los menores de la cuenca del Caribe (Pérez, 2015).

En las zonas de Cienfuegos donde se cultiva el café, están dadas las condiciones de ocurrencia de lluvias, temperatura y humedad relativa que favorecen el desarrollo de la enfermedad al punto de constituir epidemia, esto ha repercutido en la disminución de las áreas plantadas y en la disminución de los rendimientos año tras año, lo que hace que el agricultor perciba menores ingresos por la venta del grano y a su vez le preste menor interés y atenciones a las plantaciones establecidas, unido a esto, las tecnologías aplicadas para el control de la roya son limitadas al no contar con una amplia gama de fungicidas (Subit & Sierra, 2020).

En Cienfuegos se cultiva café en la zona de premontaña y montaña del macizo de Guamuhaya en el municipio de Cumanayagua que se caracteriza por tener un desarrollo económico industrial agropecuario con predominio de cultivos importantes, posee un territorio favorable para el fomento del café por presentar un relieve de mediana a gran altura con una zona montañosa donde existe un microclima adecuado, con condiciones tropicales y precipitaciones abundantes (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2019a).

La producción de café actualmente se localiza en 3 zonas que comprende premontaña y montaña (San Blas, Cuatro Vientos y El Nicho), en un total de 21 Unidades productivas con diferentes modelos de gestión, entre las que se encuentran siete Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), cuatro Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), siete Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), una Finca Estatal, una Unidad del Ministerio del Interior (MININT) y una Unidad del Ejército Juvenil del Trabajo (EJT). Además, se fomenta un área conocida como Finca "El Mango" en el llano con 26,84 hectáreas y se pretende llegar a las 67,10 hectáreas; el total de las áreas se mantiene con 1014 personas entre productores individuales (19,2 %), trabajadores estatales (38,3 %) y soldados del EJT (42,5 %) (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2019a).

El primer reporte de *H. vastatrix* (roya del café) en Cumanayagua data de fecha 21 de marzo de 1987, en áreas de la CPA 1° de mayo durante la fase fenológica de floración del cultivo. Para ese entonces se comenzaron a realizar tratamientos químicos para su control a base de oxiclورو de cobre, con asperjadoras ubicadas a la entrada de cada hilera con una o dos mangueras acopladas con pistola en cada punta. Luego se comenzaron aplicaciones

con el fungicida sistémico triadimefon (Bayletón 250 EC) con un buen control de la enfermedad (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2019b).

En la segunda decena de abril del año 1991, comienzan a realizarse evaluaciones del desarrollo de la enfermedad siguiendo la metodología orientada por la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. Las variedades más afectadas fueron: Caturra, Catuai y Villalobos. En el año 1992 se reporta nuevamente *H. vastatrix* el 12 de febrero en áreas de la UBPC Sabanita en la fase fenológica de brotación vegetativa; los índices determinados oscilaron entre 25 y 61 % de distribución en hojas, con una intensidad de 1,8 y 2,5 pústulas/hoja. Durante los diez días anteriores a esta observación, la temperatura media osciló entre 14,5 y 19,0 °C, la humedad relativa media entre 77 y 92 %, con un total de 52 mm de precipitaciones durante 5 días lluviosos; en este caso las variedades más afectadas fueron: Caturra y Catuai. Las evaluaciones mostraron 1011,5 hectáreas con afectaciones con incidencia ligera, 165,62 hectáreas con incidencia media en de un total en ese propio año de 5354,64 hectáreas correspondiendo al mes de julio la mayor intensidad de la enfermedad. A partir de esta fecha, la enfermedad se presenta todos los años, presentándose generalmente las primeras incidencias entre los meses de enero a marzo. Durante los últimos 10 años se vienen presentando condiciones favorables para la aparición y óptimo desarrollo de *H. vastatrix*, con condiciones ambientales caracterizadas por valores medios de temperatura de 24,7 °C, de humedad relativa de 76 % y volúmenes de precipitaciones que alcanzan los 1363,1 mm anuales (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2019b), manteniéndose un sostenido deterioro por diferentes causas, principalmente debido a las afectaciones por *H. vastatrix*, según estadísticas con una disminución de las áreas existentes en los últimos 21 años de un 68 %, con un área total actual de 1 015,9 hectáreas, la producción ha disminuido un 90,8 % con tan solo 149,6 toneladas, así mismo, el rendimiento ha disminuido un 90,6 % con 0,15 Tm por hectárea, todo expresado en café oro para la campaña 2018-2019 (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2019a).

Estudios realizados en Cienfuegos por Subit & Sierra (2020), refieren que la roya afecta de forma intensa los rendimientos de *C. arabica* y existe una relación lineal e inversa entre severidad y rendimiento total. Sus efectos estuvieron en relación a la disminución de granos por ramas, en el peso y en el rendimiento. La pérdida de rendimiento en el tratamiento control fue un 54 %.

## CONCLUSIONES

La roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) ha constituido y continuará siendo una amenaza para los caficultores en Cienfuegos, en Cuba y en todas las regiones y países que lo cultivan y dependen económicamente de este, la enfermedad puede afectar más del 50 % del rendimiento agrícola bajo condiciones climáticas favorables y su control puede ser muy efectivo con un enfoque de manejo integrado; para ello hay que considerar la protección con el uso de fungicidas sistémicos y de contacto, las prácticas culturales que se realizan en el manejo del cultivo, el empleo de métodos biológicos y la resistencia genética.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2019b). Series cronológicas de producción de Café en Cumanayagua. Empresa Agroindustrial Eladio Machín.
- Avelino, J., Rivas, P., & Gonzalo, G. (2013). La roya anaranjada del cafeto, 32. [https://hal.archives-ouvertes.fr/hal01071036/file/LA\\_ROYA\\_ANARANJADA\\_DEL\\_CAFETO\\_V1.pdf](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal01071036/file/LA_ROYA_ANARANJADA_DEL_CAFETO_V1.pdf)
- Barrera, J. F., Huerta, G., Herrera, J., Gómez, J., & Avelino, J. (2013). La roya del café. Crónica de una devastación anunciada. *Eco-fronteras*.
- Barquero, M. M. (2012). La Roya del Cafeto requiere atención y manejo. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). San José, Costa Rica. *Revista Informativa* 1, 11-13.
- Cristancho, M. R., Escobar, Y., Rivillas, C., & Gaitán, A. (2012). Outbreak of coffee leaf rust in Colombia. *New Disease Reports*, 25(19).
- Enríquez Calderón, G. A., & Duicela Guambí, L. A. (2014). Guía técnica para la producción y poscosecha del café arábigo. Manta Cofenac.
- Guharay, F., Monterrey, J., Monterroso, D., & Staver, C. (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. 1ra edición. CATIE.
- Hernández, J. R. (2005). Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, Invasive Fungi Fact Sheets. USDA ARS.
- Lashermes, P., Trouslot, P., Anthony, F., Combes, M., & Charrier, A. (1996). Genetic diversity for RAPD markers between cultivated and wild accessions of *Coffea arabica*. *Euphytica*, 87, 59-64.
- Lécolier, A., Besse, P., Charrier, T. N., & Noirot, M. (2009). Unraveling the origin of *Coffea arabica* "Bourbon pointu" from La Reunion: a historical and scientific perspective. *Euphytica*, 168 (1), 1 – 10.
- Pérez, L. (2015). La roya del cafeto en Cuba. Evolución al manejo alternativo de la enfermedad. In *Memorias del Seminario Científico Internacional "Manejo Agroecológico de la Roya del Café"*. FAO.
- Rivillas, C. A., Leguizamón, J., Gil, L., & Duque, H. (2011). Recomendaciones para el manejo de la roya del cafeto en Colombia. CENICAFE.
- Rivillas, C. A. (2015). Acciones emprendidas por Colombia en el manejo de la roya del cafeto. In *Memorias del Seminario Científico Internacional "Manejo Agroecológico de la Roya del Café"*. FAO.
- Rojas Gutiérrez, N. B. (2018). Evaluación del efecto de poda para la reducción de la incidencia y severidad de la enfermedad roya amarilla del cultivo del café en la sub-Central Agraria Alto Lima Caranavi - La Paz. (Tesis doctoral). Universidad Mayor de San Andrés.
- Romero, G. (2013). Desarrollo de marcadores funcionales ligados a la resistencia genética contra la roya del café. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia.
- Rozo, P., & Cristancho, A. (2010). Evaluación de la susceptibilidad de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. a fungicidas del grupo de los triazoles. *Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFE)*, 61(4), 297-314.
- Silva, M., Varzea, V., Guerras, A., Gil, H., Fernández, D., Petitot, A., Bertrand, B., Lashermes, F., & Nicole, M. (2006). Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. *Br. Journal Plant. Physiol.* 18(1), 119-147.
- Subero, L. (2005). La roya del café. <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/136.pdf>
- Subit Lamí, D., & Sierra Ricabal, P. M. (2020). Efectividad biológica del plaguicida Verdadero GD 600 para el control de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en la Provincia Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 163-168.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2019a). Registro de Protección de Plantas y variables climáticas. Oficina de señalización y pronóstico. Departamento de Sanidad Vegetal.

# 17

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## COMPORTAMIENTO DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.), VARIEDAD "SANTANA" EN UN SUELO PARDO GRISÁCEO DE LA EMPRESA CITRÍCO ARIMAO, CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS

## BEHAVIOR OF POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) VAR. 'SANTANA' IN GRAY BROWN SOIL OF THE "CÍTRICO ARIMAO" COMPANY, CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS

Lázaro J. Ojeda Quintana<sup>1</sup>

E-mail: [joberverde@azurina.cult.cu](mailto:joberverde@azurina.cult.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8629-5695>

Erislandy Becerra Fonseca<sup>2</sup>

E-mail: [eribecerra@ucf.edu.cu](mailto:eribecerra@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4611-9635>

Anaisa López Melian<sup>2</sup>

E-mail: [alopez@ucf.edu.cu](mailto:alopez@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2678-247X>

Sandalio García Velázquez<sup>1</sup>

E-mail: [sgarcia@ucf.edu.cu](mailto:sgarcia@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2071-6984>

<sup>1</sup> Centro Universitario Municipal Cumanayagua. Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Ojeda Quintana, L. J., Becerra Fonseca, E., López Melian, A., & García Velázquez, S. (2020). Comportamiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad "Santana" en un suelo Pardo grisáceo de la Empresa Citríco Arimao, Cumanayagua, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 115-121.

### RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de la variedad holandesa de papa "Santana", plantada en áreas de producción de la Empresa Citríco "Arimao", del municipio de Cumanayagua, Cienfuegos, Cuba. Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos (Tubérculos madre, Calibre II, 35-45 mm y Calibre III, 45-55 mm) y cinco réplicas, en parcelas 22.5 m<sup>2</sup>. Durante el ciclo del cultivo se evaluó la emergencia de los tubérculos semilla, número de tallos por plantón y su altura, momento de la floración. Fueron registradas las temperaturas máximas, mínimas y media y se determinó la amplitud de las mismas. La cosecha del experimento fue de forma manual a los 84 días después de la plantación. Se calculó el rendimiento total en t ha<sup>-1</sup>. Los resultados se procesaron estadísticamente mediante un ANOVA, y se empleó la prueba de Duncan mediante el uso del programa estadístico Statgraphics Cent.16. La emergencia de los tubérculos semilla a los 21 días alcanzó el 95 %, el número de tallos por plantón mostró diferencias significativas entre los dos calibres y repercutió en la densidad real del cultivo. La temperatura media ambiental posterior a la plantación superó los 25 °C, con una amplitud durante todo el ciclo del cultivo por debajo de los 10 °C. La mayor cantidad de tubérculos fue cuantificada por plantón, mientras que disminuyó por tallos. El rendimiento alcanzado sobrepasó las 22 t ha<sup>-1</sup>, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos.

### Palabras clave:

Tubérculo, rendimiento, temperatura, suelo.

### ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of evaluating the behavior of potato's Dutch variety "Santana", planted in areas of production of the Citric fruit "Arimao", Enterprise of the municipality of Cumanayagua, Cienfuegos, Cuba. A design of blocks was used at random with two treatments (Tubers mother, Caliber II, 35-45 mm and Caliber III, 45-55 mm) and five replications, in parcels 22.5 m<sup>2</sup>. During the cycle of the cultivation was evaluated: the emergency of the tubers seed, number of shafts for graft and its height, moment of the flowering. They registered the maximum, minimum and half temperatures. The width of the same ones was determined. The crop of the experiment was carried out from a manual way to the 84 days after the plantation. The total yield was calculated in t ha<sup>-1</sup>. The results were processed statistically by means of an ANOVA, and the test of Duncan was used by means of the use of the statistical program Statgraphics Cent.16. The emergency of the tubers seed to the 21 days reached 95 %, the number of shafts for graft it showed significant differences among the two calibers, and it rebounded in the real density of the cultivation. The later environmental half temperature to the plantation overcame the 25 °C, with a width during the whole cycle of the cultivation below the 10 °C. The biggest quantity in tubers was quantified by graft, while it diminished for shafts. The reached yield overcame the 22 t ha<sup>-1</sup>, without differences statistics among the treatments.

### Keywords:

Tuber, yield, temperatura, soil.

## INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de gran valor nutritivo y medicinal (Arcos & Zúñiga, 2016). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2014), es una de las principales fuentes alimenticias de la población mundial después del trigo (*Triticum aestivum* L), maíz (*Zea mays* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.). El tubérculo de papa es fuente importante de carbohidratos (almidón), proteínas de alta calidad, vitamina C y minerales.

Kuwait, Nueva Zelandia, Estados Unidos, Canadá y Australia alcanzaron en el 2018 los mayores rendimientos del tubérculo, con 62.3, 50.4, 49.8, 43.2 y 40 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. En la relación de países, se ubicaron en la posición 19 y 20, únicamente por América Latina, Argentina y Brasil con 32.3 y 31.2 t ha<sup>-1</sup>.

La papa es una valiosa herramienta en la lucha contra el hambre y la pobreza, una de las razones por lo que la ONU declaró el 2008 como "Año Internacional de la Papa" (AIP). Este evento atrajo la atención hacia el papel crucial que la "humilde papa" tiene en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria del mundo (Devaux, et al., 2010).

Para la población cubana, este cultivo resulta de gran demanda por sus aportes en minerales, vitaminas, antioxidantes, fibras, de ahí que años atrás se le denominara "la reina de las viandas". Se cultiva en más de 130 países, cubriendo más de 18 millones de hectáreas, con una producción anual de 315 millones de toneladas (Cuba. Ministerio de Agricultura, 2019a).

En Cuba desde el año 1983 hasta la campaña 2018-2019 se han plantado aproximadamente 12 mil 440.60 ha, con un rendimiento promedio de 19 t/ha, siendo la campaña 2001-2002 record con 25.9 t/ha. La provincia de Cienfuegos al cierre de la Campaña 2018-2019 obtuvo 8 mil 114.5 t y un rendimiento promedio de 21.35 t ha<sup>-1</sup> (Cuba. Ministerio de Agricultura, 2019b).

Resulta de gran importancia estratégica incrementar nuevas áreas para la producción de este tubérculo en diferentes zonas del país, por ello, el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento de este cultivo en las condiciones de un suelo Pardo grisáceo de la Empresa Cítrico Arimao, sin antecedentes de haber plantado este tubérculo con anterioridad.

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la Empresa Cítrico Arimao de Cumanayagua, provincia Cienfuegos durante la campaña 2019-2020, en un suelo Pardo Grisáceo (Hernández, 2015), con pH: 5,66, Materia orgánica: 1,36 % y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5,1 mg/100g de suelo.

Para el estudio se utilizaron tubérculos semilla de la variedad holandesa importada Santana. Se plantaron los calibres II, 35-45 mm y III, 45-55 mm en un marco de 0.25 y 0.30 x 0.90 m respectivamente.

Se conformaron parcelas 22,5 m<sup>2</sup> con una muestra de 20 plantas tomadas al azar en los tres surcos centrales. El diseño experimental seleccionado fue un Bloque al azar (BA) con dos tratamientos y cinco réplicas: Calibre II, 35-45 mm, Calibre III, 45-55 mm.

La plantación se efectuó el 12 de diciembre de 2019, con semilla en brotación múltiple, la que fue colocada en el centro del cantero a una profundidad entre 15-20 cm, con tape inmediato. Previamente se realizó la fertilización de fondo por bandas, con la fórmula 9-13-17 a razón de 1.42 t ha<sup>-1</sup> y posteriormente un riego profundo ("mine"). La aplicación de urea (0.30 t ha<sup>-1</sup>) a los 28 días. Ambas labores culturales según lo recomendado para suelos arenosos en el Instructivo Técnico (Cuba. Ministerio de Agricultura, 2019a).

El aporque se realizó a los 35 días después de la plantación (DDP) con tracción animal y se logró una altura aproximada del cantero cercano a los 30 cm, que permitió alcanzar una profundidad adecuada de la semilla. Respecto al régimen de riego, el mismo se enmarcó en los cuatro períodos de requerimiento del cultivo, de acuerdo a las Directivas de trabajo para la Campaña Pajera 2019-2020 (Cuba. Ministerio de Agricultura, 2019b). En el ciclo del cultivo, mediante muestreos sistemáticos se constató la presencia de plagas y enfermedades.

La cosecha del experimento se realizó de forma manual el día 5 de marzo del 2020, a los 84 días DDP, con la participación del personal agrícola y técnico que estuvo vinculado a las atenciones culturales. El follaje fue eliminado de forma manual y los tubérculos se contaron y pesaron por tamaños en kg con un dinamómetro digital.

Mediciones realizadas:

a. Durante el ciclo del cultivo:

1. Emergencia de los tubérculos semilla a los 21 días.
2. Número de tallos/plantón. Una cuantificación final a los 30 días.
3. Altura (cm) de los tallos a los 30 días, medida desde la base del cuello de la raíz hasta la yema terminal, a todos los tallos del plantón y el dato se expresó como el promedio de todos los tallos.
4. Momento de la floración y porcentaje de la misma.

a. En la cosecha:

1. Número de tubérculos comerciales/plantón.
2. Número de tubérculos comerciales/tallos.
3. Número de tubérculos totales/plantón.
4. Número de tubérculos totales/tallos.
5. Rendimiento t ha<sup>-1</sup>

Durante el tiempo de permanencia del experimento se registraron las temperaturas máximas, mínimas y media. Se determinó la amplitud de las mismas, es decir la diferencia entre la temperatura máxima y mínima diaria. A partir de las temperaturas medias se estableció la temperatura efectiva (temperatura superior a 10 °C), por la cual se calculó la suma de temperaturas por fases.

Se consideró la Fase 1 desde la plantación hasta el inicio de tuberización, a los 30 días la, Fase 2 desde inicio de tuberización hasta fin del crecimiento del follaje 70 días y la

Fase 3 desde este momento hasta la cosecha. Se registraron las precipitaciones desde la plantación hasta la cosecha, las cuales se muestran en la Figura 1.

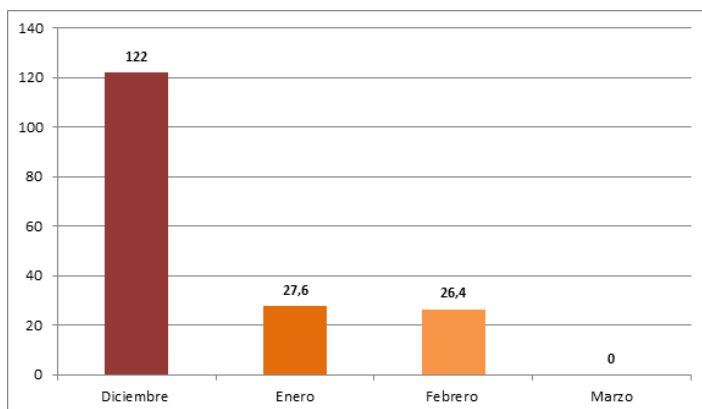


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones en el área experimental.

El análisis estadístico se realizó con programa STATGRAPHICS Centurion XVI Versión 16.1.18, para un nivel de confianza de 95 % (significación  $p \leq 0.05$ ) y para conocer las diferencias entre los tratamientos las medias se compararon por la prueba de Duncan (1955).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se aprecia que la pluviometría alcanzada fue de 176 mm, por debajo de lo planteado por Cepeda & Gallegos (2003), que indican para la papa un umbral mínimo de requerimiento hídrico de 200 mm, de ahí la necesidad de manejar con atención el riego durante todo el tiempo del cultivo en campo.

En la Tabla 1 la emergencia a los 21 días, con un porcentaje superior al 95.0 %, lo que indica cómo el estado de brotación múltiple descrito anteriormente favoreció una buena emergencia de los tubérculos. El peso fresco del tubérculo semilla se encontró dentro del rango concebido para el tipo de calibre utilizado, de igual forma el grosor del tallo y la altura de las plantas.

Tabla 1. Porcentaje del estado de brotación.

Calibre (mm)	Peso fresco del tubérculo	Emergencia 21 días (%)	Nro tallos/plantón	Grosor del tallo (mm) 30 días	Altura (cm) 30 días
II-35-45	0.06b	96.37	3.16a	0.64	21.83
III-45-55	0.11a	96.85	2.94b	0.10	22.08
ES	0.026*	0.272 <sup>ns</sup>	0.164*	0.028*	0.300 <sup>ns</sup>

*Letras distintas en una misma columna difieren entre sí, Duncan ( $p \leq 0,05$ ).*

Un indicador importante a tener en cuenta en la producción de papa es el número de tallos por plantón, el cual mostró diferencias significativas entre los calibres utilizados como semilla, con un mayor número de los mismos en el calibre II-35-45 mm. de Almeida, et al. (2016), plantean que el número de tallos, estará en dependencia del tamaño que tenga el tubérculo semilla que se plante, sin embargo, se obtuvo la mayor cantidad de los mismos en el calibre inferior.

Según Méndez (2009), la densidad de los cultivos se ha expresado de forma tradicional por el número de plantas por unidad de área. El cultivo de la papa consta de dos componentes: números de planta por unidad de área y números de tallos por plantas; el propio autor señala que la verdadera densidad del cultivo estará dada por el resultado de la densidad de plantas, por su número de tallos y que este a su vez describe mejor la densidad.

De acuerdo con López (2016), en el cultivo de la papa la densidad poblacional no puede evaluarse solo como la cantidad de plantas por unidad de área, sino que cada planta que proviene de un tubérculo consiste en un conjunto de tallos, cada uno de los cuales forma raíces, estolones y tubérculos. Además, cada tallo crece y se comporta como si fuese una planta individual. Por lo tanto, la verdadera densidad del cultivo de papa es el resultado de la densidad de plantas multiplicado por el número de tallos por planta.

El criterio anterior se pudo constatar con los resultados obtenidos en el trabajo, donde, de acuerdo al número de tallos por plantón cuantificado, se obtuvo una densidad real del cultivo en los calibres evaluados aproximadamente de 139 998 y 108 518 plantas por hectárea, que representa un 314,9 y 292,9 % de incremento respectivamente, en base al marco de plantación establecido, según el calibre de los tubérculos semilla utilizados.

En la Figura 1 se muestra el registro de las temperaturas máximas, mínimas y la media en el área del experimento. Como se puede observar las medias sobrepasaron a las óptimas, 15-20 °C (Haverkort, 1990, Sarquis, et al., 1996; y Bland, 2004, citados por Martín & Jerez (2015), aunque algunas variedades rinden el máximo con temperaturas mayores. Destacar que a partir de la segunda decena de diciembre la misma superó los 25 °C, con el valor más alto en la segunda decena de febrero con 26,3 °C, en correspondencia con la Fase de engrosamiento de los tubérculos.

El efecto del aumento de la temperatura puede variar desde un incremento hasta un decremento marcado del rendimiento y el contenido de materia seca de los tubérculos. Así mismo, se ha comprobado que temperaturas altas inducen la formación tardía de tubérculos, hojas más pequeñas y plantas más altas, con un resultado negativo en el rendimiento del cultivo.

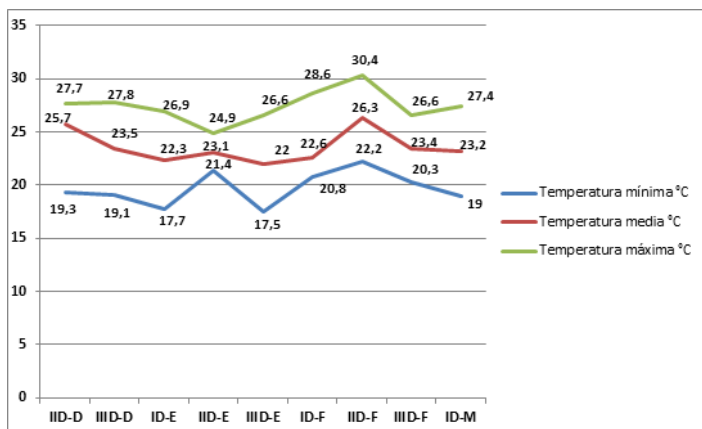


Figura 1. Temperaturas medias, máximas y mínimas (promedios decenales) correspondientes al periodo de duración del experimento.

La amplitud de la temperatura durante todo el ciclo del cultivo estuvo por debajo de los 10 °C, (Figura 2), con el valor más estrecho en el mes de febrero, que se correspondió con las Fases de tuberización y engrosamiento de los tubérculos. Martín & Jeréz (2015), señalan que la mayor influencia de la temperatura sobre el cultivo radica en el rango de amplitud que se produzca entre las temperaturas máximas y mínimas.

Cortez & Hurtado (2002), refieren que la papa es considerada una planta termoperiódica, indicando que necesita una variación entre la temperatura máxima y mínima de al menos 10 °C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados. Si esta situación se presenta con frecuencia a lo largo del ciclo vegetativo, el rendimiento y la calidad se ponen en riesgo, pues las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para el desarrollo de los tubérculos.

De acuerdo al comportamiento de esta variable, expresado en la Figura 1, y los criterios expuestos por este autor, en relación al termoperíodo, la plantación no tuvo condiciones favorables para una buena producción.

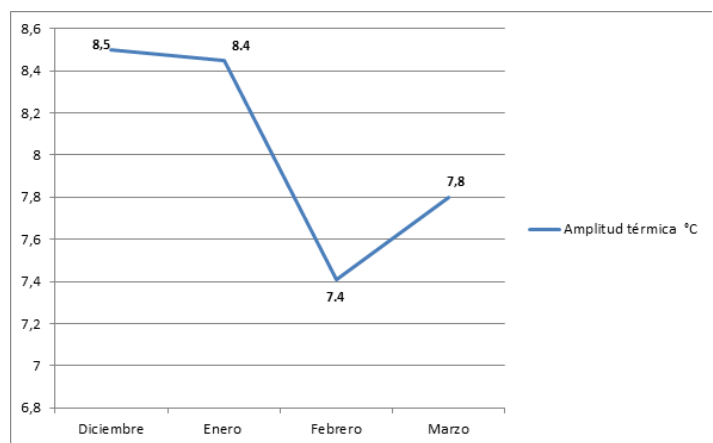


Figura 2. Amplitud térmica durante el periodo de estudio

Martín & Jeréz (2015), evaluaron las respuestas provocadas en el rendimiento, producto de las variaciones de las temperaturas durante el ciclo del cultivo de las variedades de papa Call White, Spunta y Santana cosechadas durante los años 2010, 2011 y 2012, respectivamente. Los autores comprobaron que a pesar de realizarse la plantación en una misma época cada año, las temperaturas mostraron un comportamiento diferente entre los años, lo cual influyó de forma decisiva en el rendimiento alcanzado, lo que indica que la temperatura puede determinar en gran medida los rendimientos que se alcancen en este cultivo. El rendimiento total fue superior para la variedad Call White (58,0 t ha<sup>-1</sup>), seguido de las variedades Spunta y Santana (35,6 y 32,3 t ha<sup>-1</sup> respectivamente).



Figura 3. Variedad Santana a los 36 días en áreas de la Empresa Cítrica "Arimao".

Miranda, et al. (2017), en la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Amistad Cubano Búlgara" del municipio Güines, provincia Mayabeque, Cuba, analizaron la influencia de la temperatura en el cultivo de la papa durante el período 2009 – 2017, y encontraron que el aumento de la temperatura diurna y nocturna, así como su estrecha amplitud térmica durante las fases de brotación e inicio de crecimiento, pudieron influir en el proceso de tuberización, lo que les permitió inferir su incidencia en los bajos rendimientos que tuvo el cultivo. El rendimiento promedio del

cultivo de la papa durante las campañas de 2009-2017 fue de 18,03 t ha<sup>-1</sup>, y osciló entre 13,6 – 22,7 t ha<sup>-1</sup>.

En la Figura 4 se observa la temperatura acumulada por las fases del cultivo. Se aprecia, cómo en la segunda Fase se registró el mayor acumulado de temperatura. Los resultados alcanzados coinciden con Martín & Jerez (2015), quienes evaluaron el efecto de la temperatura en las variedades de papa Call White, Spunta y Santana cosechadas durante los años 2010, 2011 y 2012 y calcularon la suma de temperaturas por fase, registrando temperaturas más altas para la segunda fase en los años 2011 y 2012, que propició un mayor acumulado, sin embargo resultó en detrimento de un mayor crecimiento de los tubérculos, al plantear que altas temperaturas no favorecen el crecimiento de los tubérculos, al gastar la planta en respiración, la mayor cantidad de materia producida en el proceso fotosintético.

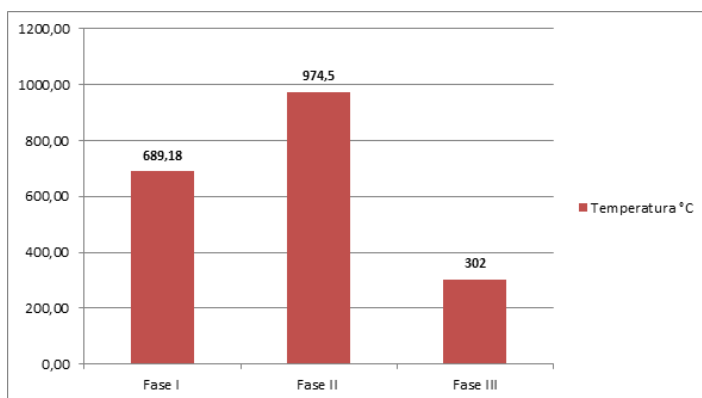


Figura 4. Temperatura acumulada por fases del cultivo.

Hijmans (2003), al utilizar modelos de simulación, predijo disminuciones del rendimiento entre 9 y 32 % para el año 2050, debidas principalmente al efecto de altas temperaturas. Otros estudios en Europa han encontrado efectos positivos, nulos o negativos (cambio en el rendimiento entre 11,1 y -14,3 %) dependiendo si el clima de la zona es frío, templado o mediterráneo (Wolf & Oijen, 2003).

Tolaba & Lizana (2000), evaluaron el efecto de los aumentos de temperatura en campo sobre distintos genotipos de papa en la región de Valdivia, Chile, para determinar los posibles cambios en rendimiento y calidad. Los autores encontraron que el efecto de aumento de temperatura “per se” aplicado a inicios de tuberización y mitad del llenado de tubérculos no afectaría significativamente los rendimientos comerciales de papa para la zona sur, pero aumentaría la producción de biomasa total, explicada por el aumento de tubérculos de mayor y menor tamaño que el comercial.

En la Figura 5 se observa el comportamiento general de la floración de las plantas en el tiempo. La primera floración pudo verse a los 23 días, con el menor porcentaje, seguidamente fue en aumento, sin embargo, después de los 50 días y hasta la cosecha se mantuvo en un 58 % en toda el área, sin diferencias entre los tratamientos.

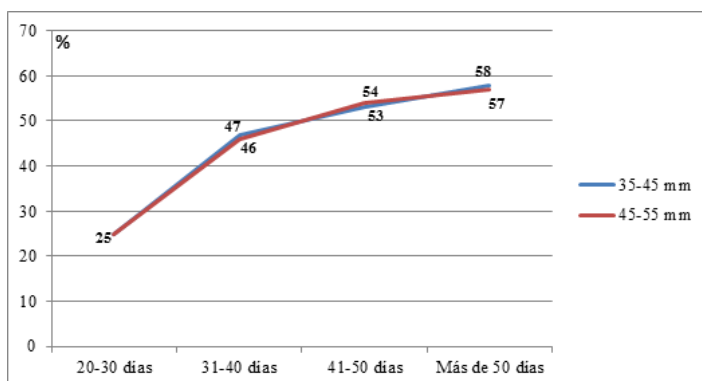


Figura 5. Porcentaje de floración en el tiempo.

La floración indica que la planta comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización. En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días; y en las tardías entre 50 a 60 días. La variedad Santana se ubica en medianamente tardía, por lo que el inicio de la floración en las condiciones experimentales se anticipó en siete días.

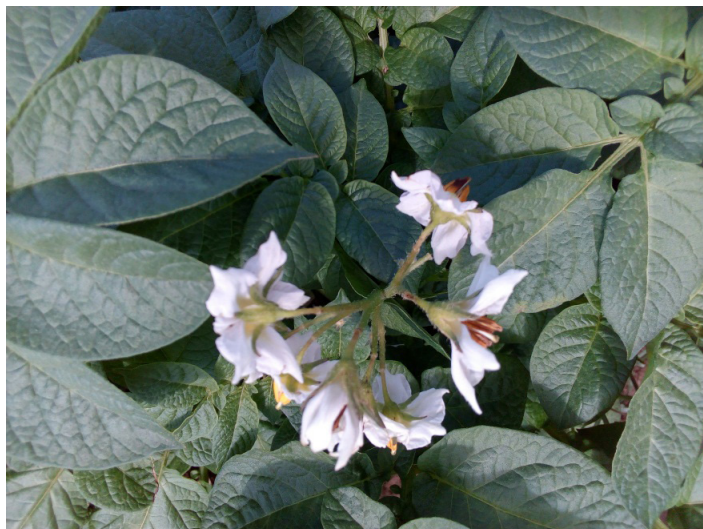


Figura 6. Floración de la variedad Santana a los 38 días.

En la Figura 7 se aprecia la producción de tubérculos por plantón, tallos y el rendimiento alcanzado. En todos los casos la mayor cantidad de tubérculos fue cuantificada por plantón, mientras que disminuyó en los tallos. Hubo diferencias estadísticas únicamente en el número de tubérculos totales por tallos, con la mayor cantidad en el Tratamiento 1, calibre 35-45 mm. Se ha señalado a las temperaturas y al fotoperiodo como los elementos del clima más importantes que influyen en el crecimiento y desarrollo de la papa (Molahlehi et al., 2013).

El rendimiento obtenido superó las 22 t ha<sup>-1</sup>, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos. El mismo se ubica en el rango reportado para Cuba entre 18 y 25 t ha<sup>-1</sup> (Cuba. Ministerio de Agricultura, 2019a). Teniendo en cuenta que

las temperaturas constituyen un factor importante con gran influencia en los rendimientos, y de acuerdo con las Figuras 1 y 2, se puede considerar que las temperaturas registradas durante el período del cultivo no fueron favorables para una buena producción, y a pesar de eso, el rendimiento no fue bajo, por lo que el mismo podría resultar mayor en presencia de temperaturas óptimas para el cultivo. Pudo favorecer en el rendimiento alcanzado no registrar plantaciones de este tubérculo con anterioridad en áreas de la Empresa Cítrico “Arimao”.

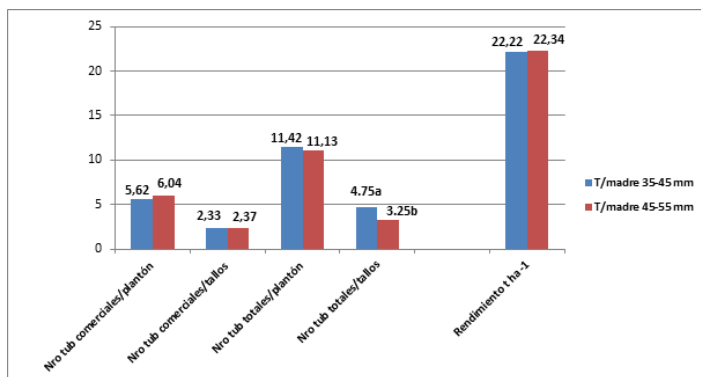


Figura 7. Producción de tubérculos y rendimiento t ha<sup>-1</sup>

**Letras distintas en una misma columna difieren entre sí, Duncan ( $p \leq 0,05$ ).**

Christiansen (1967), señala que temperaturas mayores a 28 °C inhiben la tuberización, y si se mantienen constantes durante toda la Fase de tuberización es posible que no haya formación de tubérculos y los estolones crezcan en forma engrosada.

Tirado (2014), refiere que, a mayor número de tallos por planta, mayor rendimiento productivo. Sin embargo, los resultados no mostraron diferencias entre sí, independientemente de que el tratamiento 1 tuviese un mayor número de tallos por plantón.



Figura 8. Tubérculos por plantón a los 50 días y en la cosecha.

La incidencia de plagas y enfermedades fue muy baja. Se pudo apreciar después de los 40 días la presencia de focos ligeros de Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary), posterior a los 50 días Costra negra (*Rhizoctonia solani* Kühn) en tallo y también en algunos tubérculos cosechados. Pasados los 65 días brotes discretos de Tizón temprano (*Alternaria solani* Sor). En cuanto a plagas, muy esporádicamente Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadi) y Minador (*Liriomyza trifolii* Burgess). Destacar, que en ninguno de los casos la afectación indicó un umbral de daño económico para la plantación.

## CONCLUSIONES

La emergencia de los tubérculos a los 21 días alcanzó el 95 %, el número de tallos por plantón mostró diferencias significativas entre los calibres, con la mayor cantidad en el calibre II-35-45 mm, lo que incidió en la densidad de plantas por hectárea obtenida.

Las temperatura media ambiental durante el ciclo del cultivo superó los 25 °C, con una amplitud térmica por debajo de los 10 °C, y el valor más estrecho en el mes de febrero (7,4 °C), que se correspondió con las fases de tuberización y engrosamiento de los tubérculos.



El mayor número de tubérculos fue cuantificado por plantón, mientras que disminuyó por tallos, hubo diferencias estadísticas únicamente entre el número de tubérculos totales por tallos, con la mayor cantidad en el Tratamiento 1, mientras que el rendimiento alcanzado superó las 22 t ha<sup>-1</sup>, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos, J., & Zúñiga, D. (2016). Rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas con capacidad para mejorar la productividad en papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 20(1), 18-31.
- Cepeda, M., Gallegos, G. (2003). La papa: El fruto de la tierra. Editorial Trillas.
- Christiansen, J. (1967). El cultivo de la papa en el Perú. Primera edición. Editorial Jurídica.
- Cortez, M. R., & Hurtado, G. (2002). Guía técnica cultivo de la papa. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Cuba. Ministerio de Agricultura. (2019b). Directivas de trabajo para la Campaña Papera 2019-2020. MINAG.
- Cuba. Ministerio de Agricultura. (2019a). Instructivo para la producción de papa en Cuba. MINAG.
- De Almeida, F. M., Arzuaga, J., Torres, W., Cabrera, J. A. (2016). Efectos de diferentes distancias de plantación y calibres de tubérculos-semilla sobre algunas características morfo-productivas de la papa en Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*; 37(2), 88-95.
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A., & Flores, R. (2010). El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa.
- Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA.
- Hijmans, R. (2003). The effect of climate change on global potato production. *American Journal of Potato Research*, 80, 271-280.
- López Fleites, R. (2017). El cultivo de la papa. Conferencia impartida en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Martín, R., & Jeréz, E. (2015). Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*, L.) a partir del comportamiento de las temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 93-97.
- Méndez, P. (2009). Plantación de papa y efecto de tallo en la producción. Manual de papa en la Aruauca. Centro Regional Carillanca.
- Miranda, Y., Álvarez, A., & Ulloa, C. (2017). Efecto de la variabilidad climática en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la CPA "Amistad Cubano - búlgara". *Investigación y Saberes*, 3(3), 45-64.
- Molahlehi, L., Steyn, J. M., & Haverkort, A. J. (2013). Potato Crop Response to Genotype and Environment in a Subtropical Highland Agro-ecology. *Potato Research*, 56(3), 237-58.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2014). Anuario estadístico de la FAO. La Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3592s.pdf>
- Tirado, R. (2014). Evaluación del rendimiento de clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada – Cajamarca. (Tesis de titulación). Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Tolaba, A., & Lizana, C. (2000). Efecto del aumento de temperatura en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*). Proyecto "Efectos de alta temperatura en la papa (*Solanum tuberosum* L.) y rasgos asociados con la tolerancia al estrés por calor". Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Wolf, J., & Van Oijen, M. (2003). Model simulation of effects of changes in climate and atmospheric CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> on tuber yield potential of potato (cv. Bintje) in the European Union. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 94, 141- 157.

# 18

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## LOS CAFETALES DE SOMBRA Y LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. EL CONTEXTO CUBANO

### COFFEE SHADE AND BIODIVERSITY CONSERVATION. THE CUBAN CONTEXT

Leosveli Vasallo Rodríguez<sup>1</sup>

E-mail: [direccion@jbc.cu](mailto:direccion@jbc.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1478-3723>

Rosalina Montes Espín<sup>1</sup>

E-mail: [montesninin@gmail.com](mailto:montesninin@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2684-0828>

Antonio Escarré Esteve<sup>2</sup>

E-mail: [escarre@ua.es](mailto:escarre@ua.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5290-2562>

Andreu Bonet Jornet<sup>2</sup>

E-mail: [andreu@ua.es](mailto:andreu@ua.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4210-9966>

Ileana Fernández Santana<sup>1</sup>

E-mail: [registro@jbc.cu](mailto:registro@jbc.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0802-2602>

<sup>1</sup> Jardín Botánico de Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Alicante. España.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Vasallo Rodríguez, L., Montes Espín, R., Escarré Esteve, A., Bonet Jornet, A., & Fernández Santana, I. (2020). Los cafetales de sombra y la conservación de la diversidad biológica. El contexto cubano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 122-126.

#### RESUMEN

El cultivo del café se extiende por varios países tropicales y sustenta económicamente parte de la población mundial. Se considera uno de los productos agrícolas de mayor peso en el mercado mundial. Aparejado al desarrollo de las plantaciones cafetaleras, crecen las inquietudes referentes a los impactos de estas sobre los ecosistemas adyacentes. En la década del 80', se iniciaron por Centroamérica los estudios enfocados en la relación entre producción de café y la conservación de la biodiversidad; extendiéndose hacia Suramérica y más recientemente hasta África y Asia. A pesar de tener este cultivo un importante papel en el esquema agroproductivo cubano y ser uno de los más abordados por los ecólogos, en Cuba son escasas las investigaciones que analizan la relación productividad cafetalera - conservación de la diversidad biológica. El presente trabajo tiene como objetivo, compilar los principales resultados en el estudio de dicha relación a nivel internacional y nacional. A nivel mundial, en los últimos 25 años la temática fue abordada en 35 artículos; mientras que en Cuba solo cinco tratan de manera directa el tema. Resulta importante evaluar el manejo de los cafetales en función de la conservación, con el objetivo de determinar el punto de equilibrio entre el incremento de los rendimientos de este cultivo y la conservación de la biodiversidad en estos paisajes culturales.

#### Palabras clave:

Café, conservación de la biodiversidad, rendimiento cafetalero.

#### ABSTRACT

Coffee cultivation is spread over different tropical countries, supporting economically part of the world population. It is considered as one of the most important agricultural products on the world market. Rigged with the development of coffee plantations, concerns are growing regarding their impacts on adjacent ecosystems. In the 1980s, studies linking coffee productivity and conservation began in Central America; spreading to South America and more recently to Africa and Asia. Despite having this crop play an important role in the Cuban agricultural production scheme and being one of the crops most approached by ecologists, in Cuba there is little research focused on the analysis of the relationship between coffee productivity and conservation of the biodiversity. The aim of this work was to compile the main results in the study of this relationship at the international and national levels. In the last 25 years, 35 works in the world stand out that deal with the subject; while in Cuba only five directly address the issue. It is important to assess the coffee plantations management in relationship with the biodiversity conservation; with the aims to determine the balance point between the increase in yields of this crop and the conservation of biodiversity in these cultural landscapes.

#### Keywords:

Biodiversity conservation, coffee, coffee yield.

## INTRODUCCIÓN

Las transformaciones ocurridas en los paisajes tropicales, debido a la extensión de la agricultura intensiva, centran la atención sobre el entorno agrícola, debido al papel que juega en la conservación del medio y en la preservación de la diversidad biológica. Como consecuencia de la presión para aumentar la productividad de los sistemas agrícolas a corto plazo, se ha promovido su conversión en sistemas ecológicamente simples y altamente tecnificados (Murcia, 2001). Relacionado con esto está la deforestación, que unido a la modificación de hábitats naturales en zonas de cultivo, han traído como consecuencia cambios drásticos en la cobertura arbórea y la fragmentación de los paisajes naturales. Todo ello compromete la conservación de la diversidad biológica asociada a estas zonas productivas. Esta problemática está ampliamente presente en las diferentes regiones productivas del mundo y Cuba no es una excepción a esta situación.

La expansión de los sistemas agroforestales en las diferentes regiones tropicales del planeta, ha sugerido un nuevo paradigma para la conservación, que incluye los paisajes agrícolas como un componente esencial en las estrategias de manejo y conservación. Entre estos tiene un papel preponderante en las zonas tropicales, los cafetales y las plantaciones de cacao.

Desde el siglo XV, los bosques cubanos fueron sometidos a una fuerte explotación debido, en lo fundamental, al desarrollo agrícola y forestal, que condujo a la reducción de la cobertura boscosa en más de un 80%. Como resultado de importantes esfuerzos gubernamentales, dicha cobertura, se ha logrado elevar hasta el 31.1 % del territorio nacional. Datos de diferentes autores recopilados por González-Torres, et al. (2016), refieren que Cuba posee una flora compuesta por entre 7 000 y 7 500 especies; esto influye en que: sea la isla con mayor número de especies por kilómetro cuadrado, esté entre las siete primeras islas en cuanto a endemismo y la segunda con mayor cantidad de especies de plantas extintas, de entre las islas del Caribe tenga el mayor porcentaje de especies amenazadas, con el 46.31%, respecto al total de su flora, cuyas principales amenazas están asociadas a las actividades humanas. Una de estas amenazas es la fragmentación del hábitat, la cual está estrechamente relacionada con la expansión de la actividad agrícola y el establecimiento de asentamientos humanos y sus respectivas vías de comunicación.

Por su parte, la fauna cubana se destaca por el elevado endemismo, la presencia de especies relictas, enanismos, taxones de distribución restringida, pobre representatividad de vertebrados y riqueza de invertebrados.

Mancina & Cruz (2017), también compilaron datos referentes a la biodiversidad cubana. En el caso de la fauna destacan que han sido registradas para Cuba 655 especies de vertebrados terrestres y dulceacuícolas, de las que 255 son endémicos y 87 se encuentran categorizados según los criterios de la UICN; reconociéndose entre sus principales amenazas la modificación y destrucción del hábitat, la caza furtiva, la introducción de especies exóticas, el comercio ilegal y la contaminación ambiental.

Los macizos montañosos cubanos representan centros de especiación, refugios climáticos y sitios exclusivos de

diversos linajes endémicos y amenazados de plantas y animales (Mancina & Cruz, 2017). Todo lo antes expuesto pone al descubierto la fragilidad de las formaciones vegetales de la isla y de su biota en general, cuyos valores máximos de diversidad se encuentran asociados a estas zonas geográficas. Es precisamente en estos sitios donde se desarrollan la mayoría de las áreas cafetaleras cubanas, las que colindan o se imbrican dentro de estos ecosistemas, en interacción directa con los componentes de la biodiversidad que los integran.

El café se cultiva en más de 60 países tropicales, siendo el sustento de alrededor de 25 millones de productores, considerado como uno de los mayores commodities agrícolas en el mercado mundial, ocupa una extensión global de unos 10.5 millones de hectáreas (Jayakumar, et al., 2017). El mayor consumo de café se concentra en los países desarrollados, mientras que el 90% de las plantaciones se encuentran en países en vías de desarrollo; mayormente en centro y sur América, África y el sur de Asia. Este cultivo fue introducido en Cuba en 1748 procedente de Haití por Don José Gelabert, Contador Mayor de la Isla. Desde su introducción se ha convertido en uno de los cultivos tradicionales dentro de la estructura agraria cubana, siendo la base fundamental de esta en las zonas montañosas de la isla. Contribuye a la diversificación agrícola cubana y es un importante rubro exportable.

Sobre este cultivo, en las últimas décadas, los ecólogos comenzaron a evaluar el valor de los cafetales tradicionales como parte del paisaje y el impacto que tienen los cambios del método de cultivo sobre la biodiversidad asociada a ellos (Murcia, 2001). Estos temas han tenido una particular atención en Centroamérica y Asia, con importantes estudios que amplían el conocimiento de la relación existente entre diversidad biológica y cafetales. Dichas investigaciones han tributado a la elaboración de criterios para buscar puntos de equilibrio entre conservación biológica y rendimiento agrícola. Sin embargo, en Cuba las investigaciones sobre el cultivo del café se han centrado en elementos técnicos como el manejo de plantaciones y reproducción en viveros, dosificación de abonos, la fisiología, entre otros temas. También han sido abordados los factores sociales que han tenido incidencia en los valores productivos del cultivo. Sin embargo, llama la atención los escasos estudios relacionados con la biodiversidad asociada a los cafetales de la isla. Por ello no se cuenta con la información necesaria para evaluar la relación entre la productividad de los agroecosistemas cafetaleros cubanos y la conservación de la diversidad biológica asociada a estos, a fin de encontrar el punto de equilibrio entre rendimiento agrícola y conservación de la diversidad biológica. En tal sentido, el objetivo del presente trabajo es revisar la información existente sobre el papel de los cafetales tradicionales de sombra en la conservación de la diversidad biológica, especialmente en el contexto cubano.

Un grupo de autores, resumidos por Manson, et al. (2008), coinciden en el criterio de que uno de los retos fundamentales del siglo XXI, a partir del crecimiento esperado de la población humana, es entender el impacto de diferentes estrategias de manejo de cultivos sobre la conservación de la biodiversidad y la productividad, así como alcanzar un balance sustentable entre ambas. Este escenario ha puesto a la agricultura cubana en la necesidad de cambiar

estilos de trabajo y adaptar tecnologías que le permitan dar respuesta a esta problemática. A pesar de ello, hasta el presente, en Cuba se ha explorado poco el papel que juegan los hábitats modificados para la supervivencia de la biota, así como el papel de los agroecosistemas en el mantenimiento de la biodiversidad local (Mancina & Cruz, 2017). Una excepción es el caso de los sistemas de arrozales, que constituyen sitios importantes para la alimentación y reproducción de muchas aves residentes y migratorias. El papel de estos agroecosistemas en la conservación de la diversidad biológica ha sido evaluado desde la década de 1990 tanto por profesores como por estudiantes de la Universidad de La Habana. Entre los temas abordados estuvieron las variaciones espacio-temporales de las comunidades de aves, así como el uso de recursos tróficos.

La producción de alimentos y la conservación de la biodiversidad no necesariamente son autoexcluyentes. Diferentes autores han propuesto a los sistemas agroforestales tropicales como una forma de agricultura apegada a estrategias de conservación, debido a que pueden soportar en cierto equilibrio la biodiversidad natural y la cultivada, los servicios ecosistémicos asociados a estas y la producción de alimentos. Los beneficios que los sistemas agroforestales tradicionales aportan a la biodiversidad, ha tenido considerable atención de los biólogos de la conservación, especialmente en centro y Suramérica. Estos paisajes culturales, en especial los manejados de manera tradicional, pueden brindar un amplio número de estos servicios, entre los que se incluye la captura de carbono, dado que las plantaciones establecidas bajo sombra y densamente pobladas por cafetos, pueden secuestrar elevados volúmenes de este (Soto-Pinto, et al., 2010).

Los sistemas agroforestales, en los que se incluyen los cafetales y plantaciones de cacao, también pueden amortiguar las variaciones extremas del clima, contribuir a la conservación de los suelos, brindar refugio y recursos tróficos a la fauna y permitir la conectividad entre parches de vegetación. Además, pueden incluir cultivos secundarios y aportar madera, frutos, producciones agrícolas y demás productos forestales no madereros que aumentan los ingresos y tributan a la sostenibilidad económica de los productores.

El caso particular de los cafetales, son un tipo de uso de suelo muy extendido en las zonas montañosas tropicales y subtropicales de América, África y Asia. Estos agroecosistemas son considerados como refugios de la biodiversidad (Philpott & Dietsch, 2003). Su relación con la diversidad biológica a ellos asociada y su valor como parte del paisaje, comenzó a ser evaluado en América a finales de la década de 1980 (Murcia, 2001), extendiéndose actualmente a otras regiones del planeta como África y Asia (Jaraa, et al., 2017). Las plantaciones de café son manejadas de diferentes formas en relación con las especies utilizadas para dar sombra, la frecuencia de poda, uso de productos químicos y otras variables que pueden afectar la biodiversidad asociada a estos (Murcia, 2001). Con respecto a la tecnología utilizada para el cultivo del café, la referente a la sombra, es la que determina la clasificación de estos (el cafetal de sombra más o menos diversificada y el cafetal a pleno sol). Aunque en la literatura se describen los contrastes extremos entre estos tipos de cafetales, realmente existe una transición gradual, donde se aprecia distintos

grados de sombra, en dependencia del tipo de cobertura y con distintos grados de diversidad de especies. En la fisonomía del cafetal también influye la preferencia del caficultor, sus posibilidades de diversificación de producciones y la demanda del mercado a donde este asiste para vender sus productos.

Los cafetales de sombra varían desde remanentes de bosques primarios tropicales muy diversos, hasta plantaciones monoespecíficas de árboles para sombra; cuya estructura la componen los cafetos y el dosel compuesto de diferentes especies, que proporcionan la sombra requerida por las plantas de café. Constituyen un área agrícola que provee hábitats apropiados para diferentes grupos de plantas, reptiles, anfibios, aves y mamíferos. Este cultivo no cubre tanta área como otras actividades agrícolas; sin embargo, la importancia ecológica de este es una consecuencia del lugar donde se produce, pues está asociado a ecosistemas con altos valores de biodiversidad, íntimamente relacionado con los puntos críticos de biodiversidad en las zonas tropicales. Por ello pueden constituir hábitats claves con un número elevado de especies endémicas. Los diferentes estudios realizados apoyan la hipótesis de que los cafetales de sombra diversificada, plantean una estrategia adecuada para su conservación. Ello los convierte en una opción para la conservación en un contexto donde lo imperativo, dentro del modelo actual de desarrollo, es la transformación de las áreas silvestres.

Aunque hay consenso entre los ecólogos sobre la relación favorable entre conservación de la biodiversidad y el establecimiento del cafetal de sombra como práctica agrícola, existen argumentos en su contra como los expuestos por Rappole, et al. (2003), referidos a la baja productividad de estos frente al café de sol, la pérdida de especies exclusivas de los hábitats primarios y la ambigua forma de certificación del café como producto amigable con la biodiversidad. Murcia (2001), difiere con este criterio, al exponer que la complejidad estructural de los cafetales tradicionales, permite mantener un alto porcentaje de la flora y la fauna originales de una región. A diferencia de los cafetales de sol, los de sombra ofrecen recursos tróficos, condiciones microclimáticas favorables, sitios de refugio y nidificación para la fauna local.

Para López-Barrera (2004), otro punto a favor de este tipo de agroecosistema, sería en un caso hipotético de abandono del cafetal, donde la similitud de la estructura y composición de estos y las formaciones vegetales naturales adyacentes, favorecerá la colonización y dispersión de especies desde estas últimas hacia los cafetales. Según este autor, dicha conversión ocurrirá de manera más acelerada en comparación con otros cultivos abandonados, debido a que los cafetales de sombra y los bosques nativos suelen ser colindantes, con una transición continua del estrato arbóreo y compartir especies vegetales.

A pesar de la cantidad de estudios realizados quedan aún importantes vacíos de conocimiento sobre el papel de los ecosistemas cafetaleros en la conservación de la diversidad biológica. Esto se debe a que son escasos los trabajos que consideran a varios taxones y que las investigaciones realizadas muestran un sesgo hacia grupos específicos, como aves e insectos. Igualmente se cuenta con pocas repeticiones de los muestreos en el tiempo, con escasa

evaluación que consideren las prácticas de manejo. Pocas investigaciones evalúan el efecto relativo de los cafetales sobre el funcionamiento de los ecosistemas adyacentes y aunque existen algunos que destacan el papel de las fincas de café en la conservación de la biodiversidad, quedan muchos sesgos que limitan la comparación y generalización de los resultados (Manson, et al., 2008).

Un tema que centra la discusión entre productores y ecólogos, es la relación productividad-diversidad biológica de los cafetales. Los análisis de la relación entre rendimiento productivo y los índices de diversidad evaluados son divergentes, debido a que diferentes estudios reportan una relación óptima entre la riqueza de especies y el rendimiento, mientras otros encontraron poca relación o ninguna entre estas variables. Una investigación realizada en un amplio rango de niveles de sombra, condiciones ambientales y sistemas de manejo, encontró que la disminución de la diversidad de árboles sombreadores afectó negativamente la producción de café y la calidad del grano e incrementó la incidencia de enfermedades y la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*); estos efectos se observaron al reducirse el índice de diversidad de Shannon de 2.74 a 0.29. Vasallo (2019), en cafetales del centro sur de Cuba, encontró que los mayores valores del rendimiento productivo se dieron en áreas con índices de diversidad de Shannon entre 0.84 y 2.26. Evizal, et al. (2016), en un estudio sobre la relación producción de café - tipo de tenencia de la tierra, encontraron una correlación negativa entre el índice de Shannon del estrato arbóreo y la producción de café.

Las principales áreas cafetaleras en Cuba se encuentran en los principales macizos montañosos del occidente, centro y oriente de la isla, los que por su tipología pueden ser clasificados como tradicionales de sombra. Aunque existen unos pocos casos plantados a pleno sol, como los que se encuentran en el Valle de Jibacoa, en el macizo montañoso Guamuhaya.

La mayoría de los estudios realizados en la isla en cuanto a la relación entre cafetales y diversidad biológica se han limitado a listar especies, así como determinar densidades y frecuencias de aparición de las que componen los diferentes estratos del cafetal (Araño-Leyva y Verdecia-García, 2016). Un caso aparte es el estudio realizado por Vasallo (2019), quien determinó los valores de diversidad de los tres estratos de la vegetación, además de identificar los componentes de la flora con valor económico y cultural presente en el estrato arbustivo. Esta investigación conducida en cafetales de la provincia Cienfuegos, al sur de Cuba, mostró similitud en la estructura y composición de los estratos arbóreo y herbáceo entre los cafetales manejados de manera tradicional (de sombra) y los parches de bosque remanente, asociados a estos (expresado en los índices de diversidad que los caracteriza). Dichos resultados apuntan a que existe un gradiente o continuidad paisajística desde las formaciones vegetales naturales hacia los cafetales, por lo que se deben mantener las principales relaciones ecológicas que se dan en estos.

La flora arvense presente en estos sistemas agrícolas también ha captado la atención de los investigadores, quienes han realizado inventarios en diferentes zonas cafetaleras

cubanas, reconociendo su valor como elemento conservador del suelo (Álvarez, 2000; Vasallo, 2019).

Respecto a la fauna, Berovides (1987), determinó la influencia que ejercieron la estructura de las plantaciones de café, la distribución de los cafetos y las plantas de sombra, en la densidad de *Polymita picta roseolimbata*. En este estudio, por primera vez en Cuba se analizó la influencia de la estructura y composición del cafetal en poblaciones de una especie endémica de la fauna cubana, categorizada en peligro crítico. Posteriormente Carbonell-Lebren, et al. (2012), realizaron un inventario de la malacofauna en cafetales de la provincia Guantánamo y determinaron que estos son hábitats adecuados para la presencia de diferentes especies de moluscos, especialmente caménidos y cepólidos, además de identificar la presencia de mutualismo entre el cafetal y el molusco terrestre *Coryda alauda*. Sobre la fauna vertebrada destaca el estudio realizado por Fong (2009), en los sistemas montañosos de la región oriental de la isla, donde la riqueza de especies de anfibios tuvo valores intermedios al comparar esta variable entre las formaciones vegetales naturales, pastizales y las zonas dedicadas a la producción de hortalizas. Este autor sugiere que este comportamiento puede estar relacionado con la intensidad de las atenciones culturales del cultivo.

En el caso de la flora, un estudio conducido por Vasallo, et al. (2019), tuvo como objetivo describir la ecología de *Pinguicula jackii* (planta carnívora endémica del centro de Cuba, en peligro crítico de extinción), especie localizada en sitios dedicados al cultivo del café. Estos autores, luego de comparar los parámetros poblacionales de la especie entre 2008 y 2015-2016, concluyeron que el cafetal tradicional de sombra es una actividad agrícola que no comprometió la conservación de la especie. Este estudio encontró que las subpoblaciones de esta planta asociadas a cultivos hortícolas, habían disminuido o desaparecido; por lo que los autores sugieren que dicha actividad agrícola afectó los tamaños poblacionales, debido al laboreo intensivo y manejos, como la quema, el desmonte y el uso de productos fitosanitarios.

Los análisis realizados por varios autores se han enfocado en la incidencia del manejo intensivo de los árboles sombreadores para incrementar los rendimientos, regulación de la sombra, el aprovechamiento de los subproductos de esta y las producciones secundarias (frutales, básicamente) como ingresos adicionales de los productores (Araño-Leyva & Verdecia-García, 2016).

Con respecto a la relación entre los índices de diversidad de Shannon y de Simpson y los rendimientos productivos, Vasallo (2019), determinó que los valores de estos en los estratos arbóreo y herbáceo no estuvieron relacionados. Sin embargo, cuando el autor agrupó dichas parcelas según sus rendimientos productivos, encontró que las de valores intermedios de rendimiento (18.06 Kg parcela-1) mostraron altos índices de diversidad (2.26) y riqueza de especies (24).

Este estudio también comparó los cafetales con los parches de bosque remanente asociados a estos, los que mostraron ser similares en cuanto a estructura y composición, con independencia de los rendimientos productivos. Estos resultados evidencian que, en el contexto cubano se pueden lograr valores productivos competitivos, manteniendo

valores intermedios de diversidad biológica, con independencia de elementos relacionados con el manejo como la edad y renovación de las plantaciones y la agrotecnia del cultivo. Sin embargo, para encontrar el punto de equilibrio entre rendimiento agrícola-ingresos de los productores y la conservación de la biodiversidad local, es necesario incrementar los estudios, que incluyan un amplio número de taxones, tanto de la flora como de la fauna. También se requiere identificar los diferentes servicios ecosistémicos que estos sistemas agroforestales brindan y considerarlos dentro de los planes y estrategias de conservación, a nivel de especie, poblaciones y paisaje.

## CONCLUSIONES

En los últimos 25 años, en el mundo destacan 35 trabajos que abordan investigaciones enfocadas en el análisis de la relación productividad cafetalera – conservación de la diversidad biológica; mientras en Cuba solo cinco de manera directa tratan el tema. Resulta importante conocer el comportamiento de los cafetales en función de la conservación de los ecosistemas para determinar el punto de equilibrio entre el incremento de los rendimientos de este cultivo y la conservación de la biodiversidad en estos paisajes culturales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, R. (2000). La flora arvense, sus diásporas y agentes patógenos en las principales zonas cafetaleras de Cuba. (Tesis Doctoral). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

Arañó-Leyva, L., & Verdecia-García, M. J. (2016). Resultados del diagnóstico y la aplicación de la ciencia y la técnica en dos fincas de café de la CPA Otto Parellada. *Café Cacao*, *15*(2), 33-39.

Berovides, V. (1987). Genética ecológica de *Polymita picta roseolimbata* (Molusca: Pulmonata) en un agroecosistema de la región de Maisí. (Tesis Doctoral). Universidad de La Habana.

Carbonell-Lebren, Y., Fernández-Betancourt, I., Blanco-Imbert, A., & Suárez-Venero, G. M. (2012). Inventario de moluscos terrestres asociados a las plantaciones de café en la localidad de Jagüeyón, El Salvador, Guantánamo. *Café Cacao*, *11* (1), 68-70.

Evizal, R., Sugiatno, Prasmatiwi, F., & Nurmayasari, I. (2016). Shade tree species diversity and coffee productivity in Sumerjaya, West Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*, *17* (1), 234-240.

Fong, A. (2009). Distribución y conservación de los anfibios de los macizos montañosos de la región oriental de Cuba. (Tesis Doctoral). Universidad de Alicante.

González-Torres, L. R., Palmarola, A., González-Oliva, L., Bécquer, E. R., & Barrios, D. (eds.). (2016). Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea*, *10*(1).

Jaraa, T., Hylander, K., & Nemomissa, S. (2017). Tree diversity across different tropical agricultural land use type. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, *240*, 92-100.

Jayakumar, M., Rajavel, M., Surendran, U., Gopinath, G., & Ramamoorthy, K. (2017). Impact of climate variability on coffee yield in India—with a micro-level case study using long-term coffee yield data of humid tropical Kerala. *Climatic Change*, *145*, 335–349.

López-Barrera, F. (2004). Estructura y función en bordes de bosques. Ecosistemas. *Revista electrónica de la Asociación Española de Ecología Terrestre*, *13*(1).

Mancina, C. A., & Cruz, D. D. (2017). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA.

Manson, R. H., Contreras, A., & López-Barrera, F. (2008). *Estudios de la biodiversidad en cafetales*. En: R. H. Manson, V., Hernández-Ortiz, S., Gallina, & K. Mehltreter, (eds). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. (pp. 1-14). Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

Murcia, C. (2001). *Cambios en el método de cultivo del café y sus efectos sobre la biodiversidad*. En, R., Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, & F. Massardo. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. (pp. 532-533) Fondo de Cultura Económica.

Philpott, S. M., & Dietsch, T. (2003). Coffee and conservation: a global context and the value of farmer involvement. *Conservation Biology*, *17*, 1844-1846.

Rappole, J. H., King, V., & Vega-Rivera, J. H. (2003). Coffee and conservation. *Conservation Biology*, *17*, 334-336.

Soto-Pinto, L., Anzueto, M., Mendoza, J., Ferrer, G. J., de Jong, B. (2010). Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforest. Syst.*, *78*, 39–51.

Vasallo, L. (2019). La crisis de la producción del sistema agroforestal cafetalero en Cuba y su relación con la conservación de la biodiversidad. (Tesis Doctoral). Universidad de Alicante.

Vasallo, L., Montes, R., Escarré, A., León, J., Bonet, A., & Alomá, O. (2019). Consideraciones sobre aspectos ecológicos y estatus de conservación de *Pinguicula jackii* subsp. *jackii* (Lentibulariaceae), especie amenazada del centro-sur de Cuba. *Acta Botánica Mexicana*, *126*, 1-17.

# 19

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## **EFFECTO FITOPLAGUICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE CAÑA SANTA (*CYMBOPOGON CITRATUS* (DC.) STAPF SOBRE HONGOS PATÓGENOS EN SEMILLAS DE FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)**

### FITOPLAGUID EFFECT OF HOLY CANE (*CYMBOPOGON CITRATUS* (DC.) STAPF ESSENTIAL OIL ON PATHOGENIC BEAN SEED FUNGI (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Perla María Sierra Ricabal<sup>1</sup>

E-mail: [esp.micologia@sanveg.cfg.minag.gob.cu](mailto:esp.micologia@sanveg.cfg.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5195-5729>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>2</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Irán Rodríguez Delgado<sup>2</sup>

E-mail: [irodriguez@utmachala.edu.ec](mailto:irodriguez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

<sup>1</sup> Laboratorio de Sanidad Vegetal. Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Machala. El Oro. Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Sierra Ricabal, P. M., García Batista, R. M., & Rodríguez Delgado, I. (2020). Efecto fitoplaguicida del aceite esencial de Caña Santa (*Cymbopogon Citratus* (Dc.) Stapf sobre hongos patógenos en semillas de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 127-137.

#### RESUMEN

El cultivo del frijol se ha visto afectado en nuestra provincia fundamentalmente por hongos. La obtención de aceites esenciales de plantas con propiedades fungicidas como la caña Santa para el control de hongos en el tratamiento de semillas proporcionaría una vía menos costosa y más amigable con el medio ambiente. El objetivo del estudio fue evidenciar la acción antifúngica de los aceites esenciales de caña Santa, sobre hongos patógenos en semillas de frijol. El estudio se realizó en el Laprosav Cienfuegos en la sección de Micología. Para la extracción de los aceites esenciales se utilizó el método de hidrodestilación, analizando dos factores de estudio, cultivares de frijol (CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154) y diferentes concentraciones de esencia de caña Santa (0, 100, 300 y 500 ppm). El aceite esencial de caña Santa en condiciones de laboratorio, ejerció control sobre la mayoría de los hongos patógenos que se manifestaron en las semillas de los cultivares de frijol en estudio, *Alternaria* sp, *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp, *Nigrospora* sp, *Rhizoctonia* sp, *Cladosporium* sp y *Macrophomina phaseolina*, excepto en *Fusarium* sp. De un total de nueve organismos presentes solamente uno no fue controlado por el aceite vegetal elaborado a base de caña Santa, sin afectarse el porcentaje de germinación, alcanzando efectividad biológica de más de un 70%, umbral a partir del cual se clasifica una efectividad técnica de buena.

#### Palabras clave:

Aceite esencial, efectividad biológica, caña Santa, cultivares, incidencia de hongos, frijol, patógenos.

#### ABSTRACT

The cultivation of beans has been affected in our province mainly by fungi. Obtaining essential oils from plants with fungicidal properties such as holy cane for the control of fungi in the treatment of seeds would provide a less expensive and more environmentally friendly way. The objective of the study was to demonstrate the antifungal action of the essential oils of caña santa, on pathogenic fungi in bean seeds. The study was carried out at Laprosav Cienfuegos in the Mycology section. For the extraction of essential oils, the hydrodistillation method was used, analyzing two study factors, bean cultivars (CC-25-9C, Liliana and La Cuba 154) and different concentrations of essence of cane Santa (0, 100, 300 and 500 ppm). The essential oil of cane Santa under laboratory conditions, exerted control over most of the pathogenic fungi that manifested in the seeds of the bean cultivars under study, *Alternaria* sp, *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp, *Nigrospora* sp, *Rhizoctonia* sp, *Cladosporium* sp and *Macrophomina phaseolina*, except in *Fusarium* sp. Out of a total of nine organisms present, only one was not controlled by the vegetable oil made from holy cane, without affecting the germination percentage, reaching biological effectiveness of more than 70%, a threshold from which a technical effectiveness is classified of good.

#### Keywords:

Essential oil, biological effectiveness, cane Santa, cultivars, fungal incidence, beans, pathogens.

## INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye una de las especies de leguminosas de granos más importante del mundo y en Cuba, atribuido al aporte proteico que realiza en la dieta de las personas, así como de vitaminas, minerales y fibra (Mederos, 2006), por lo que, el incremento de la producción de este rubro es un indicador importante en su contribución a la soberanía alimentaria de los países Del Tercer Mundo fundamentalmente.

En Cuba, el rendimiento del cultivo es de 900 y 1100 kg ha<sup>-1</sup> en el sector agrícola estatal y no estatal, respectivamente; y una producción total de 68,1 miles de toneladas, lo cual no satisface la demanda de este importante grano (De la Fe, et al., 2016).

El cultivo del frijol se ha visto afectado seriamente en este año en la provincia de Cienfuegos por hongos, las estadísticas de esta leguminosa reportan rendimientos muy bajos atribuidos principalmente a la semilla de mala calidad, el empleo de variedades susceptibles a plagas, prácticas inadecuadas en la agronomía del cultivo, entre otras. Los análisis realizados a las semillas de frijol procedente de la empresa de semilla (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2019), reportan una alta incidencia de patógenos fungosos lo cual atenta contra la germinación y el buen desarrollo del cultivo en la época de siembra, lo que hace necesaria la búsqueda de alternativas más amigables con el medio ambiente, que sean de fácil acceso y que a su vez sean capaces de sustituir importaciones.

El frijol común es la especie de leguminosa más importante para Cuba, durante el 2012 se cosecharon en el país 123 434 ha para una producción de 127 100 toneladas del grano. La mayoría de los hongos fitopatógenos asociados al frijol emplean las semillas como vehículos de introducción en nuevas áreas, donde, bajo condiciones favorables pueden causar pérdidas considerables en el cultivo. Las especies de mayor frecuencia de aparición fueron *Penicillium* sp. (78,4%), *Rhizoctonia solani* (77,5%), *Aspergillus niger* (68,6%) y *Fusarium solani* (51,0%). (Martínez de la Parte, et al., 2014).

Los aceites de origen vegetal que desde la antigüedad han sido utilizados, tienen acciones tóxicas sobre los microorganismos plagas, al ser aplicados crean una película de aceite que impide el intercambio gaseoso patógeno-medio y realiza su acción, por lo que, constituyen una interesante alternativa para controlar las plagas en el almacenamiento de semillas de frijol, resultando ser un tratamiento natural que ayuda a reducir la contaminación ambiental, sin que repercuta en la calidad de la semilla.

La obtención de aceites esenciales de plantas procedentes de fincas, patios o jardines con propiedades fungicidas como la caña Santa (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), constituye una alternativa para el control de hongos en el tratamiento de semillas, ya que proporcionan a los productores de este cultivo, una vía menos costosa para la obtención de un material de siembra protegido (Ortega, et al., 2019). La caña Santa es una planta perenne, originaria de la India y otras regiones de Asia suroriental, perteneciente a la familia Poaceae, que presenta hojas aromáticas (sabor alimonado), con propiedades medicinales (antihipertensiva, antiespasmódico, antiasmático y antifúngica) y puede

obtenerse en cualquier mercado del país. El objetivo del estudio fue evidenciar la acción antifúngica del aceite esencial de caña Santa sobre hongos patógenos en semillas de frijol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación de la efectividad in vitro de los aceites esenciales a diferentes concentraciones de caña santa en semillas de frijol, se analizaron dos factores de estudio, los cuales fueron representados por tres variedades de frijol y diferentes concentraciones de aceite de caña Santa, así como, las combinaciones de tratamientos conformadas (Tabla 1).

Tabla 1. Factores de estudio (diferentes concentraciones de aceites esenciales a base de caña santa y cultivares de frijol) y combinaciones de tratamientos conformadas.

Factores de estudio	Tratamientos	Combinaciones de tratamientos conformadas (12)
Cultivares de frijol (3)	CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154	CC-25-9C-0, 100, 300 y 500 ppm. Liliana-0, 100, 300 y 500 ppm. La Cuba 154-0, 100, 300 y 500 ppm.
Concentraciones de Caña Santa (ppm) (4)	0 (testigo), 100 (dosis baja), 300 (dosis media) y 500 (dosis alta)	

Las hojas fueron recolectadas en horas de la mañana en el área del lote de la Delegación Provincial de la Agricultura en Cienfuegos, se escogieron plantaciones con más de nueve meses, que no estuviesen sometidas a fertilización o aplicación de productos plaguicidas químicos, el momento de la cosecha se realizó cuando las plantas manifestaban síntomas de envejecimiento del ápice caracterizado por un color pardo amarillento, presentándose este síntoma a los 11 meses, coincidiendo esta fecha con el momento en que las hojas se encuentran completamente maduras y su rendimiento en aceite esencial es óptimo, seleccionándose hojas sanas y uniformes en cuanto a tamaño y coloración, el material vegetal cosechado fue correctamente identificado antes de su traslado, consignándose lugar, fecha y hora de cosecha, así como la masa fresca obtenida.

La extracción de aceites esenciales se realizó mediante el método de hidrodestilación. Una vez obtenido el aceite esencial y preparada la solución (solución madre aceite esencial/dispersante) se tomaron las cantidades deseadas para obtener las concentraciones de 100, 300, 500 ppm de aceite de caña Santa.

El método utilizado para el tratamiento de la semilla fue de inmersión propuesto por Sáenz, et al. (1994). Una vez tratada la semilla con el aceite esencial por un tiempo de 10 minutos a las diferentes concentraciones, se dejaron secar y se preparó una cámara húmeda, colocando un total de 25 semillas por réplicas para un total de 100 por tratamiento, las cuales fueron colocadas en placas de Petri, posteriormente incubadas a temperatura de 25±2°C, con alternancia de luz. La recolección de datos se realizó a los 3, 7 y 10 días de iniciado el ensayo.



Para calcular la efectividad antifúngica de las diferentes concentraciones de aceite de caña Santa se utilizó la fórmula de Abbott modificada (Ciba-Geygi, 1981).

$$EB = \frac{A - B}{A} \times 100$$

Donde:

EB=Efectividad biológica.

A=Testigo.

B=Tratamiento

Se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) factorial intergrupos para conocer la presencia o no de diferencias estadísticas significativas entre las diferentes concentraciones de aceite vegetal de caña Santa y los cultivares (efecto de interacción), así como, entre las diferentes concentraciones del aceite y los cultivares (efectos principales), previo cumplimiento de los supuestos de independencia de observaciones (se garantizó mediante aleatorización), normalidad de datos (test de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Test de Levene). Cuando se presentaron diferencias estadísticas se aplicó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan, para conocer entre que concentración de aceite de caña Santa y cultivar se encuentran las diferencias o similitudes. Para una mejor representación de los resultados se construyeron gráficos de perfil que posibilitan visualizar el comportamiento de la incidencia de hongos y la efectividad del aceite vegetal a diferentes concentraciones y en distintos cultivares. La matriz de datos construida fue procesada con el Paquete Estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows, con un 99% de confiabilidad en la estimación ( $\alpha=0,01$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de la semilla de frijol (cultivar CC-25-9C) a los tres días de efectuado el ensayo mostró que en el testigo sin tratamiento de aceite vegetal a base de caña Santa se presentaron seis organismos, de estos solamente en la variante con tratamiento a 100 ppm (dosis baja) se observaron dos, *Alternaria* sp (3,0%) y *Fusarium* sp (6,5%), manifestando disminución en los porcentajes de afectación con respecto al testigo en el caso de *Alternaria* sp, mientras que *Fusarium* sp no tuvo diferencia. Con 300 ppm (dosis media) se mostraron los organismos antes mencionados, disminuyendo el porcentaje de incidencia en *Alternaria* sp (2,0%), mientras que *Fusarium* sp (5,0%) continuo sin manifestar diferencia con respecto al testigo. En la dosis alta (500 ppm) se presentó solamente *Fusarium* sp (6,0%) sin manifestar diferencia respecto al testigo.

El comportamiento del cultivar Liliana a los tres días, en el testigo (sin tratamiento) se presentaron seis organismos, de estos solamente en las variantes con tratamientos se observó *Fusarium* sp (4,0%), a la dosis baja 100 ppm, (5,0%) a la dosis de 300 ppm y 6,5% a la dosis alta (500 ppm), si manifestar diferencia con respecto al testigo. En igual momento en el análisis de la semilla de frijol del cultivar La Cuba 154, en el testigo se presentaron seis organismos, de estos solamente en la variante con tratamiento a la dosis baja (100 ppm) se observaron dos hongos patógenos; *Alternaria* sp (1,5%) y *Fusarium* sp (13,0%), manifestando disminución en los porcentajes de afectación con respecto al testigo en el caso de *Alternaria* sp, mientras que *Fusarium* sp no presento diferencia, resultados similares coinciden con la dosis media (300 ppm) se mostraron solamente dos *Alternaria* sp. (2,0%) y *Fusarium* sp (12,0%), disminuyendo el porcentaje de incidencia en *Alternaria* sp, mientras que *Fusarium* sp continuo sin manifestar diferencia con respecto al testigo. En la dosis alta (500 ppm) se presentó solamente *Fusarium* sp sin manifestar diferencia respecto al testigo (Tabla 2).

Tabla 2. Incidencia de patógenos fúngicos en semillas de frijol (cultivares CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154) bajo diferentes concentraciones de aceite de caña Santa (0, 100, 300 y 500 ppm) a los 3 días de iniciado el ensayo.

	Cultivares de <i>P. vulgaris</i>											
	CC-25-9C				Liliana				La Cuba 154			
	Concentraciones de aceite de Caña Santa											
Hongos presentes	0	100	300	500	0	100	300	500	0	100	300	500
<i>Alternaria</i> sp	6,5	3,0	2,0	6,0	-	-	-	-	4,0	1,5	2,0	0
<i>Fusarium</i> sp	5,5	6,5	6,5	0	6,0	4,0	5,0	6,5	12,0	13,0	12,0	11,0
<i>Penicilium</i> sp	3,0	0	0	0	5,0	0	0	0	7,0	0	0	0
<i>Aspergillus</i> sp	8,5	0	0	0	4,5	0	0	0	-	-	-	-
<i>Nigrospora</i> sp	3,0	0	0	0	3,5	0	0	0	-	-	-	-
<i>Rhizoctonia</i> sp	2,5	0	0	0	1,0	0	0	0	3,0	0	0	0
<i>Cladosporium</i> sp	-	-	-	-	4,5	0	0	0	15,0	0	0	0
Macrophomina phaseolina	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0	0	0
<i>Cercospora</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	0	0	0

En la evaluación realizada a los 7 días de iniciado el ensayo se observó, que, aunque en el testigo se mantuvieron los mismos patógenos se apreció un incremento en los porcentajes de incidencia, mientras que en los tratamientos se

mantuvieron los patógenos y el mismo porcentaje de incidencia en el caso de *Alternaria* sp, mientras que *Fusarium* sp continuó aumentando.

En el cultivar Liliانا se pudo confirmar que, aunque en el testigo se mantuvieron los mismos patógenos se apreció un incremento en los porcentajes de incidencia, mientras que en los tratamientos se mantuvo el mismo organismo *Fusarium* sp, sin diferencia en los porcentajes con respecto al testigo. Se pudo constatar que, aunque en el testigo se mantuvieron los mismos patógenos se apreció un incremento en los porcentajes de incidencia, mientras que en los tratamientos se mantuvo el mismo patógeno con el mismo porcentaje de incidencia en el caso de *Alternaria* sp, mientras que *Fusarium* sp continuó aumentando (Tabla 3).

Tabla 3. Incidencia de patógenos fúngos en semillas de frijol (cultivares CC-25-9C, Liliانا y La Cuba 154) bajo diferentes concentraciones de aceite de Caña Santa (0, 100, 300 y 500 ppm) a los 7 días de iniciado el ensayo.

Hongos presentes	Cultivares de <i>P. vulgaris</i>											
	CC-25-9C				Liliانا				La Cuba 154			
	Concentraciones de aceite de Caña Santa											
	0	100	300	500	0	100	300	500	0	100	300	500
<i>Alternaria</i> sp	8,0	3,0	2,0	0	-	-	-	-	6,5	1,5	2,0	0
<i>Fusarium</i> sp	8,0	9,5	8,0	9,0	10,5	8,5	9,0	10,0	15,0	16,0	15,0	16,5
<i>Penicilium</i> sp	6,5	0	0	0	8,5	0	0	0	11,0	0	0	0
<i>Aspergillus</i> sp	10,0	0	0	0	7,0	0	0	0				
<i>Nigrospora</i> sp	4,5	0	0	0	8,5	0	0	0				
<i>Rhizoctonia</i> sp	4,0	0	0	0	3,0	0	0	0	6,0	0	0	0
<i>Cladosporium</i> sp	-	-	-	-	9,0	0	0	0	18,5	0	0	0
Macrophomina phaseolina	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	0	0	0
<i>Cercospora</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	0	0	0

Los resultados de la evaluación de patógenos fúngos en semillas de diferentes cultivares de frijol a los 10 días de iniciado el ensayo, muestra que en el testigo se mantuvieron los mismos patógenos, apreciándose de igual manera que en los análisis anteriores, un incremento en los porcentajes de incidencia, mientras que en los tratamientos se manifestaron los mismos patógenos, con aumento solamente en el porcentaje de *Fusarium* sp. El análisis anterior conduce a establecer que se evidencia un control del aceite esencial en estudio sobre todos los organismos patógenos presentes excepto *Fusarium* sp.

A los 10 días de iniciado el experimento, para el caso del testigo, donde no se aplicó aceite esencial de caña Santa, se mantuvieron los mismos patógenos, apreciándose de igual manera que en los análisis anteriores un incremento en los porcentajes de incidencia, mientras que en los tratamientos se manifestó el mismo hongo *Fusarium* sp, con un comportamiento similar al testigo.

En el experimento el testigo mantuvo la misma afectación de hongos patógenos apreciándose de igual manera que en los análisis anteriores un incremento en los porcentajes de incidencia, mientras que en los tratamientos se mantuvieron los mismos patógenos con el mismo porcentaje, con aumento solamente en el caso de *Fusarium* sp, lo que evidenció que sobre este organismo el aceite esencial de caña Santa no ejerció control (Tabla 4).

Tabla 4. Incidencia de patógenos fúngos en semillas de frijol (cultivares CC-25-9C, Liliانا y La Cuba 154) bajo diferentes concentraciones de aceite de Caña Santa (0, 100, 300 y 500 ppm) a los 10 días de iniciado el ensayo.

Hongos presentes	Cultivares de <i>P. vulgaris</i>											
	CC-25-9C				Liliانا				La Cuba 154			
	Concentraciones de aceite de Caña Santa											
	0	100	300	500	0	100	300	500	0	100	300	500
<i>Alternaria</i> sp	11,5	3,0	2,0	0	-	-	-	-	10,0	1,5	2,0	0
<i>Fusarium</i> sp	15,0	15,0	16,5	14	18,0	17,5	19,0	18,0	20,0	18,0	19,5	21,0
<i>Penicilium</i> sp	10,0	0	0	0	20,0	0	0	0	14,5	0	0	0
<i>Aspergillus</i> sp	12,5	0	0	0	11,5	0	0	0				
<i>Nigrospora</i> sp	10,0	0	0	0	10,0	0	0	0				

<i>Rhizoctonia</i> sp	6,0	0	0	0	7,0	0	0	0	12,0	0	0	0
<i>Cladosporium</i> sp	-	-	-	-	15,0	0	0	0	23,5	0	0	0
Macrophomina phaseolina	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	0	0	0
<i>Cercospora</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	0	0	0

El contraste de hipótesis realizado evidencia que no se presenta efecto de interacción entre las dosis de aceite vegetal a base de caña Santa y los cultivares de frijol objeto de estudio en relación con el porcentaje de incidencia de hongos patógenos, ya que el p-valor obtenido a los 3 días (0,997), 7 días (0,998) y 10 días (0,997) es mayor a 0,01.

Por otro lado, al analizar los efectos principales de los factores de estudio (concentraciones de aceite y cultivares de frijol) en relación con la incidencia de hongos, se muestra que no se presenta diferencias estadísticas significativas entre los cultivares, debido a que el p-valor obtenido a los 3 días (0,357), 7 días (0,585) y 10 días (0,901) es mayor a 0,01, demostrándose que los hongos patógenos no tienen predilección específica sobre un tipo específico de cultivar, sin embargo, en relación con las concentraciones de aceite vegetal a base de caña Santa se presentan diferencias estadísticas altamente significativas a los 3 días (0,001), 7 días (0,000) y 10 días (0,000), ya que el p-valor obtenido es menor a 0,01, indicando que la aplicación de aceite de caña Santa presenta un control efectivo de hongos patógenos en semillas de frijol (Tabla 5).

Tabla 5. Pruebas de efectos intergrupos utilizada para conocer la presencia o no de efecto de interacción y efectos principales en relación con la incidencia de hongos a los 3, 7 y 10 días de iniciado el ensayo.

Día del muestreo	Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	p-valor
3 días	Cultivares	23,911	2	11,955	1,046	0,357
	Concentraciones	200,929	3	66,976	5,862	0,001
	Cultivares*Concentraciones	6,214	6	1,036	0,091	0,997
	Error	731,244	64	11,426		
	Total	1372,750	76			
7 días	Cultivares	21,782	2	10,891	0,541	0,585
	Concentraciones	523,938	3	174,646	8,670	0,000
	Cultivares*Concentraciones	9,393	6	1,565	0,078	0,998
	Error	1289,220	64	20,144		
	Total	2765,000	76			
10 días	Cultivares	9,008	2	4,504	0,105	0,901
	Concentraciones	1333,495	3	444,498	10,347	0,000
	Cultivares*Concentraciones	22,536	6	3,756	0,087	0,997
	Error	2749,482	64	42,961		
	Total	6352,250	76			

En el análisis de cultivares de frijol teniendo en cuenta las observaciones realizadas a los 3 días, se corrobora que, aunque no se presentaron diferencias estadísticas, se presentaron diferencias numéricas a tener en cuenta, en las semillas del cultivar La Cuba 154 se obtuvo la mayor incidencia de hongos (3,00%), y en Liliana el menor (1,67%); a los 7 días la mayor afectación se presentó igualmente en La Cuba 154, sin embargo, el menor valor fue en CC-25-9C. A los 10 días de efectuado el ensayo el mayor porcentaje de influencia se presentó en el cultivar Liliana (5,67%) y el menor valor se alcanzó en CC-25-9C (4,90%) (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de incidencia promedio de hongos patógenos en las semillas de frijol procedentes de diferentes cultivares a los 3, 7 y 10 días de iniciado el ensayo.

Cultivares de frijol	n	Día en que se realizó el muestreo*		
		3 días	7 días	10 días
Liliana	24	1,67a	3,08a	5,67a
CC-25-9C	24	2,15a	3,02a	4,90a
La Cuba 154	28	3,00a	4,16a	5,61a
p-valor		0,357	0,585	0,901

\*Letras diferentes difieren estadísticamente dentro de cada día en que se realizó el muestreo para un p-valor<0,01 (prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan).

Para el caso de las concentraciones de aceite esencial elaborado a base de caña Santa las observaciones a los 3 días muestras que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre las distintas dosis, en el testigo sin aceite esencial se obtuvo la mayor incidencia de hongos (5,16%), y en la dosis de 500 ppm el menor (1,24%); a los 7 días la mayor afectación se presentó igualmente en el testigo (8,05%), sin embargo, el menor valor fue en la dosis de 300 ppm (1,60%). A los 10 días de efectuado el ensayo el mayor porcentaje de influencia se presentó en el testigo (12,71%) y el menor valor en las dosis de 100 y 5000 ppm (2,90%) (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de incidencia promedio de hongos patógenos en las semillas de frijol bajo el efecto de diferentes dosis de aceite esencial a base de caña Santa a los 3, 7 y 10 días de iniciado el ensayo.

Concentraciones de aceite de caña Santa	n	Día en que se realizó el muestreo		
		3 días	7 días	10 días
500 ppm de caña Santa	19	1,24a	1,87a	2,90a
300 ppm de caña Santa	19	1,37a	1,60a	3,11a
100 ppm de caña Santa	19	1,47a	2,03a	2,90a
0 ppm de caña Santa	19	5,16b	8,05b	12,71b
p-valor		0,001	0,000	0,000

\*Letras diferentes difieren estadísticamente dentro de cada día en que se realizó el muestreo para un p-valor<0,01 (Prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan).

En la Figura 1 se muestra el comportamiento del porcentaje de incidencia de hongos patógenos bajo diferentes concentraciones de esencia de caña Santa en los cultivares de frijol estudiados a los 3 días de iniciado el ensayo, donde se aprecia la disminución de la afectación de los patógenos cuando se aplica el aceite vegetal en las semillas de los tres cultivares utilizados, evidenciándose un mayor control en el cultivar Liliana cuando se aplican las dosis de 100 ppm (0,7%) y 300 ppm (0,8%), aunque cuando se aplican 500 ppm (1,0%) se alcanza la menor incidencia en el cultivar CC-25-9C.

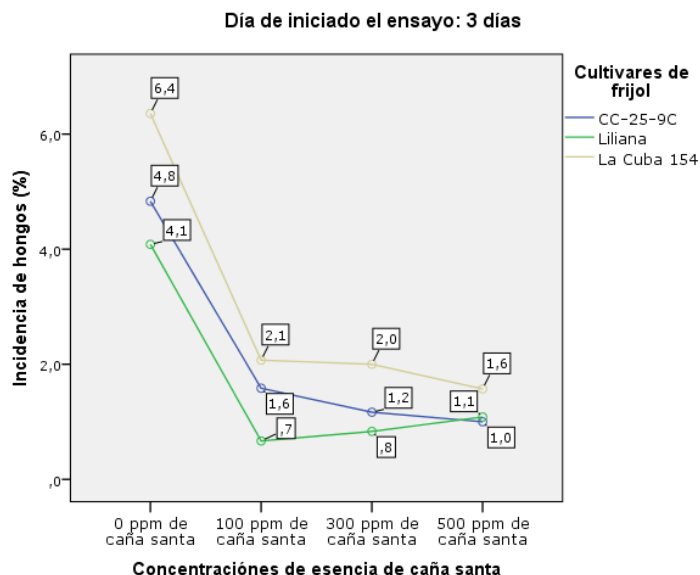


Figura 1. Efecto de las concentraciones de aceite de caña Santa en la incidencia de hongos en semillas de cultivares de frijol a los 3 días de iniciado el ensayo.

La Figura 2 muestra una disminución de la afectación de hongos cuando se aplica el aceite vegetal en las semillas de los tres cultivares utilizados a los 7 días de efectuado el ensayo, evidenciándose un mayor control en el cultivar Liliana cuando se emplean las dosis de 100 ppm (1,4%) y 300 ppm (1,5%), sin embargo, en el cultivar CC-25-9C se alcanza el menor porcentaje de incidencia en la dosis de 500 ppm (1,5%).

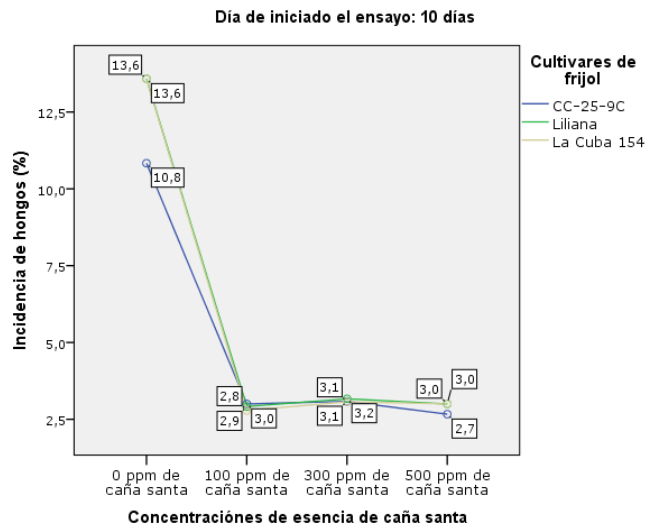
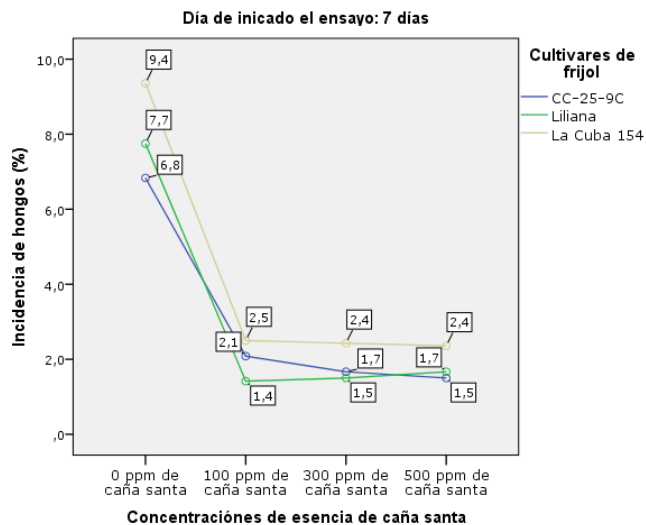


Figura 2. Efecto de las concentraciones de aceite de cañá Santa en la incidencia de hongos en semillas de cultivares de frijol a los 7 días de iniciado el ensayo.

Figura 3. Efecto de las concentraciones de aceite de cañá Santa en la incidencia de hongos en semillas de cultivares de frijol a los 10 días de iniciado el ensayo.

En la Figura 3 se evidencia una disminución de la incidencia de patógenos cuando se aplica el aceite vegetal en las semillas de los tres cultivares utilizados a los 10 días de efectuado el ensayo (similar a los 3 y 7 días). Se observa un mayor control en el cultivar La Cuba 154 cuando se emplea la dosis de 100 ppm (2,8%) y en el cultivar CC-25-9C se obtuvo una incidencia menor de hongos en las dosis de 300 ppm (3,1%) y 500 ppm (2,7%).

A los tres días de iniciado el experimento las diferentes concentraciones de aceite vegetal de cañá Santa en los diferentes cultivares de frijol mostraron un control total (100%) de los hongos patógenos *Penicilium* sp, *Aspergillus* sp, *Nigrospora* sp, *Rhizoctonia* sp, *Cladosporium* sp, *Macrophomina phaseolina* y *Cercospora* sp y parcial (entre 50 y 100%) sobre el patógeno *Alternaria* sp (Tabla 8); a los siete días se observó un control total (100%) de los hongos

patógenos *Penicilium* sp, *Aspergillus* sp, *Nigrospora* sp, *Rhizoctonia* sp, *Cladosporium* sp, *Macrophomina phaseolina* y *Cercospora* sp y parcial (entre 62,5 y 100%) sobre el patógeno *Alternaria* sp (Tabla 9); y a los 10 días un control total (100%) de los hongos patógenos *Penicilium* sp, *Aspergillus* sp, *Nigrospora* sp, *Rhizoctonia* sp, *Cladosporium* sp, *Macrophomina phaseolina* y *Cercospora* sp y parcial (entre 80 y 100%) sobre el patógeno *Alternaria* sp (Tabla 10); sin embargo, a los tres, siete y 10 días de iniciado el ensayo las concentraciones de aceite vegetal de cañá Santa no ejercieron control sobre el hongo *Fusarium* sp en ningún cultivar.

Tabla 8. Efectividad biológica (%) del aceite esencial de cañá Santa (0, 100, 300 y 500 ppm) en semillas de frijol (cultivares CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154) a los 3 días de iniciado el ensayo.

Hongos presentes	Cultivares de <i>P. vulgaris</i>								
	CC-25-9C			Liliana			La Cuba 154		
	100	300	500	100	300	500	100	300	500
<i>Alternaria</i> sp	53,8	69,2	100				62,5	50	100
<i>Fusarium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicilium</i> sp	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Aspergillus</i> sp	100	100	100	100	100	100			
<i>Nigrospora</i> sp	100	100	100	100	100	100			
<i>Rhizoctonia</i> sp	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Cladosporium</i> sp	-	-	-	100	100	100	100	100	100
M. phaseolina	-						100	100	100
<i>Cercospora</i> sp	-	-	-				100	100	100

Tabla 9. Efectividad biológica (%) del aceite esencial de Caña Santa (0, 100, 300 y 500 ppm) en semillas de frijol (cultivares CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154) a los 7 días de efectuado el ensayo.

	Cultivares de <i>P. vulgaris</i>								
	CC-25-9C			Liliana			La Cuba 154		
	Concentraciones de aceite de Caña Santa								
Hongos presentes	100	300	500	100	300	500	100	300	500
<i>Alternaria</i> sp	62,5	75	100				76,9	69,2	100
<i>Fusarium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicilium</i> sp	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Aspergillus</i> sp	100	100	100	100	100	100			
<i>Nigrospora</i> sp	100	100	100	100	100	100			
<i>Rhizoctonia</i> sp	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Cladosporium</i> sp	-	-	-	100	100	100	100	100	100
M. phaseolina	-	-	-				100	100	100
<i>Cercospora</i> sp	-	-	-				100	100	100

Tabla 10. Efectividad biológica (%) del aceite esencial de Caña Santa (0, 100, 300 y 500 ppm) en semillas de frijol (cultivares CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154) a los 10 días de efectuado el ensayo.

	Cultivares de <i>P. vulgaris</i>								
	CC-25-9C			Liliana			La Cuba 154		
	Concentraciones de aceite de Caña Santa								
Hongos presentes	100	300	500	100	300	500	100	300	500
<i>Alternaria</i> sp	73,9	82,6	100				85	80	100
<i>Fusarium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicilium</i> sp	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Aspergillus</i> sp	100	100	100	100	100	100			
<i>Nigrospora</i> sp	100	100	100	100	100	100			
<i>Rhizoctonia</i> sp	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Cladosporium</i> sp	-	-	-	100	100	100	100	100	100
M. phaseolina	-	-	-				100	100	100
<i>Cercospora</i> sp	-	-	-				100	100	100

El contraste de hipótesis muestra que no se presenta efecto de interacción entre las dosis de aceite vegetal a base de caña Santa y los cultivares de frijol objeto de estudio en relación con la efectividad biológica, ya que el p-valor obtenido a los 3 días (0,999), 7 días (1,000) y 10 días (1,000) es mayor a 0,01. El análisis de los efectos principales (concentraciones de aceite y cultivares de frijol) en relación con la efectividad biológica, muestra que no se presentan diferencias estadísticas significativas entre los cultivares, debido a que el p-valor obtenido a los 3 días (0,949), 7 días (0,956) y 10 días (0,968) y entre concentraciones de aceite vegetal de caña Santa a los 3 días (0,932), 7 días (0,964) y 10 días (0,983), es mayor a 0,01, indicando que la aplicación de cualquier dosis de aceite de caña Santa presenta una igual efectividad biológica de hongos patógenos en semillas de frijol (Tabla 11).

Tabla 11. Pruebas de efectos intergrupos utilizada para conocer la presencia o no de efecto de interacción y efectos principales en relación con la efectividad biológica a los 3, 7 y 10 días de iniciado el ensayo.

Día de efectuado el muestreo	Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	p-valor
3 días	Cultivares	166,349	2	83,174	0,052	0,949
	Concentraciones	225,263	2	112,631	0,071	0,932
	Cultivares*Concentraciones	140,318	4	35,080	0,022	0,999
	Error	76565,067	48	1595,106		
	Total	454089,330	57			

7 días	Cultivares	140,388	2	70,194	0,045	0,956
	Concentraciones	115,890	2	57,945	0,037	0,964
	Cultivares*Concentraciones	75,478	4	18,869	0,012	1,000
	Error	75054,161	48	1563,628		
	Total	460233,500	57			
10 días	Cultivares	101,589	2	50,795	0,033	0,968
	Concentraciones	53,090	2	26,545	0,017	0,983
	Cultivares*Concentraciones	35,407	4	8,852	0,006	1,000
	Error	74619,975	48	1554,583		
	Total	465908,970	57			

La efectividad biológica del aceite vegetal a base de caña Santa no muestra diferencias estadísticas significativas en los cultivares estudiados (CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154) a los 3, 7 y 10 días de efectuado el experimento, ya que el p-valor obtenido en cada fecha de muestreo es mayor a alfa. Los valores promedios obtenido en cada cultivar presentan muy poca diferencia numérica también, lo que evidencia que su aplicación en cualquier cultivar de frijol presenta un efecto positivo en el control de hongos patógenos en las semillas de este cultivo (Tabla 12).

Tabla 12. Eficiencia biológica del aceite de Caña Santa en el control de hongos patógenos en las semillas de diferentes cultivares de frijol a los 3, 7 y 10 días de iniciado el ensayo.

Cultivares de frijol	n	Días en que se realizó el muestreo*		
		3 días	7 días	10 días
Liliana	18	79,1a	79,9a	80,9a
CC-25-9C	21	81,6a	83,1a	83,3a
La Cuba 154	18	83,3a	83,3a	84,0a
p-valor		0,949	0,956	0,968

\*Letras diferentes difieren estadísticamente dentro de cada día en que se realizó el muestreo para un p-valor<0,01 (Prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan).

La efectividad biológica de las diferentes concentraciones de aceite vegetal a base de caña Santa no muestra diferencias estadísticas significativas en las diferentes dosis utilizadas (100, 300 y 500 ppm) a los 3, 7 y 10 días de efectuado el experimento, ya que el p-valor obtenido en cada fecha de muestreo es mayor a alfa. Los valores promedios obtenido en cada dosis presentan muy poca diferencia numérica, lo que evidencia que su aplicación presenta un efecto positivo en el control de hongos patógenos en las semillas de este cultivo (Tabla 13).

Tabla 13. Eficiencia biológica de diferentes concentraciones de aceite de Caña Santa en el control de hongos patógenos en semillas de frijol a los 3, 7 y 10 días de iniciado el ensayo.

Concentraciones de aceite de caña Santa	n	Días en que se realizó el muestreo*		
		3 días	7 días	10 días
500 ppm de caña Santa	19	84,2a	84,2a	84,2a
300 ppm de caña Santa	19	79,9a	81,3a	82,2a
100 ppm de caña Santa	19	79,8a	81,0a	82,1a
p-valor		0,932	0,964	0,983

\*Letras diferentes difieren estadísticamente dentro de cada día en que se realizó el muestreo para un p-valor<0,01 (Prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan).

La efectividad biológica de las concentraciones de aceite de caña Santa (100, 300 y 500 ppm) sobre hongos patógenos en semillas procedentes de diferentes cultivares de frijol (CC-25-9C, Liliana y La Cuba 154) a los 3 días (Figura 4), 7 días (Figura 5) y 10 días (Figura 6) de iniciado el ensayo, muestra valores promedios similares, siempre por encima del 50%, por lo que constituye una alternativa eficaz en el control de patógenos en semillas de frijol.

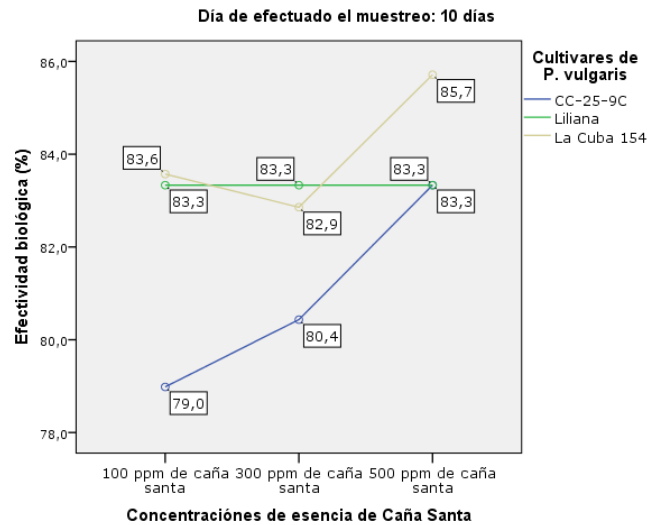
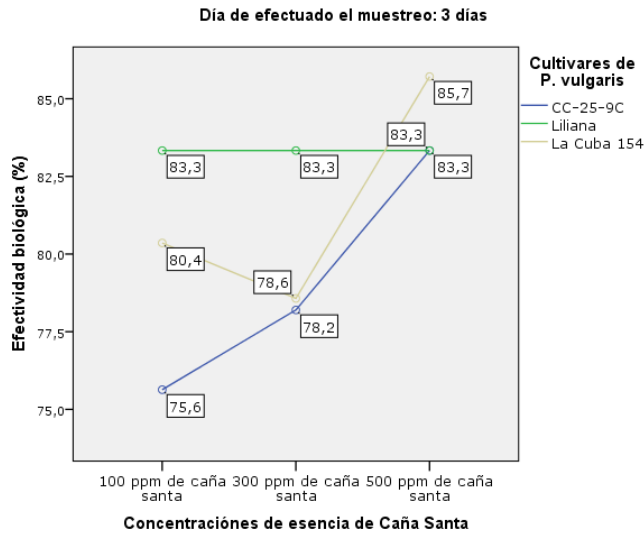


Figura 4. Influencia de las concentraciones de aceite de caña Santa y los cultivares de frijol en la efectividad biológica (%) a los 3 días de efectuado el muestreo.

Figura 6. Influencia de las concentraciones de aceite de caña Santa y los cultivares de frijol en la efectividad biológica (%) a los 10 días de efectuado el muestreo.

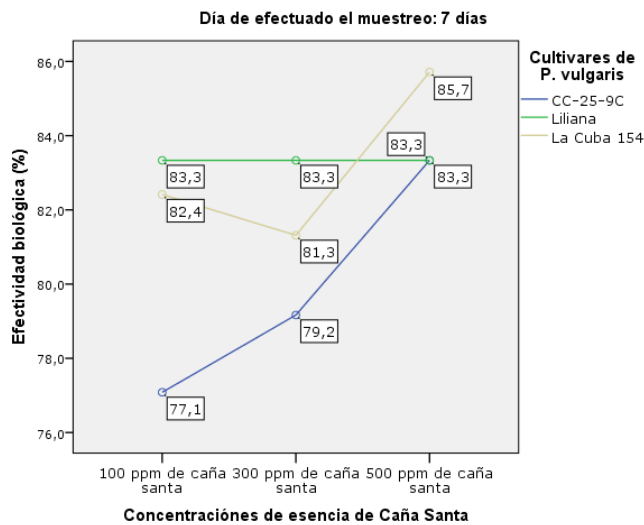


Figura 5. Influencia de las concentraciones de aceite de caña Santa y los cultivares de frijol en la efectividad biológica (%) a los 7 días de efectuado el muestreo.

El aceite esencial de caña santa en los tres cultivares de frijol en estudio ejerció control sobre los hongos *Alternaria sp*, *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Nigrospora sp*, *Rhizoctonia sp*, *Cladosporium sp*, *Macrophomina phaseolina* y *Cercospora sp*, excepto sobre *Fusarium sp*, resultados que coinciden con lo planteado por Ruilova (2007), en experimentos realizados para el control de *Alternaria sp*. En el caso del hongo *Macrophomina phaseolina* concuerda con los resultados obtenidos por Mena et al. (2018), donde se obtuvieron resultados similares en el control de *Mycosphaerella sp*, fase sexual de *Cercospora sp* por parte de Ávila (2016). En el caso del *Fusarium sp* difiere con los resultados obtenidos por Cárdena (2014) el cual observó control de este organismo con el aceite esencial en estudio, en los demás organismos *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Rhizoctonia sp* y *Cladosporium sp* en las bibliografías y sitios consultados no se encontraron referencias. La semilla tratada no debe ser almacenada ya que los aceites esenciales pueden ocasionar efecto sobre la calidad fisiológica de la misma, aunque las dosis bajas 100, 300 y 500 ppm dañan menormente dicha calidad (Chepeila, 2009).

La Tabla 13 muestra que el porcentaje de germinación en los tres cultivares estudiados, no resultó afectado y sus valores superaron el 90% de germinación, resultados similares han sido reportado por Sierra & García (2020).

Tabla 13. Porcentaje de germinación de la semilla en los diferentes cultivares a los 3, 7 y 10 días.

Cultivar	Días en que se realizó el muestreo (germinación %)		
	3 días	7 días	10 días
Liliana	98	98	98
CC-25-9C	96	96	98
La Cuba 154	90	90	90

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que el aceite esencial de caña Santa en concentraciones de 100, 300 y 500 ppm en condiciones de laboratorio, ejercieron control sobre la mayoría de los hongos patógenos que se manifestaron en la semilla de las tres variedades de frijol en estudio, excepto en *Fusarium sp*. De un total de nueve organismos presentes solamente uno no fue controlado, pero no tuvo afectación sobre el porcentaje de germinación de la semilla de ninguno de los



cultivares estudiados. Se apreció una efectividad biológica superior al 70%, umbral a partir del cual clasifica como una efectividad técnica como buena.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, J. J. (2016). Efecto antifúngico de seis extractos vegetales sobre el hongo *Mycosphaerella* sp en el cultivo de banano. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Machala.
- Cárdenas, J. E. (2014). Control Biológico de *Fusarium* spp en hortalizas de la parroquia de San Joaquín. (Trabajo de titulación). Universidad del Azuay.
- Chepeila, D. (2009). Aceites Vegetales Usados en Tratamiento en Semillas de Frijol Almacenado y su Efecto en la Calidad Fisiológica. (Trabajo de titulación). Universidad Autónoma Agraria.
- Ciba-Geygi S. A. (1981). Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Ciba-Geygi.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2019). Registro de muestra de la sección de micología. Laprosav Cienfuegos.
- De la Fe, C. F., Lamz, A., Cárdenas, R. M., & Hernández, J. (2016). Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de reciente introducción en Cuba. *Revista Cultivos Tropicales*, 37(2), 102-107.
- Martínez, E., Cantillo, T., & García, D. (2014). Hongos asociados a semillas de *Phaseolus vulgaris* L. cultivadas en Cuba. *Bioteología Vegetal*, 14(2), 99-105.
- Mederos, Y. (2006). Revisión bibliográfica: indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Cultivos Tropicales*, 27(3), 55-62.
- Ortega, I., Alonso, P., Iglesias, F., González, I., Rodríguez, L., Peña y Pérez, Y. (2019). Diversidad de especies de plantas con acción repelente o fitoplaguicida en la provincia de Cienfuegos. (Ponencia). I Taller Provincial de Alternativa Biológica. Cienfuegos, Cuba.
- Ruilova, A. (2007). Determinación de la concertación inhibitoria mínima de aceites esenciales ante bacterias y hongos fitopatógenos. (Trabajo de titulación). Universidad del Azuay.
- Sáenz, M., Sandoval, I., & Martínez, M. L. (1994). Uso de la materia orgánica en semillero de tabaco como vehículo de *Trichoderma* spp. para el biocontrol de *Phytophthora nicotianae*, (Ponencias). VII Jornada Científica 90 Aniversario del INIFAT. La Habana, Cuba.
- Sierra Ricabal, P. M., & García Batista, R. M. (2020). Efecto fitoplaguicida del aceite esencial de guayaba *Psidium guajaba* L. sobre hongos patógenos de semillas de frijol *Phaseolis vulgaris* L. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 39-46.

# 20

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## LOS SABERES POPULARES RURALES. SU IMPORTANCIA EN LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS PATRIMONIALES COMUNITARIOS

### RURAL POPULAR KNOWLEDGE. ITS IMPORTANCE IN THE TRANSMISSION OF COMMUNITY HERITAGE KNOWLEDGE

Salvador David Soler Marchán<sup>1</sup>

E-mail: [dsoler@ucf.edu.cu](mailto:dsoler@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7707-1646>

Nilson Saumell Marrero<sup>1</sup>

E-mail: [nsaumell@ucf.edu.cu](mailto:nsaumell@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8489-2768>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Soler Marchán, D. S., & Saumell Marrero, N. (2020). Los saberes populares rurales. Su importancia en la transmisión de conocimientos patrimoniales comunitarios. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 138-142.

#### RESUMEN

En la actualidad los estudios de los saberes populares de las comunidades y sus saberes populares rurales constituye un objeto de estudio de muchas de las disciplinas de las ciencias sociales con mayor énfasis en la antropología, la etnología y la historia, dado su importancia en las transformaciones culturales y económicas que generan eficacia y coherencia comunitaria para garantizar las emergencias que en una época de cambio trae consigo los procesos globales a nivel del micro nivel. Los saberes populares a partir del 2003 y con el surgimiento de la Convención del Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI) y todo el movimiento generado alrededor de su aplicación en los Estados Partes que se adhieren incrementa el interés sobre la investigación de sus expresiones y manifestaciones a partir de estrategias y consensos que aportan la propia comunidad, con una responsabilidad de salvaguarda centrada en el uso y comunicación de estos saberes para desde la operacionalización lograr acciones vinculadas al manejo dentro del desarrollo local como valores añadidos con especial énfasis en las áreas rurales ante las vulnerabilidades y riesgos de estas expresiones socioculturales.

#### Palabras Clave:

Saberes populares rurales, transmisión de conocimientos patrimoniales comunitarios, Patrimonio Cultural Inmaterial.

#### ABSTRACT

At present, the studies of the popular knowledge of the communities and their rural popular knowledge constitute an object of study of many of the disciplines of the social sciences with greater emphasis on anthropology, ethnology and history, given its importance in the transformations cultural and economic processes that generate efficacy and community coherence to guarantee the emergencies that in a time of change brings with it global processes at the micro level. Popular knowledge from 2003 and with the emergence of the Convention on Intangible Cultural Heritage (PCI) and all the movement generated around its application in the acceding States Parties increases the interest in investigating their expressions and manifestations based on strategies and consensuses contributed by the community itself, with a safeguard responsibility centered on the use and communication of this knowledge for operationalization to achieve linked actions related to management within local development as added values, especially in rural areas, given the vulnerabilities and risks of these sociocultural expressions.

#### Keywords:

Rural popular knowledge, transmission of community heritage knowledge, Intangible Cultural Heritage.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad los estudios de los saberes populares de las comunidades constituyen un objeto de estudio de muchas de las disciplinas de las ciencias sociales con mayor énfasis en la antropología, la etnología y la historia, dado su importancia en las transformaciones culturales y económicas que generan eficacia y coherencia comunitaria para garantizar las emergencias que en una época de cambio trae consigo los procesos globales a nivel del micro nivel.

Los saberes populares a partir del 2003 y con el surgimiento de la Convención del Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI) y todo el movimiento generado alrededor de su aplicación en los Estados Partes adheridos incrementan el interés sobre la investigación de sus expresiones y manifestaciones a partir de estrategias y consensos que aportan la propia comunidad, con una responsabilidad de salvaguarda centrada en el uso y comunicación de estos saberes por parte de la propia comunidad, en especial a partir de 2005 con la entrada de los estudios de diversidad y pluralidad cultural; las acciones vinculadas al manejo dentro del desarrollo local como valores añadidos con especial en las áreas rurales y maríneas por las vulnerabilidades y riesgos de estos territorios.

Los grupos e individuos de estas zonas son portadores de un PCI excepcional por su carácter contextual, grupal, transmitidos en una relación empírica que responde a códigos, normas y significantes de esas comunidades y determinan su empleo, de ahí la importancia de conocer para gestionar la tradición de las técnicas y prácticas tecno productiva, en especial las agrícolas vinculadas a los cultivos, las formas de emplear las energías, su relación con los ecosistemas, entre otras, observadas en una integralidad como formas vivas y coexistente del patrimonio histórico o cultural, las cuales evolucionan de forma sistemática a partir de reinterpretaciones, redimensiones e incluso de enriquecimiento o perfeccionamientos de sus usos y tradiciones.

El trabajo con los saberes populares en el contexto- pues el PCI no puede estudiarse y emplearse fuera de él- se constituyen como expresión cultural de representación, su investigación exige desarrollarla en la comunidad que los crea, de esta forma el PCI rural infunde sentimiento de identidad, crea jerarquías comunitarias que al estudiarse e identificarse, generan relaciones y afinidades casi siempre en el contexto donde se emplean.

Un ejemplo de ello son las formas de organización de los campesinos en comunidades rurales cienfuegueras para el tratamiento al cultivo del café y el uso de saberes en función de la eficacia económica y productiva agraria, el saber popular en este orden responden a sus criterios populares de rendimientos y calidad del producto a partir del conocimiento del grano o las tecnologías populares del secado, la experiencias de producción con recursos naturales y climáticos, asimilados en una tradición oral reproduciendo acciones jerarquizadas en los propios saberes en la familias productoras.

Otro de los elementos que se ha de tener en cuenta en los saberes populares agrarios son los niveles de representatividad socioeconómica y cultural, la pertenencia que alcanza las prácticas socioculturales que generan estos saberes como *“producciones y relaciones de producción*

*locales ajustados de forma dinámica, de rendimiento sostenible, individual y grupalmente con el fin de elevar el nivel socioeconómico de la familias y con ellos de los pobladores, mediante la puesta en práctica tecnológicas a favor del desarrollo, prestando una atención particular a la conservación utilización racional de de los herramientas y procesos productivos... los ecosistemas de donde se nutren una re contextualización sistemática a partir de la eficiencia de estos procesos tecnológicos”*. (Soler, 2020, p.19)

Las tecnologías populares concretas que utilizan los trabajadores rurales están también muy adaptadas principalmente a los ecosistemas agropecuarios, son en general el resultado de una considerable experiencia acumulada, condicionada por las limitaciones de su contexto amplio y complejo incluso los existentes fuera de su comunidad, incluye no solo «instrumental» u otros artículos materiales, sino objetos y tecnologías.

Este conocimiento técnico compartido con igualdades y diferencias es un componente importante de la cultura patrimonial de los saberes en las comunidades, sus prácticas los determinan y la identifican en los territorios, con ello van marcando identidades dentro de las comunidades con iguales prácticas tecno productivas agrícolas, pero en dependencia del ecosistema donde surgen y se desarrollan esas prácticas agrarias, percibida como costumbres y no como innovación comunitaria.

En las comunidades rurales inciden en la puesta en valor de los saberes populares las características, físicos geográficas, la relación con los ecosistemas, la forma organización de la familia y la comunidad, las especializaciones logradas en esas prácticas tecno productivas, el acceso al mercado, el valor económico, social y cultural del recurso creado en función de su socialización e información intra y extra comunitaria.

En este accionar las comunidades rurales asumen con mayor fuerza la gran carga tradicional transmitida, trascendida e identificada dentro del grupo de productores; sus tipificaciones llegan incluso a identificar la propiedad agraria, al productor y sus producciones, constituyen en referencia en ese espacio comunitario. Se resume el arroz de la familia X, los mangos de la finca Y, la tierra del campesino C

En las investigaciones desarrolladas sobre el dialogo de saberes de las tecnologías rurales estudiadas y observadas estas han sido utilizado durante mucho tiempo por sus creadoras y reproducidas en la familia y en la comunidad, mantienen una sinergia en el proceso productivo, generan conocimientos tradicionales constantes, codifican la experiencia acopiada y depositada culturalmente en la actividad jerarquizadoras de los grupos rurales según su tipo de producción económica.

En el diálogo de saberes de las comunidades rurales se aprecia colectividad en sus usos y valoraciones de prácticas e interacciones, abundan los simbolismo productivos y culturales contribuyen de forma notable a la identidad cultural (Soler, 2019). Según este autor los conocimientos tecno productivos tradicionales son expresión de pericias de la existencia de conocimientos técnicos, valentía e identidad profesional, y tales artículos pueden mostrarse incluso de forma prominente en acontecimientos importantes del ciclo ritual de la comunidad. (Soler, 2011). Mantienen en

ellas sus prácticas, las relaciones esenciales y los empleos en una gestión que van determinando los indicadores de eficacia, su visualización e identificación en las estrategias de desarrollo local de la zona, las visualizaciones de sus actuaciones, pero aún requieren de ingentes esfuerzos administrativos, científicos e institucionales para su puesta en valor en las colectividades rurales

Los saberes populares rurales se hacen acompañar además de las prácticas de los instrumentos u objetos derivados de demandas y necesidades, casi siempre económicas o sociales, ellos alcanzan en ocasiones altos niveles en la comunidad y en la sociedad, son un ejemplo de ello los saberes populares etnomedicinales del Gallego Otero en la comunidad de la Sierrita; dado su eficacia comunicadora, curativa y de trascendencia social se ha extendido en todo el país y constituye puntos de referencias y estudios.

En todo momento los miembros de las comunidades rurales en sus saberes, actuaciones, objetos o instrumentos ponen una intensa carga de elaboración personal, construida y dosificada de acuerdo con las posibilidades del que enseñan, los resultados de sus prácticas técnicas o de saberes, son sistemáticas en una relación individual para la trasmisión del conocimiento popular.

Para la trasmisión de sus saberes y rutinas ponen énfasis en la enseñanza de la preparación de las tecnologías, en la creación y uso de los instrumentos que emplean, en los procesos productivos, en su conservación y protección siempre se sustentan en las experiencias con respecto al empleo de la naturaleza y sus recursos. Se inician en edades muy tempranas a través de consejos, relatos de experiencias, comentarios, debates familiares y los diálogos familiares de producción.

El PCI surgidos de estos saberes tienen necesariamente que ser identificados, ello implica que los pueblos y las comunidades deben seleccionarla, reconocerla, comprobarla para ser registrada y declarada, de ahí la importancia del campo de estudio, pues se debe partir siempre de dos criterios que exige la Convención: no sustituir papel esencial en la creación y perpetuación del (PCI) y mantener de forma sistemática la sinergia del consenso comunitario; aquí radica en esencial la importancia de la participación comunitaria.

Según criterio de este investigador los criterios de consenso, estudio y determinación de los ámbitos debe partirse siempre de las características históricas, culturales, sociales, territoriales específica por su alto grado de conocimiento, relación/ pertinencia con la tierra y sus ecosistemas, así como con la originalidades y narraciones patrimoniales que generan las zonas rurales específicas.

En el caso de las comunidades rurales de Cienfuegos se presenta una nueva disyuntiva en el campo de la trasmisión del saber, de gran interés para la comprensión de los saberes y su interacción sociocultural gestora; ellas comparten diversas expresiones de su (PCI) con otras comunidades que posean expresiones parecidas las evalúan y asumen las buenas prácticas.

Según las observaciones y tesis asesoradas las más frecuentes están relacionadas con los siguientes saberes: prácticas vinculadas a la etnomedicina, las el cultivo del café, el arroz, viandas (calabaza, boniato, yuca, plátano,

guayaba, limón), caña de azúcar, e incluso con las tecnologías de los agropónicos que a pesar de estar en la ciudad sus procesos tecnológicos están muy vinculados a las experiencias rurales de cultivo.

También es frecuente encontrar en las zonas rurales saberes relacionados con la cría de ganado bovino, caprino, avícola, caballar y porcino; estos últimos son los que con mayor frecuencia se desarrollan y en los últimos diez años están relacionados con cooperativas de producción agropecuarias o con proyectos individuales con industrias del territorio constituyendo esto conocimientos populares parte de la eficacia de sus producciones y garantía de desarrollo de estos grupos de criadores.

Las interacciones socioculturales que con mayor frecuencia se observan están vinculadas al sistema de relaciones entre comunidades cercanas, entre grupos de una misma familia, entre comunidades lejanas a partir de productores que han emigrado y se han instalado en la comunidad, en las nuevas comunidades creadas, en el perfeccionamiento traído por un miembro de la familia o del grupo productor.

También se ha observado transferencias de saberes desde experiencias en eventos, talleres u otras modalidades de capacitación socio comunitaria, estas se ejecutan y socializan con iguales formas de comunicación/ trasmisión y favorecen los sentimientos de continuidad. Es un ejemplo los procesos que en este particular en la actualidad se desarrollan en la comunidad 26 de julio del Municipio de Abreus, la comunidad Camilo Cienfuegos del Municipio de Cumanayagua.

En las observaciones y entrevistas realizadas en los trabajos de campos se demuestra como comparten y reconocen el patrimonio cultural, sus semejanzas y diferencias, ello no sólo propicia el respeto y el entendimiento de los diversos actores sociales, refuerza la cohesión social, propicia también el respeto a los saberes y fomenta el diálogo intercultural en la comunidad. De esta manera las comunidades rurales garantizan viabilidad de sus patrimonios, su recreación y transmisión continua de conocimientos, técnicas y significados de forma colectiva. Es en este actuar donde se trasmite a las otras generaciones donde se hacen sostenibles estos saberes y es la percepción esencial de su salvaguardia.

De igual forma en el trabajo de campo y los estudios contextuales se observó como las comunidades que poseen y usan elementos del (PCI) son las de mejores condiciones para identificarlos, incluso alcanzan un mayor grado de participación de estos procesos, son ejemplo de ello las comunidades de Aguada de Pasajeros vinculado al cultivo del arroz, la comunidad del Nicho y San Blas relacionados con el cultivo del café, los productores individuales de carne porcina de Palmira y Lajas.

El estudio de los saberes populares patrimoniales y sus prácticas coinciden con los criterios del Centro Juan Marinello y el CIPS "*Modelo Teórico de la Identidad Cultural*", que propone los estudios de las prácticas socioculturales, como actividad cultural e identitaria que realiza el hombre como sujeto de la cultura y/o como sujeto de identidad, es capaz de generar un sistema de relaciones significativas a cualquier nivel de resolución y en todos los niveles de interacción, conformando, reproduciendo, produciendo

y modificando el contexto sociocultural tipificador de su comunidad.

De esta manera en la identificación de los saberes populares rurales y todo de los que de ellos se desprenden se expresan como *“toda práctica y en especial las surgidas del conocimiento popular se asocian, con un significado que apunta hacia la actividad (vista a través de los modos concretos de actuaciones) y otro elemento que apunta hacia lo simbólico (como representación ideal). Y el contenido es la tradición como lo heredado socialmente útil, capaz de resemantizar continuamente sus significantes, las cuales además establece otros elementos como la empiria acerca de la naturaleza y las relaciones sociales, culturales, ideológicas, vías de transmisión del mismo; Conciencia y la necesidad de transmitir el conocimiento, las formas tradicionales de comunicación e interpretación son saberes populares y sus formas de socialización”*. (Soler, 2019, p.26)

El estudio patrimonial de los saberes populares agrarios desde la perspectiva de la identidad patrimonial el se debe partir de las exigencias propias de la operacionalización del PCI y centrarse en los siguientes aspectos:

- » Tiene que servir para intervenciones orientadoras del desarrollo simbólico, contribuyen a establecer el orden y la transformación legítimos,
- » Es necesario la presencia de la unidad y la diferencia válidos como identidades locales.
- » Debe servir para desde la totalidad tener un sentido profundo, apunta más al hacer de la sociedad.
- » Los conocimientos que se identifique debe tributar a la conformación de marcos y pautas generales de convivencia, y que estén incidiendo como prácticas asociadas al desarrollo socio económico y en la democratización de las propias expresiones
- » Las prácticas asociadas deben mantener la gestión de los bienes tradicionales, emblemáticos como recurso patrimonial, sin esterilizar la variedad de las experiencias humanas, como recurso con atributos mutables, calificados y que influyan en la formación de ciudadanía, la democratización y el desarrollo, por lo que como política patrimonial debe ser cuestionada.
- » Partir siempre de las relaciones de hombres entre sí y con la naturaleza, que no puede pasarse por alto en tanto empobrece ya no sólo la convivencia d, sino también la propia condición humana, con ello los conocimientos tradicionales son reivindicados en su presencia, su relevancia, su autonomía relativa y sus potencialidades, como un derecho a la existencia y a la dignidad del ser reconocido.

De esta manera a los saberes rurales responden a la Declaración Universal de la Diversidad Cultural pues *“se eleva la diversidad cultural a la categoría de “patrimonio común de la humanidad” “tan necesaria para el género humano como la diversidad biológica para los organismos vivos”, y se erige su defensa en imperativo ético indisociable del respeto de la dignidad de la persona”*. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2005, p.4)

Ellos al expresarse como prácticas tecno productiva *“es expresión evidente de preferencias, gustos, posibilidades económicas, intereses, necesidades, aspiraciones y normas de estos actores, constituyen su fundamento individual, y grupal, basado en el conocimiento, la comprensión de la realidad como praxis, que intenta unir la teoría a la práctica (conocimiento, acción, valores) y orientar el conocimiento a mejorar el entorno, así como, la calidad de vida del hombre”*. (Soler, 2019, p.26)

Los saberes hasta ahora identificados en investigaciones e inventarios del PCI en las comunidades rurales evidencian sistemas complejos de conocimientos, determinados en esencia por la experiencia y su eficacia frente a los problemas técnicos, económicos, sociales o culturales, las prácticas y los objetos surgidos de ellas resumen el conjunto de elementos adquiriendo una significación social y cultural que definen las maneras de actuación de esa comunidad en una conciencia colectiva desde las familias rurales, ello evidencia la funcionalidad social, modos de comportamientos y tipos de actuaciones necesaria en los de operacionalización del PCI de las comunidades rurales

Los aspectos de identificación vinculado a los saberes populares rurales abre nuevas perspectivas de investigación que enriquecerá la percepción de la comunidad de sus contextos socioculturales y económicos, visualizarían sus el conocimiento acumulado y transmitido.

De esta manera agentes externos influirían en la identificación, selección y empleo de las expresiones que influirían en el mejoramiento de la actividades de estas comunidades confiriéndole una nueva forma de puesta en valor manifestada en una doble condición: los conocimientos y técnicas que se expresan de forma empírica y sobre la base de la eficacia de actuación de los ecosistema y pueden consituir herramientas a tener en cuenta en el desarrollo de las comunidades rurales y el conocimiento científico generado en los estudios de sus prácticas agrícolas.

La investigación sobre el reconocimiento social del conocimiento tradicional y sus prácticas asociadas permitirá la salvaguarda de sus saberes y usos de las prácticas, garantizar los niveles de pertenencia y pertinencia institucional y social, la transmisión de sus expresiones y el reconocimiento de los niveles de riesgo de desaparición o transformación, las posibilidades de manejo como forma de su conservación y sostenibilidad.

Pensar críticamente el empleo del PCI de las comunidades rurales permite enseñar operacionalizando los saberes creados y recreados partiendo en primer lugar de las siguientes premisas: quién decide, cómo trasmitirla, cómo, cuándo y quiénes son los miembros de esa comunidad que la emplearán y conservaran; en segundo lugar permitirá visualizar un proceso complejo expresado en el empleo y distribución de los productos resultantes de esos conocimientos y técnicas, sus capacidades para garantizar los arraigos, para actualizar la tradición, prevenir y resolver los conflictos, que son una importante rémora para el desarrollo y utilidades económicos sociales.

Por ello, se hace necesario el estudio para convertirlo en recursos con una multiplicidad de dimensiones, como legado y acervo colectivo, identificándolo y revalorizándolo; proceder a su gestión, conservación, rehabilitación,

investigación, promoción y adecuación en función de su administración, hasta convertirlo en un ente activo como un motor del desarrollo endógeno interactuante, en una actuación centrada en planes de acciones bien planificadas para su sostenibilidad.

En gran medida corresponde a los especialistas e investigadores del Patrimonio Cultural lograr una estrategia de orientación, participación y empleo comunitario del manejo integrado de los saberes y posibilitar el apoyo de la gubernamentalidad institucional a la socialización de los recursos culturales agrarios, necesidad imprescindible dentro de las políticas públicas y gubernamentales en la actualidad.

De esta manera volver sobre los saberes populares tradicionales, los procesos tecno productivos y sociocultural por ellos generados demandan la incorporación para su estudio de multiplicidad de disciplinas para garantizar la visión integradora e interpretativa requerida como estrategia científica de salvaguarda.

## CONCLUSIONES

Los saberes populares patrimoniales de las comunidades rurales son distinciones sociales, culturales, ideológicas, económicas, entre otras; son procesos complejos contextualizados en entornos y comunidades particulares y excepcionales que alcanzan en las prácticas tecno productivas una expresión singular histórico patrimonial.

Los saberes, prácticas instrumentales y objetos como totalidad patrimonial generan, crean y desarrollan un sentimiento de identidad, pertenencia, la cohesión social y comunitaria, son evidencia de las alternativas de sus colectivos con los recursos naturales, las emergencias, vulnerabilidades y experiencias de los miembros de la comunidad e inciden positivamente en el desarrollo de la comunidad y su calidad de vida.

La identificación y operacionalización de los saberes populares patrimoniales de las comunidades rurales requiere de una intensa actividad investigativa integrada con diversas disciplinas deberá partir de los siguientes elementos: reconocimiento de las distinciones patrimoniales, identificación de los conocimientos y prácticas particulares tradicionales tipificadoras que generan interacciones y relaciones sociales como grupo, las cuales determinan las vidas cotidianas, las tramas socioeconómicas de los miembros de las comunidades, de toda su actividad humana

El consenso comunitario es esencial en la identificación y operacionalización de los Patrimonios Inmateriales, permite que los pueblos sigan desempeñando un papel esencial en la creación y perpetuación de sus expresiones y manifestaciones pues las comunidades rurales son quienes lo crean colectivamente, lo transmiten colectivamente con ello propicia también el respeto de los demás y fomenta el diálogo intercultural garantizando la viabilidad y trascendencia a la nueva generación; sostenibilidad y salvaguarda patrimonial concebida por la gestión integral del Patrimonio Histórico Cultural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2005). *Declaración Universal de la UNESCO sobre la Diversidad Cultural*. UNESCO. [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=13179&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13179&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)
- Soler, S. D. (2007). Los saberes populares en las comunidades pesqueras. Cienfuegos. (Conferencia). Centro Provincial Patrimonio Cultural Cienfuegos.
- Soler, S. D. (2019). Los saberes populares y su interpretación desde la perspectiva sociocultural. (Ponencia). XVI Taller Nacional de Patrimonio Inmaterial. Cienfuegos, Cuba.
- Soler, S. D. (2020). La perspectiva sociocultural. (Conferencia). Módulo de Gestión del Patrimonio Cultural. Maestría Historia y Antropología. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".

# 21

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## INDICADORES FISIOLÓGICOS Y AMBIENTALES COMO PREDICTORES DE ESTRÉS TÉRMICO EN OVINOS DE LA RAZA PELIBUEY

### PHYSIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL INDICATORS AS PREDICTORS OF HEAT STRESS IN SHEEP OF THE PELIBUEY BREED

Jorge Orlay Serrano Torres<sup>1</sup>

E-mail: [jorlay@unica.cu](mailto:jorlay@unica.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1710-6322>

Jorge Martínez Melo<sup>1</sup>

E-mail: [jorgemelo@unica.cu](mailto:jorgemelo@unica.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4767-9746>

Norge Fonseca Fuentes<sup>2</sup>

E-mail: [nfonsecaf@udg.co.cu](mailto:nfonsecaf@udg.co.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6635-3165>

Francisco Dongo Manuel Malamba<sup>3</sup>

E-mail: [f.malamba@hotmail.com](mailto:f.malamba@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4247-4928>

<sup>1</sup> Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez" Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Granma. Cuba.

<sup>3</sup> Instituto Superior Politecnico de Huíla. Universidad de Mandume Ya Ndemufayo. Angola.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Serrano Torres, J. O., Martínez Melo, J., Fonseca Fuentes, N., & Malamba, F. D. M. (2020). Indicadores fisiológicos y ambientales como predictores de estrés térmico en ovinos de la raza Pelibuey. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 143-147.

#### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la relación existente entre los principales indicadores ambientales, temperatura y humedad y los principales indicadores fisiológicos Temperatura y frecuencia respiratoria, en el ganado ovino de los sistemas de producción de la zona sur de Ciego de Ávila. Se realizó un estudio de caso, donde seleccionaron diez animales adultos a los que se le determinaron parámetros fisiológicos, y Parámetros ambientales, determinados en las líneas bases de comportamiento climatológico de los días en que se realizaron las mediciones en los meses de noviembre enero y abril del periodo poco lluvioso (Noviembre – abril), cuatro días de observación cada mes, se determinaron los Índices de TA y HR (ITH), y el Coeficiente de Tolerancia al Calor (CTC), valorando su comportamiento en la secciones del día, Se encontró un efecto significativo del periodo del día (mañana o tarde) en los indicadores fisiológicos temperatura rectal, frecuencia respiratoria y coeficiente de tolerancia al calor, con los mayores valores en la tarde. Esto explica las condiciones de discomfort térmico a que están sometidos estos animales bajo estas condiciones de producción, los valores de ITH superiores a 72 determinaron estrés moderado en mayor parte, del tiempo estudiado, con predominio en la sección de la tarde

#### Palabras clave:

Ovinos de pelo, Estrés calórico, Índice de temperatura humedad, Frecuencia respiratoria, Temperatura rectal, estrés térmico, Coeficiente de tolerancia al calor.

#### ABSTRACT

With the aim of evaluating the relationship between the main environmental indicators, temperature and humidity and the main physiological indicators Temperature and respiratory rate, in sheep from the production systems of the southern area of Ciego de Ávila. A case study was carried out, where they selected ten adult animals to which physiological parameters were determined, and environmental parameters, determined in the base lines of climatological behavior of the days in which the measurements were made in the months of November, January and April. of the dry period (November - April), four days of observation each month, the TA and HR Indices (ITH), and the Heat Tolerance Coefficient, were determined, evaluating their behavior in the sections of the day, Se found a significant effect of the period of the day (morning or afternoon) in the physiological indicators rectal temperature, respiratory rate and heat tolerance coefficient, with the highest values in the afternoon. This explains the conditions of thermal discomfort to which these animals are subjected under these production conditions, the ITH values higher than 72 determined moderate stress for most of the time studied, with a predominance in the afternoon section.

#### Keywords:

Hair sheep, Heat stress, Temperature humidity index. Respiratory rate. Rectal temperature Heat tolerance coefficient.

## INTRODUCCIÓN

La función principal de la ganadería es proporcionar alimentos de origen animal suficientes para nutrir a la población. La producción animal se puede considerar una actividad transformadora de productos de origen vegetal, especialmente los rumiantes, a productos de origen animal, ricos en proteína y con una composición química fácil de asimilar por el hombre. En este contexto se desarrolla la explotación ganadera, la cual utiliza especies de animales que, con bajos costos, que generan altas producciones y permiten obtener en un corto plazo de tiempo el retorno de las inversiones realizadas.

El incremento en la demanda global de productos de origen animal en las últimas décadas del siglo XX intensificó considerablemente la producción animal y ha desplazado a los sistemas tradicionales, esto permite aumentar el volumen de producción, la productividad de las empresas y la seguridad alimentaria. No obstante, puede afectar negativamente el bienestar de los animales al modificar las condiciones ambientales (confinamiento, manejo, alimentación) (Vera, et al., 2019).

Ferguson, et al.(2017); y Vera, et al. (2019), coinciden en plantear que la ovinicultura seguirá siendo un pilar importante en la producción ganadera mundial, dada su capacidad para producir carne, leche y lana. En el futuro, es muy probable que haya cambios en los sistemas y prácticas de producción de ovinos por la aplicación de nuevas tecnologías y conocimientos, principalmente las que busquen mayor bienestar para los animales

Desde los albores de la civilización, las ovejas han tenido un gran significado en la vida humana, por lo que la cría de ovejas es una de las actividades más antiguas del hombre. Actualmente, la cría de ovejas es una actividad económica presente en casi todos los continentes, siendo muy importante en algunos países como Australia, Nueva Zelanda y Gran Bretaña (Lino, et al., 2016).

La especie ovina tuvo un papel fundamental en el desarrollo social y cultural de la especie humana, su versatilidad productiva (carne, leche, lana, cuero), y la ayuda de otras especies en el trabajo como el caballo o los bovinos, aspecto con el que no contaron los camélidos sudamericanos, la hicieron una especie básica en el desarrollo de imperios, como el Romano, el Turco o el Español, y un apoyo fundamental en la colonización de las “nuevas” tierras (Ganzábal, 2014).

Una de las especies de mayor connotación para Cuba son los ovinos y caprinos, las que pertenecen al grupo de ganado menor y son de la familia de los rumiantes, por lo que una dieta rica en nutrientes a base de pastos y forrajes puede contribuir a su rápido desarrollo.

La necesidad que tiene Cuba de aumentar la producción de alimento es una cuestión de máxima preocupación y ocupación por parte de las autoridades del gobierno y el estado cubano, debido a esto la esfera agropecuaria tendrá la máxima prioridad. Esta situación nos obliga a diversificar la producción agropecuaria y ofertar carnes de diferentes especies de animales. El ovino es una especie promisoría que tiene alta demanda en la población cubana y es, además, adecuada para promover sistemas productivos de baja inversión.

Los sistemas agrícolas y ganaderos se enfrentan a perturbaciones frecuentes e impredecibles, provocadas por varios factores: los efectos adversos (directos o indirectos), fenómenos relativamente recientes como consecuencia del cambio climático, del calentamiento global y de las crisis económicas, financieras y energéticas, entre otros, pues Según las predicciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (2007), dichos efectos (aleatorios, irregulares y, a veces, sorprendentes) responden a dinámicas que en el corto o mediano plazo, desafortunadamente, se seguirán acrecentando.

Lo antes expuesto acusa la necesidad de realizar estudios ambientales que nos permitan mejorar las condiciones de vida de los animales y con ellos los rendimientos productivos, el principal objetivo de este estudio consiste en: evaluar la relación entre indicadores fisiológicos y ambientales como predictores de estrés térmico en ovino de la raza Pelibuey al sur de la provincia de Ciego de Ávila.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó cabo en una finca del sector privado del municipio Baraguá en el sur de la provincia ciego de Ávila, (10 ° 14 '49 " N, 67 ° 35 '45 " W). Localizado a 50 msnm, con clima tropical húmedo y precipitación de 600-800 mm anuales. La TA mínima y máxima es de 19,7 y 33,4 °C. La humedad relativa (HR) oscila entre 37,0 y 97,0 %. El experimento se realizó durante la época poco lluviosa, en los meses entre noviembre y abril.

Se emplearon 10 ovinos adultos (machos en ceba, sementales y reproductoras) de la raza Pelibuey, identificados con un collar del resto del rebaño, en un sistema de producción semi-estabulado. El pastoreo se realizó en una mezcla de pastos naturales *Paspalum notatum* (25 %) y *Bothriochloa pertusa* y *Dichanthium caricosum* (60 %) y otras plantas arvenses de la familia de las malvaceae (*Sida rhombifolia* L) y romerillo (*Bidens alba*) (15 %). Los animales pastorearon de forma restringida entre las 09:00 y 15:00 horas, el resto del tiempo permanecieron en corrales de estabulación, con sombra, suministro de forraje de *Pennisetum purpureum* y agua a voluntad.

Se caracterizaron los parámetros ambientales: temperatura (°C) y humedad relativa (%), en el sistema de producción, a través de los valores registros de la estación meteorológica del territorio (78346) Venezuela. Se tomaron las mediciones de un día cada semana en los meses de noviembre, enero y abril, que correspondieron a los periodos desde el 1 al 12. La evaluación del bienestar térmico de los animales se realizó a través de dos (2) índices:

1) Índice de TA y HR (ITH), que relaciona factores climáticos se calculó con la ecuación de Kibler, (1964):  $ITH = 1,8 TA - (1-HR) (Ta-14,3) + 32$ , donde la TA es la temperatura media (°C) y HR es la humedad relativa.

Se calculó el ITH en dos horarios (mañana y tarde), según los registros de temperatura y humedad relativa, obteniéndose promedios diarios, considerándose que valores entre 71 y 79 unidades, indican una condición de alerta, de acuerdo a lo señalado por la World Meteorological Organization (1989).

2) Coeficiente de Tolerancia al Calor (CTC) o Índice de Benezra (1954), que relaciona índices fisiológicos del



animal. Para el cálculo del CTC se utilizó la modificación propuesta por López, et al. (2015), para ovinos, utilizando la fórmula:  $CTC = (TC/39) + (FR/23)$ , donde: TC es la temperatura corporal (°C) y FR es frecuencia respiratoria (inspiraciones/min) (Souza, et al., 2010). Este coeficiente señala que cuando el CTC es próximo a dos (2), los índices fisiológicos de los animales estarían indicando que no hay estrés calórico o que el animal es tolerante al calor.

Se determinó la frecuencia respiratoria (mov/min) cuantificando el número de movimientos del flanco del animal, en el transcurso de un minuto con un cronometro. Posteriormente, cada animal fue sujetado para la determinación de la temperatura corporal, que se determinó con el uso de un termómetro digital introducido durante 20 segundos a nivel del recto de cada uno de los animales a una profundidad de 5 cm.

Tanto TC como FR fueron determinados semanalmente, en 12 semanas, que coincidieron con el registro de los datos climáticos. Las mediciones en los animales se realizaron previo al traslado a los potreros (9:00 horas) y después de concluir el mismo, entre las 15:00 y 16:00 horas, en las instalaciones, con descanso de 10 minutos antes de la medición.

El análisis de los datos se realizó a través del análisis de varianza para medidas repetidas en el tiempo, con el efecto de la sección del día (mañana o tarde). Se aplicaron las pruebas de comparación de medias para casos necesarios, en las variables cuyas diferencias fueron significativas. El programa estadístico utilizado fue SPSS 17.0. Adicionalmente, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las variables fisiológicas y ambientales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cambios en la temperatura rectal y en la frecuencia respiratoria son los dos parámetros fisiológicos más utilizados como medida de confort animal y de adaptabilidad a ambientes adversos. Por otro lado, el índice de temperatura humedad (ITH) del aire puede utilizarse para evaluar el impacto ambiental en el ganado, pues permite describir los efectos del medio ambiente en la capacidad de los animales para disipar el calor.

Se encontró diferencias ( $P < 0.01$ ) entre la sección del día (mañana o tarde) para los indicadores fisiológicos en los animales (tabla 1). Todos los indicadores fueron superiores en la sección de la tarde, similar a lo descrito por Vicente, et al. (2018), en su estudio de Parámetros bioquímicos y hematológicos en ovinos de pelo con y sin sombra bajo condiciones desérticas.

Se detectaron variaciones en la Temperatura rectal y frecuencia respiratoria de acuerdo con los cambios en la Temperatura ambiente y el ITH observados a través del día. Estos hallazgos coinciden con otras investigaciones donde las variables fisiológicas aumentaron con el incremento en la Temperatura a través del día, tanto bajo condiciones de estrés calórico como de termoneutralidad (Seixas, et al., 2017). En general, los índices fisiológicos de los animales en condiciones tropicales se incrementan en las horas de la tarde. Santos, et al. (2006), reportan valores AM vs. PM de Temperatura Corporal en ovinos de 39,0-39,2 a 39,6-39,7°C y Frecuencia Respiratoria 47,3-56,0 a 83,3-115,

respectivamente. Similares resultados son presentados por Quesada, et al. (2001).

Se obtuvo una diferencia de 1,4 °C y 53,9 movimientos/minuto, para la temperatura corporal y frecuencia respiratoria, respectivamente. Similar para la temperatura e inferior para la frecuencia respiratoria a lo descrito por Reyes, et al. (2018), que indican los animales están en incomodidad térmica, cuando excedan de los límites de 80 movimientos/minuto y de 39.1°C.

Los valores de ITH en la sección de la mañana se acerca considerablemente y en la sección de la tarde supera en forma importante los umbrales de alerta por estrés en la mayoría de las especies animales ( $\geq 72$  unidades). Sin embargo, para ovinos de pelo este umbral de ITH podría no ser el punto de quiebre entre bienestar y Estrés Calórico ( $ITH \geq 72$ ). Es decir, las condiciones climáticas presentadas en este estudio pueden ser consideradas como de alerta por estrés, aún en ovinos.

El CTC, aunque fue mayor en la tarde, en ambos casos superó el valor de dos (2). ( $P < 0,001$ ). mostrando una posible situación de inicio de estrés en los dos casos, según reportes de Souza, et al. (2010), y lo descrito por López, et al. (2015), que refiere CTC ligeramente superiores a 3 asociados con incrementos de aproximadamente 0,5 °C en la TR y la duplicación en la FR típicas de los pequeños rumiantes.

Tabla 1. Indicadores fisiológicos y ambientales según la sección del día.

Indicadores n=240	Sección del día		EE ±	Sign
	Mañana	Tarde		
Temperatura Corporal, °C	38,0	39,4	0,03	***
Frecuencia respiratoria, mov/min	72,7	126,6	2,47	***
CTC	3,91	6,94	0,09	***
Temperatura ambiente, °C	21,60	29,64	0,10	***
Humedad relativa, %	89,16	51,66	0,44	***
ITH	70,14	77,90	0,16	***

\*\*\*  $P < 0,001$

Se encontraron correlaciones significativas (tabla 2). ( $P < 0.01$ ), siendo las más altas entre la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria, entre la frecuencia respiratoria y temperatura ambiente, entre la temperatura rectal y la temperatura ambiente. Hubo una relación lineal entre la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal.

Tabla 2. Correlaciones entre indicadores fisiológicos y ambientales.

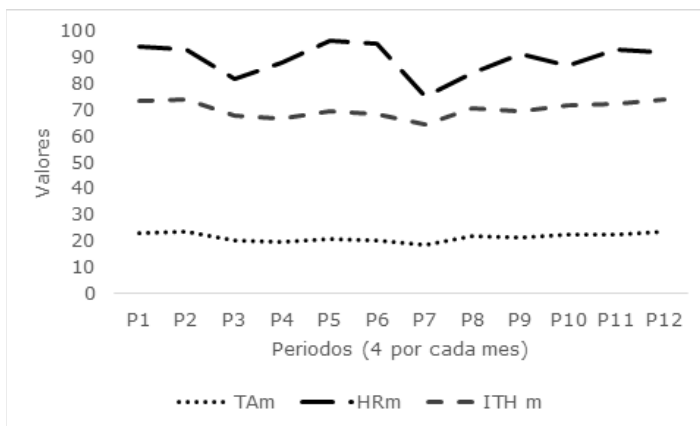
Indicadores ambientales	Indicadores fisiológicos		
	Temperatura corporal	Frecuencia respiratoria	CTC
Temperatura Ambiente	0,68**	0,63**	0,63**

Humedad relativa	-0,76**	-0,71**	-0,72**
ITH	0,57**	0,52**	0,53**

ITH: Índice de temperatura y humedad, CTC: Coeficiente de tolerancia al calor. Todos los valores de r son significativamente (\*\*p<0,01) diferentes de cero.

Los indicadores que relacionan los factores climáticos en la mañana (figura 1) muestran una variación de 5 °C, con una temperatura media mínima de 18,6 y máxima de 23,6 °C, a lo largo de los periodos estudiados. Los mayores valores se encontraron en las primeras dos semanas de noviembre (P1 y P2) y en las últimas tres semanas de abril (P10, P11 y P12).

La humedad relativa en la mañana presentó variaciones entre 75 y 96 %. Los valores más altos estuvieron en las primeras dos semanas de noviembre (P1 y P2), primeras dos semanas de enero (P5 y P6) y últimas dos semanas de abril (P11 y P12). El ITH que depende directamente de los dos parámetros anteriores fluctuó principalmente en función de la temperatura, alcanzando valores máximos de 73,7 con un mínimo de 64,8. Como condición de alerta en los animales, se encontraron valores por encima de 71, en las primeras dos semanas de noviembre (P1 y P2) y últimas tres semanas de abril (P10, P11 y P12).

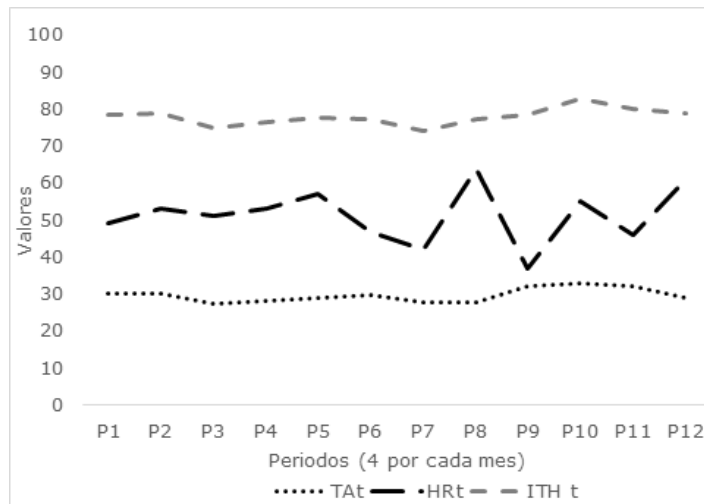


m: sección de la mañana

Figura 1. Indicadores relacionados con los factores climáticos en la mañana.

Los indicadores que relacionan los factores climáticos en la tarde (figura 2) muestran una variación de 3 °C, con una temperatura media mínima de 27,3 y máxima de 30,3 °C, a lo largo de los periodos estudiados. Los mayores valores se encontraron en las primeras dos semanas de noviembre (P1 y P2) y en las últimas tres semanas de abril (P10, P11 y P12).

La humedad relativa en la mañana presentó variaciones entre 46 y 98 %. Los valores más altos estuvieron en las primeras dos semanas de noviembre (P1 y P2), primeras dos semanas de enero (P5 y P6) y últimas dos semanas de abril (P11 y P12). El ITH mostró variación para los periodos, con un mínimo de 64,8 y máximo de 77,9. Como condición de alerta en los animales, se encontraron valores por encima de 71, en las primeras dos semanas de noviembre (P1 y P2) y últimas tres semanas de abril (P10, P11 y P12). Se observó un patrón en los valores de ITH presentando en la sección de la tarde los valores más altos.



t: sección de la tarde

Figura 2. Indicadores relacionados con los factores climáticos en la tarde.

En la investigación llevada a cabo durante las secciones del día, el valor más alto de ITH fue en el la tarde, coincidiendo con el período de las temperaturas más altas, de acuerdo con el observado por Correa, et al. (2009). West (1999), afirma que las alternativas para mantener el rendimiento y bienestar de los animales en las estaciones calientes implica necesariamente una mejor adecuación para facilitar a la disipación de calor animal en el medio ambiente.

Con respecto a la respuesta de los ovinos al estrés térmico, pueden ser citados indicadores hormonales (cortisol), de comportamiento o los indicadores fisiológicos, como la temperatura corporal y frecuencia respiratoria. Estos dos últimos son según Hemsworth, et al. (2000), indicadores muy interesantes para ser utilizados como una medida del confort animal. En la finca bajo estudio había diferencias en los valores de temperatura rectal y la frecuencia respiratoria. Por otro lado, ambos parámetros sufrieron un incremento significativo en la transición de la sección de la mañana a la tarde, fundamentalmente por la influencia en la subida del ITH.

## CONCLUSIONES

Las altas correlaciones encontradas entre la frecuencia respiratoria, temperatura rectal con el ITH, sugieren estos indicadores fisiológicos excelentes como predictores de estrés.

Las relaciones entre el comportamiento fisiológico y las variables climáticas reflejan la importancia del bienestar térmico en los animales, justificando la necesidad de suministro de sombra.

Se encontró un efecto significativo del periodo del día (mañana o tarde) en los indicadores fisiológicos temperatura rectal, frecuencia respiratoria y coeficiente de tolerancia al calor, con los mayores valores en la tarde. Esto explica las condiciones de desconfort térmico a que están sometidos estos animales bajo estas condiciones de producción, los valores de ITH superiores a 72 determinaron estrés moderado en mayor parte, del tiempo estudiado, con predominio en la sección de la tarde

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benezra, M. V. (1954). 'A new index for measuring the adaptability of cattle to tropical conditions'. *Journal Animal Science*, *13*(4), 1004-1015.
- Correa, C. A., Santos, G., Avendaño, L., Rivera, F., Alvarez, D., Ardon, F., Diaz, R., & Collier, R. (2009). Enfriamiento artificial y tasa de concepción de vaquillas holstein con estrés térmico. *Arch Zootec*, *58*(22), 231-239.
- Ferguson, D. M., Fisher, A., Colditz, I. G., & Lee, C. (2017). Future challenges and opportunities. Sheep welfare. *Advances in Sheep Welfare*. (pp.285-293). Woodhead Publishing.
- Ganzábal, A. (2014). Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en Iberoamérica. INIA.
- Hemsworth, P. H., Coleman, G. J., Barnett, J. L., & Borg, S. (2000). Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. *J Anim Sci*, *78*, 2821-2831.
- Kibler, H. H. (1964). Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. *Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses*. University of Missouri. Agricultural Experiment Station.
- López, R., Pinto, S. L., Perozo, D., Pineda, J., Oliveros, I., Chacón, T., Rossini, M., & Ríos, D. L. (2015). 'Confort térmico y crecimiento de corderas West African pastoreando con y sin acceso a sombra artificial'. *Archivos de Zootecnia*, *64*(246), 139-146.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas. (2007). -Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, The Physical Science Basis. *Cambridge University Press*.
- Quesada, M., McManus, C., & Araujo, A. (2001). Tolerância o calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. *Rev Bras Zootecn*, *30*(3), 1021-1026.
- Reyes, J., Herrera, M., Marquina, J. R., Enjoy, D. D., & Pinto, S. L. (2018). Ambiente físico y respuestas fisiológicas de ovinos bajo sombra en horas de máxima radiación. *Archivos de Zootecnia*, *67*(259).
- Santos, J. R., Souza, B. B., Souza, W. H., Cezar, M. F., & Tavares, G. P. (2006). Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. *Ciênc Agrotec*, *30*(5), 995-1001.
- Seixas, L., De Melo, C. B., Tanure, C. B., Peripolli, V., & McManus, C. (2017). Heat tolerance in Brazilian hair sheep. Asian-Australas. *J Anim Sci.*, *30*(4), 593-601.
- Souza, B. B., Oliveira, I. J., Mellace, E. M., Siqueira, R. F., Zotti, C. A., & Garcia, P. R. (2010). Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. *Agrop Cientif No Semi-Árido*, *6*(2), 59-65.
- Vera, H. I., Ortega, C. M., Herrera, H. J., & Huerta, J. M. (2019). Bienestar en ovinos y su evaluación. *AgroProductividad*, *12*(9).
- Vicente-Pérez, A., Avendaño-Reyes, L., Barajas-Cruz, R., Macías-Cruz, U., Correa-Calderón, A., Vicente-Pérez, R., Corrales-Navarro, J. L., & Guerra-Liera, J. E. (2018). Parámetros bioquímicos y hematológicos en ovinos de pelo con y sin sombra bajo condiciones desérticas. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, *5*(14), 259-269.
- West, J. W. (1999). Nutritional strategies for managing the heat - stressed dairy cow. *J Anim Sci*, *77*(Suppl. 2), 21-35.
- World Meteorological Organization. (1989). Animal Health and Production at Extremes of Weather. *Technical Note N° 191*. WMO.

# 22

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## DIVERSIDAD Y USOS DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN AGROECOSISTEMAS URBANOS DE PINAR DEL RÍO, CUBA

## DIVERSITY AND USES OF ARBOREAL VEGETATION IN URBAN AGROECOSYSTEMS OF PINAR DEL RÍO, CUBA

Lisandra Hernández Guanche<sup>1</sup>

E-mail: [lisandra.guanche@upr.edu.cu](mailto:lisandra.guanche@upr.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4018-4986>

Yoerlandy Santana Baños<sup>1</sup>

E-mail: [yoerlandy@upr.edu.cu](mailto:yoerlandy@upr.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3793-7828>

Yusniel Dago Dueñas<sup>1</sup>

E-mail: [yusniel.dago@upr.edu.cu](mailto:yusniel.dago@upr.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5513-0561>

Armando Acosta Hernández<sup>1</sup>

E-mail: [armando.acosta@upr.edu.cu](mailto:armando.acosta@upr.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3033-1535>

Ramón Hernández Carballo<sup>1</sup>

E-mail: [ramon.hernandez@upr.edu.cu](mailto:ramon.hernandez@upr.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1486-5016>

<sup>1</sup> Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca." Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Hernández Guanche, L., Santana Baños, Y., Dago Dueñas, Y., Acosta Hernández, A., Hernández Carballo, R. (2020). Diversidad y usos de la vegetación arbórea en agroecosistemas urbanos de Pinar del Río, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 148-152.

### RESUMEN

La investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la diversidad de especies arbóreas y sus usos en los agroecosistemas urbanos "Ingeniería # 1" y "La Rosa", pertenecientes al municipio Pinar del Río, Cuba. Se inventariaron los individuos por especie en ambos agroecosistemas y se calcularon los valores de abundancia relativa e índices de diversidad. También se declararon los usos por especie y la proporción de estos en cada agroecosistema. Se identificaron 22 especies arbóreas pertenecientes a 21 familias con mayor representación de las Annonaceas, sin embargo, la mayor abundancia relativa se obtuvo con las especies *J. curcas* y *S. campanulata*, en el agroecosistema "La Rosa". Se constataron bajos índices de biodiversidad en ambos agroecosistemas, aunque ligeramente favorecida en "Ingeniería #1". Los usos más representados fueron "medicinal" y "otros usos" (ornamentales, melíferas y protectoras de suelo y agua), con proporción similar (90 %) en ambos agroecosistemas urbanos, mientras que la mayor proporción de especies maderables y comestibles se encontró en "La Rosa" e "Ingeniería #1", respectivamente.

### Palabras clave:

Especies arbóreas, finca suburbana, índices de diversidad, organopónico.

### ABSTRACT

The research was carried out with the objective of determining the diversity of tree species and their uses in the urban agroecosystems "Ingeniería # 1" and "La Rosa", belonging to the Pinar del Río municipality, Cuba. Individuals by species inventoried in both agroecosystems and relative abundance values and diversity indices were calculated. The uses by species and the proportion of these in each agroecosystem also declared. 22 tree species belonging to 21 families with the highest representation of the Annonaceas were identified; however, the highest relative abundance was obtained with the species *J. curcas* and *S. campanulata*, in the "La Rosa" agroecosystem. Low biodiversity indices found in both agroecosystems, although slightly favored in "Engineering # 1". The most represented uses were "medicinal" and "other uses" (ornamental, melliferous and protective soil and water), with a similar proportion (90%) in both urban agroecosystems, while the highest proportion of timber and edible species was found in "La Rosa" and "Ingeniería # 1", respectively.

### Keywords:

Tree species, suburban farm, diversity indices, organoponic.

## INTRODUCCIÓN

La biodiversidad vegetal ha sido reconocida, a nivel nacional e internacional, como un elemento fundamental para la generación de alimentos. Por tal razón su conocimiento, cuantificación y análisis es fundamental para entender el mundo natural relacionado con las especies de plantas que se desarrollan en los agroecosistemas y los cambios inducidos por la actividad humana (Vázquez, et al., 2012). La función de la biodiversidad en los sistemas agrícolas ha sido revalorizada en los últimos años por los servicios ecológicos que brinda, tales como el ciclado de nutrientes, la regulación biótica, el mantenimiento del ciclo hidrológico, la polinización, entre otros (Iermanó, et al., 2015).

En Cuba, la presencia de vegetación arbórea se ha fomentado en las últimas décadas en diferentes sistemas agrícolas urbanos y suburbanos. Sobre todo, por el intenso proceso de urbanización que vive el planeta desde la segunda mitad del pasado siglo, mismo que ha sido posible gracias al crecimiento de la producción agrícola (Castañeda, et al., 2017). Ello figura entre las causas del fuerte movimiento agrícola que tiene lugar tanto en las ciudades como su extensión a las tierras aledañas, reconocido como Agricultura Urbana Suburbana y Familiar (Companioni, et al., 2013).

La biodiversidad en las producciones agrícolas urbanas es un aspecto importante y se debe trabajar en función de su preservación y conservación (Vargas, et al., 2015). Estudios realizados en fincas suburbanas, sobre todo de la región oriental de Cuba, se enfocaron en aspectos muy específicos del componente productivo, y recomendaron estudios que consideraran diferentes indicadores de diversificación que sirvan de base para mejorar la productividad, el proceso de toma de decisiones y el diseño de estos sistemas (Vargas, et al., 2016).

Los escasos estudios que se tienen sobre la biodiversidad auxiliar en los sistemas agrícolas urbanos hacen necesario la ejecución de inventarios sobre el componente arbóreo, los cuales contribuirán al conocimiento de la diversidad de especies que lo componen. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad de especies arbóreas y sus usos en dos agroecosistemas urbanos del municipio Pinar del Río, Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en los agroecosistemas urbanos "Ingeniería # 1" situado en el reparto "Hermanos Cruz" con 22° 26' 06.4"N y 83° 40' 24.4"W y "La Rosa" ubicada en el reparto "Mintjares, con 22° 24' 19.03"N y 83° 42' 45.98 "W", perteneciente al municipio Pinar del Río, Cuba. El periodo de estudio abarcó los meses de septiembre 2018 y noviembre 2020. Es válido destacar que en el aspecto productivo existen diferencias pues, la finca suburbana La Rosa se enfoca en la producción de cultivos varios, mientras que "Ingeniería #1" se encuentra dentro de la modalidad de organopónico con producciones de hortalizas.

Para la evaluación de las especies arbóreas se empleó el método del transecto a paso de camino (100 m = 20x5 m,

con 1 m a cada lado para evitar el efecto de borde). En el levantamiento de la información de campo se tomaron muestras botánicas para su posterior determinación en herbario, siguiendo la metodología propuesta en el manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal, et al., 2006). Los nombres científicos de las especies, así como su clasificación taxonómica, se corroboraron con bases en las referencias disponibles (Barrace, et al., 2003; Centre for Agricultural Bioscience International, 2007).

Se realizó un inventario florístico a partir del recuento e identificación, hasta nivel de familia y especie, de las plantas arbóreas presentes en las fincas urbanas seleccionadas para el estudio. También se clasificaron por su uso las especies identificadas, utilizando la metodología propuesta por Godínez, et al. (2006), estos clasifican las especies en maderables, comestibles, medicinales y otros usos, dentro de estos últimos incluyen las ornamentales, melíferas y protectoras desuelo y agua. Con el inventario se determinó la abundancia relativa (AR), mediante la ecuación siguiente:

$$AR \text{ (abundancia relativa)} = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número total de individuos}} \times 100$$

La información sobre el número de especies e individuos presentes en los ambos agroecosistemas se calculó mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener para la equidad, el índice de dominancia de Simpson y el índice de riqueza de especies de Margalef. Los datos obtenidos sobre la composición y abundancia de especies, se procesaron con el programa BiodiversityPRO.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición florística del área estudiada (Tabla 1), arrojó como resultado 163 individuos pertenecientes a 22 especies vegetales distribuidas en 21 familias botánicas, compuesta en su mayoría por vegetación espontánea, especies con fines productivos y otras como barreras vivas, evidenciando el bajo nivel de adopción que existe en cuanto a la diversificación y conformación de arquitecturas vegetales, en estos escenarios.

Este estudio permitió ampliar el conocimiento de las especies arbóreas y de los principales usos que presentan en los sistemas de producción agrícola urbanos que se desarrollan en el municipio Pinar del Río, demostrando que la diversidad vegetal resulta afectada por el enfoque simplificado que se tiene sobre los sistemas productivos, precisamente relacionado con la biodiversidad específicamente.

La composición florística de Vargas, et al. (2016), es superior a los agroecosistemas muestreados, los cuales contabilizaron un total de 62 509 individuos pertenecientes a 65 familias y 183 especies.

Mientras que, Céspedes, et al. (2019), en muestreos realizados en fincas suburbanas contabilizaron un total de 7185 individuos pertenecientes a 34 familias y 102 especies, mientras que dentro de las familias de plantas más representativas estuvo Annonaceae, con dos especies.

Tabla 1. Listado de especies arbóreas identificadas en los sistemas agrícolas urbanos.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Abundancia relativa (%)		Usos
				Ingeniería #1	La Rosa	
1	Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata P.</i>	Tulipan americano	0.00	26.55	MR, MD,OU
2	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Guazima	0.00	3.54	MR, MD,OU
3	Annonaceae	<i>Annona cherimola Mill.</i>	Chirimoya	6.00	1.77	MD, CM, OU
4	Annonaceae	<i>Annona muricata L.</i>	Guanabana	2.00	1.77	MD, CM, OU
5	Myrtaceae	<i>Pisidium guajava L.</i>	Guayaba	20.00	2.65	MR, CM, MD,OU
6	Anacardiaceae	<i>Manguifera indica L.</i>	Mango	2.00	8.85	MR, CM, MD,OU
7	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus Jacq.</i>	Mamoncillo	0.00	1.77	CM, OU
8	Burceraceae	<i>Bursera simaruba Sarg.</i>	Almacigo	0.00	7.08	MR, MD,OU
9	Euroforbiaceae	<i>Jatropha curcas Wright</i>	Piñon botija	0.00	27.43	MD, OU
10	Papilionaceae	<i>Erythrina cubensis L.</i>	Piñon de pito	6.00	7.08	MD, OU
11	Combretaceae	<i>Terminalia catappa L.</i>	Almendra	0.00	2.65	CM, MD, OU
12	Lauraceae	<i>Persea americana Mill</i>	Aguacate	10.00	8.85	CM, MD, OU
13	Arecaceae	<i>Cocos nucifera L.</i>	Coco	8.00	0.00	CM, MD, OU
14	Meliaceae	<i>Azadirachta indica A. Juss.</i>	Nim	2.00	0.00	OU
15	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana K.</i>	Canistel	2.00	0.00	CM, MD, OU
16	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis Sims</i>	Maracuyá	2.00	0.00	CM, MD, OU
17	Bixaceae	<i>Bixa orellana L.</i>	Bija	2.00	0.00	MD, OU
18	Malpigiaceae	<i>Malpighia emarginata DC.</i>	Acerola	4.00	0.00	CM, MD, OU
19	Fabaceae	<i>Samanea saman Merr.</i>	Algarrobo	6.00	0.00	MR, MD, OU
20	Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia L.</i>	Nonis	4.00	0.00	MD, OU
21	Cucurbitaceae	<i>Melothria sp.</i>	Pepinillo	4.00	0.00	CM, OU
22	Moringaceae	<i>Moringa oleifera Lam.</i>	Moringa	20.00	0.00	MD, OU

Leyenda: MR -maderable, CM -comestibles, MD -medicinales, OU -otros usos.

Annonaceae fue la familia mejor representada con dos especies (Tabla 1), el resto de las familias estuvieron constituidas por una sola especie, expresando estos resultados una mayor abundancia de individuos por especies que cantidad de especies por familia. La prevalencia de las anonáceas se debe a que esta familia puede ser considerada como endémica, ya que se plantea que a la llegada de los españoles a Cuba ya existían. Por otra parte, los requerimientos de condiciones ambientales para el desarrollo de esta familia resultan propicios en los agroecosistemas en estudio, ya que necesita de temperaturas cálidas y humedades relativas elevadas. Pino (2008), en estudios realizados para medir la diversidad agrícola de especies arbóreas, identificaron Annonaceae como familia con mayor número de especies.

La abundancia relativa (Tabla 1), en ambos sistemas agrícolas urbanos arrojó valores superiores para el agroecosistema "La Rosa" prevaleciendo especies como *J. curcas* (27 %) y *S. campanulata* (27 %) mientras que, *P. guajava* (20 %), *M. oleifera* (20 %), y *P. americana* (10 %) mostraron mayor abundancia relativa en el agroecosistema "Ingeniería #1". Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Dichos resultados demuestran que persiste una simplificación marcada de la diversidad en el componente arbóreo de estos sistemas urbanos de producción agrícola, siendo perjudicial a la estabilidad y resiliencia de los mismos. Vargas, et al. (2016), obtuvo a *J. curcas* como especie más abundante, debido a que se caracteriza por ser ampliamente utilizada de forma tradicional por los campesinos en cercas vivas.

En la Agricultura Urbana, existen experiencias en la utilización de diversas especies como *P. americana*, *M. indica*, *P. guajava*, *C. nucifera*, *A. indica*, entre otras. Ortiz & Vera (2001), en estudios realizados sobre la biodiversidad en sistemas agrícolas urbanos, identificaron como especies con mayor abundancia a *P. americana*, *M. indica*, *P. guajava*, *C. nucifera*, entre otras.

Cabe destacar que el 33 % de las especies arbóreas identificadas, se encuentran comunes para ambos sistemas agrícolas urbanos; la clasificación de los usos propuestos (Figura 1), evidencia que el componente arbóreo para ambos sistemas está representado en más de un 90 % por plantas medicinales y otros usos, mientras que, en el agroecosistema "La Rosa" prevalecen las especies maderables (50 %) sin embargo, "Ingeniería #1" obtuvo resultados superiores al 80% para las especies comestibles.

El conocimiento tradicional involucrado en el uso y el manejo de los recursos naturales ha mostrado su potencial para aprovechar de manera conservacionista, múltiple e integral los recursos en los sistemas agrícolas, López (2012) plantea que, aproximadamente, el 80 % de la población de la mayor parte de los países en desarrollo todavía usa la medicina tradicional, derivada de plantas, para tratar enfermedades en humanos. Países como China, Cuba y otros han inscrito oficialmente en sus programas de salud el uso de la medicina tradicional.

Salmón, et al. (2012), al evaluar los componentes de la biodiversidad en una finca suburbana agroecológica, reportaron además de las especies melíferas, grupos de plantas como los frutales (comestibles).

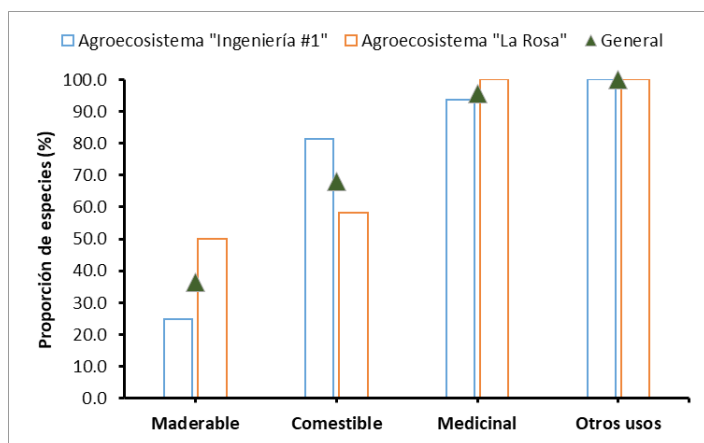


Figura 1. Proporción de especies arbóreas identificadas en los diferentes usos propuestos.

Vargas, et al. (2016), argumentaron que en fincas suburbanas estudiadas el grupo de frutales fue el más representado. Gutiérrez, et al. (2014), aseguran que dentro del marco de la Agricultura Urbana y Suburbana, existen fuertes movimientos de estimulación para la siembra de frutales. Según Padrón (2010), embellecen el campo por el extraordinario colorido de sus hojas, flores y frutos, su utilización como cercas vivas, cortinas rompevientos, franjas protectoras, entre otras, contribuye a incrementar la biodiversidad.

Los resultados anteriores demuestran que la prevalencia del componente arbóreo en estos escenarios está condicionada por el fin productivo, ya que, se establecen como una alternativa de subsistencia económica y recurso medicinal para tratar enfermedades, mientras que otras forman parte de la vegetación espontánea del agroecosistema, brindando así otros servicios ecológicos.

Al analizar la abundancia en los agroecosistemas urbanos (Tabla 2), se puede apreciar valores superiores en "La Rosa" con 113 individuos, mientras que, para la riqueza, se encontró un mayor número de especies en "Ingeniería #1",

al analizar los resultados del cálculo del índice de diversidad de Margalef en ambos escenarios, se aprecia que los valores obtenidos se ubican entre 10,23 y 12,36, respectivamente, aspecto que demuestra una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos para cada sistema.

Tabla 2. Índices de biodiversidad para los sistemas agrícolas suburbanos estudiados.

Índices	Ingeniería #1	La Rosa
Total de individuos	50	113
Riqueza	16	12
Shannon H' Log Base 10.	1.06	0.88
Simpsons Diversity (1/D)	10.38	5.96
Margaleff M Base 10,	12.36	10.23

También se destaca que los índices de equidad (Simpson 1/D) fueron superiores en el agroecosistema "Ingeniería #1", lo que evidencia que el número de especies no es un indicativo de mayor diversidad, ya que esta medida está asociada a la similitud en la distribución de dichas especies o viceversa; si existe un alto índice de dominancia de especies, la diversidad es menor. Dicho resultado se atribuye a que, en el agroecosistema las especies *P. guajava* y *M. oleifera* presentaron una cantidad de individuos (10) dominante sobre el resto de las especies representadas.

Del análisis de los valores de Simpson, se puede concluir que la existencia de valores del número de ejemplares de las especies cultivadas en dichos agroecosistemas urbanos, se encuentra inferior a los indicadores que corresponden a la equidad del agroecosistema, constituyen un indicador de las prioridades de los productores, a partir de intereses económicos que atentan contra la adecuada estabilidad del agroecosistema y un mejor funcionamiento de todos sus componentes. Céspedes, et al. (2019), para el caso de plantas arbóreas en fincas suburbanas los valores calculados para los índices de Margalef, Simpson y Shannon muestran tendencia a valores bajos e incluso muy bajos con 0,40; 0,66; 1,36-3,5, respectivamente.

Es importante para la uniformidad y la equidad de la comunidad que los índices indiquen mayormente una diversidad alta, lo cual se contrapone a la dominancia de una especie sobre otras, constituyendo este resultado un elemento importante al favorecer el adecuado funcionamiento del agroecosistema.

## CONCLUSIONES

Se identificaron 21 especies vegetales distribuidas en 20 familias botánicas con mayor representación de Annonaceas, aunque se obtuvo mayor abundancia relativa con las especies *J. curcas* y *S. campanulata*, en el agroecosistema "La Rosa".

Los usos más representados fueron "medicinal" y "otros usos", en ambos agroecosistemas, mientras que la mayor proporción de especies maderables y comestibles se encontró en "La Rosa" e "Ingeniería #1", respectivamente. Se constataron bajos índices de biodiversidad en

ambos agroecosistemas, aunque ligeramente favorecida en "Ingeniería #1".

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrace, A., Beer, J., Boshier, D. H., Chamberlain, J., Cordeiro, J., Detlefsen, G., Finegan, B., & Galloway, G. (2003). Árboles de Centroamérica un manual para extensionistas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Castañeda, W., Herrera, A., González, R., & Marful, E. S. (2017). Población y organoponía como estrategia de desarrollo local. *Novedades en Población*, (25), 43-55.
- Centre for Agricultural Bioscience International. (2007). Compendio de Protección de Cultivos. CAB International.
- Céspedes, J. L., Jiménez, M. y Estévez, M. R. (2019). Diversidad de especies vegetales en seis fincas del municipio Minas, Camagüey, Cuba. *Revista Agrisost*, 25(1), 1-10.
- Godínez, D., Placencia, J. y Enríquez, N. 2006. Flora y vegetación de Loma La Lliga, Cuenca del Río San Pedro, Camaguey, Cuba. *Polibotánica*, 21.
- Companion, N. (2013). Agricultura urbana y ferias urbanas: la experiencia de Cuba. *Serie de Seminarios y Conferencias*, (77), 87-92.
- Gutiérrez, E., Soto, R., Castellanos, L., Concepción, I., & Osorio, G. E. (2014). Indicadores de biodiversidad de los frutales de unidades de producción agrícola de la Región Central de Cuba. *Revista Centro Agrícola*, 41(4), 79-85.
- Iermanó, M. J., Sarandón, S. J., Tamagno, L. N., & Maggio, A. D. (2015). Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del "potencial de regulación biótica" en agroecosistemas del sudeste bonaerense 2015. *Rev. Fac. Agron.*, 114(3).
- López, M. (2012). Manual de plantas medicinales para Guinea Ecuatorial. Fundación de Religiosos para la salud (FRS).
- Ortiz, R., & Vera, C. (2001). Estudios de la biodiversidad en huertos agrícolas urbanos de dos municipios de ciudad de La Habana. Caracterización de las accesiones del Género *Vigna*. *Revista Cultivos Tropicales*, 22(4), 17-24.
- Padrón, W. R. (2010). Fincas Agroforestales. Programa de Diseminación de Tecnologías Apropriadas para la Innovación y el Desarrollo Agropecuario Sostenible. Cienfuegos, Cuba. Universidad de Cienfuegos.
- Pino, M. (2008). Diversidad agrícola de las especies de frutales en el agroecosistema campesino de la comunidad Las Caobas, Gibara, Holguín. *Cultivos Tropicales*, 29(2), 5-10.
- Salmón, Y., Monzote, F. R., & Martín, O. M. (2012). Evaluación de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica "Las Palmitas" del municipio Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 35 (3), 321-332.
- Vargas, B., Candó, L., Pupo Blanco, Y., Ramírez, M., Escobar, Y., Rizo, M., Molina, L., Bell, T. & Vuelta, D. (2016). Diversidad de especies vegetales en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Agrisost*, 22(2), 1-23.
- Vargas, B., Pupo, Y. G., Fajardo, L., Puertas, A., & Rizo, M. (2015). Diversidad de insectos asociada a Lantana Camara (Rompe Camisa) en localidades agrícolas de Santiago de Cuba, Cuba. *Investigación y Saberes*, 9(1), 17-18.
- Vázquez, L. L., Matienzo, Y., Simonetti, J., Veitía, M., Paredes, E., & Fernández, E. (2012). Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos. *Agricultura Orgánica*, 18(3), 14-18.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, H., Mendoza, F., Ospina, M., & Umaña, A.M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.



# 23

---

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: octubre, 2020

Fecha de publicación: diciembre, 2020

## ACTIVIDAD DE LOS POLVOS VEGETALES DE EUGENIA ASPERIFOLIA O. BERG SOBRE SITOPHILUS ORYZAE L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

### ACTIVITY OF THE PLANT POWDERS OF EUGENIA ASPERIFOLIA O. BERG ON SITOPHILUS ORYZAE L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Cesaltino Pedro Da Silva João<sup>1</sup>

E-mail: [engcesaltinodasilva@gmail.com](mailto:engcesaltinodasilva@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4261-812X>

Yhosvanni Pérez Rodríguez<sup>1</sup>

E-mail: [yprodriguez@ucf.edu.cu](mailto:yprodriguez@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-8961>

Roberto Valdés Herrera<sup>2</sup>

E-mail: [robertovh@uclv.edu.cu](mailto:robertovh@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-7756>

Leónides Castellanos González<sup>3</sup>

E-mail: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

Ana Álvarez Sánchez<sup>4</sup>

E-mail: [anaalvarez@uti.edu.ec](mailto:anaalvarez@uti.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1102-3753>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

<sup>2</sup> Universidad Central "Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

<sup>3</sup> Universidad de Pamplona. Colombia.

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica Indoamérica. Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Da Silva João, Cesaltino Pedro, Pérez Rodríguez, Y., Valdés Herrera, R., Castellanos González, L., & Álvarez Sánchez, A. (2020). Actividad de los polvos vegetales de *Eugenia asperifolia* O. Berg sobre *Sitophilus oryzae* L. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 153-157.

#### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la actividad de los polvos vegetales de *Eugenia asperifolia* O. Berg sobre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) considerada la plaga más importante de los cereales se condujo un ensayo bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos conformados por tres concentraciones de polvos (1 %, 2 % y 3 %) (m/m) y un tratamiento control (semillas de maíz sin tratar), en placas de Petri (Ø 12,0 cm, h=2,0 cm). Fueron agregados 10 g maíz (*Z. mays*) var TGH seleccionadas sin daño. En la ejecución del mismo se tomaron insectos adultos a partir de la segunda generación, entre siete y 15 días de emergidos los adultos, debidamente identificados por las claves correspondientes. Se seleccionaron hojas de la especie botánica *Eugenia asperifolia* O. Berg sinonimia *Eugenia microphylla* A. Rich. Se realizó el cálculo del porcentaje de mortalidad, índice de repelencia, emergencia y pérdida de peso. Los datos fueron procesados mediante la prueba de Comparación Múltiple Z para Kruskal-Wallis mediante el software Statistix v 8.0. La especie botánica *E. asperifolia* mostró efecto insecticida al utilizar concentraciones de 2 % y 3 % (m/m) sobre *S. oryzae* y constituye una alternativa en la conservación de granos al reducir la emergencia de *S. oryzae* y las pérdidas de peso en granos de maíz.

#### Palabras clave:

Granos almacenados, gorgojos, insecticida vegetal.

#### ABSTRACT

With the aim of evaluating the activity of the plant powders of *Eugenia asperifolia* O. Berg on *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) considered the most important pest of cereals, a trial was conducted under a completely randomized design with four treatments consisting of three Powder concentrations (1%, 2% and 3%) (w / w) and a control treatment (untreated corn seeds), in Petri dishes (Ø 12.0 cm, h = 2.0 cm), .10 g maize (*Z. mays*) var TGH selected without damage were added. In the execution of the same, adult insects were taken from the second generation, between seven and 15 days after the emergence of the adults, duly identified by the corresponding keys. Leaves of the botanical species *Eugenia asperifolia* O. Berg synonym of *Eugenia microphylla* A. Rich were selected. The calculation of the mortality percentage, repellency index, emergence and weight loss was performed. The data were processed using the Kruskal-Wallis Multiple Comparison Z test using Statistix v 8.0 software. The botanical species *E. asperifolia* showed an insecticidal effect when using concentrations of 2 % and 3 % (w / w) on *S. oryzae* and constitutes an alternative in the conservation of grains by reducing the emergence of *S. oryzae* and the loss of weight in corn kernels.

#### Keywords:

Stored grains, weevils, plant insecticide.

## INTRODUCCIÓN

El adecuado almacenamiento de los granos, que son alimentos fundamentales en la nutrición de muchos países, influye en la seguridad alimentaria de su población. Varios centros de investigaciones desarrollan tecnologías que hacen del almacenamiento un campo cada vez más complejo y especializado. Durante esta etapa pueden ocurrir afectaciones que oscilan entre el 5 % y 30 % de las pérdidas de los granos. De ellas, el 10 % puede ser causada por el ataque de insectos plagas. Adicionalmente, Zunjare, et al. (2016), refieren que este porcentaje puede ser mayor en las zonas tropicales y subtropicales donde la temperatura y la humedad favorecen el desarrollo de insectos que pueden alimentarse de las semillas y ocasionar pérdidas en la calidad de las mismas, a la vez afectan el poder germinativo de las mismas. Los daños producidos por diferentes especies de insectos plaga en estas condiciones de almacenamiento es el principal problema que enfrenta el agricultor en la etapa de poscosecha.

Las subespecies de insectos *Sitophilus oryzae oryzae*, *Sitophilus oryzae zeamais* son las causantes de las mayores pérdidas por afectaciones en condiciones de almacenamiento. *S. oryzae* es considerada la plaga más importante de los cereales en zonas tropicales húmedas (Nwaubani, et al., 2014). Este insecto pertenece al orden Coleoptera, familia Curculionidae, es capaz de dañar granos sanos y sus larvas dejan típicos orificios en los granos al alimentarse en su interior.

Su control está basado en plaguicidas con los consiguientes daños que ocasionan al ambiente, por lo que una alternativa a estos productos químicos es el uso de polvos vegetales durante el período de almacenamiento (Quiñones, et al., 2017). La utilización de alternativas biológicas para combatir esta plaga en almacenes, silos e instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos, influye positivamente sobre la salud del hombre, los animales y el ambiente. Así como una mayor eficiencia económica por disminución de insumos de plaguicidas y contribuye a la eliminación del uso de los mismos, para su control mediante el desarrollo de un programa de manejo integrado.

Las especies botánicas han generado en los últimos años nuevas posibilidades a utilizar como productos eficaces en el control de insectos. Estos insecticidas de origen vegetal en la actualidad han cobrado gran auge debido a que son apropiados para la aplicación a pequeña escala, con vista a la protección de granos y productos almacenados del ataque de insectos plaga. Además, pueden llegar a ser menos tóxicos que los insecticidas químicos y son fácilmente biodegradables (Isman & Machial, 2006).

Algunos polvos de origen vegetal, se pueden utilizar satisfactoriamente para el control de plagas durante el período de almacenamiento. Sin embargo, existe un grupo numeroso de plantas que no han sido estudiadas aún con las potencialidades del reino vegetal como fuente de nuevos insecticidas. Una gran diversidad florística perteneciente a las familias Myrtaceae, en la búsqueda de nuevas alternativas para el control de plagas de almacén a través de polvos vegetales, se investiga en Cuba al respecto.

La familia Myrtaceae cuenta con abundantes especies botánicas, que permiten acometer estudios relacionados

a la búsqueda de nuevas posibilidades para el control de *S. oryzae*, basándose en el efecto alelopático que ejercen sus extractos vegetales sobre los insectos plagas. Por lo expuesto anteriormente, el objetivo del trabajo fue evaluar la actividad de los polvos vegetales de *Eugenia asperifolia* O. Berg sobre *S. oryzae*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el laboratorio de biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cuba, se utilizó una cría de *S. oryzae*, a partir de la segunda generación de 15 días de emergidos los adultos, debidamente identificados por las claves correspondientes.

Se seleccionaron hojas de la especie botánica *Eugenia asperifolia* O. Berg sinonimia *Eugenia microphylla* A. Rich., especie utilizada en forma artesanal, industrial, ornamental y muy poco investigada como fitoplaguicida con gran endemismo en el macizo Guamuhaaya. La especie fue recolectada durante la etapa de floración, según Garcia (2002), en este estado fenológico se produce la mayor concentración de compuestos químicos secundarios. Las hojas adultas colectaron directamente de las plantas, en el horario de 9:00 a 11:00 de la mañana, y se verificó que fueran hojas sin daño visible. Las mismas fueron recolectadas a partir del segundo par de hojas de las ramas seleccionadas cercanas al tallo, a una altura de 2 m del suelo. Las hojas se escogieron al azar, en distintas posiciones alrededor del tallo, considerando los puntos cardinales.

Los polvos vegetales se obtuvieron a partir del molinaje de las hojas de cada especie botánica por separado en un molino C&N Junior de procedencia alemana. Durante este proceso se obtuvieron partículas menores de 1 mm. Se almacenaron en frascos de cristal de 250 mL de capacidad. Posteriormente, el recipiente fue etiquetado, sellado y colocado en un lugar fresco y seco, bajo condiciones de oscuridad y baja humedad, hasta el momento de su utilización.

Para determinar el comportamiento de la especie insectil ante las mezclas de semillas de maíz con polvos y conocer el efecto que ejercen sobre los insectos, fueron realizados bioensayos en los cuales se utilizaron placas de Petri (Ø 12,0 cm, h=2,0 cm), previamente rotuladas. Se condujo un ensayo bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos conformados por tres concentraciones de polvos (1 %, 2 % y 3 %) (m/m) y un tratamiento control (semillas de maíz sin tratar).

El ensayo contó con 15 repeticiones por tratamiento, donde fueron agregados 10 g maíz (*Z. mays*) var TGH (seleccionadas previamente para evitar semillas dañadas de tres meses de almacenadas) por la preferencia de *S. oryzae* por el mismo (Valdés, et al., 2008). De igual forma el tamaño que posee la semilla de este grano, facilita la diferenciación entre los granos sanos y dañados por insectos.

La unidad experimental de cada tratamiento fue infestada con 10 parejas de *S. oryzae* de 10 días de adultez (para aseverar que los insectos no estuvieran enfermos), antes de ser cerrada y asegurada en su contorno con papel PARAFILM "M" (Chicago, IL). Seguidamente, las mismas se colocaron bajo condiciones de completa oscuridad. El tiempo de duración del experimento fue de 55 días, se

midieron las variables: porcentaje de mortalidad a los 15 días de aplicados los polvos vegetales, índice de repelencia, porcentajes de emergencia de *S. oryzae* en semillas y pérdida del peso en las semillas almacenadas (a los 55 días de aplicados los polvos).

El cálculo del porcentaje de mortalidad se realizó por la fórmula de Abbott modificada (1925):

$$\text{Mortalidad corregida} = \left( \frac{\text{Mortalidad en tratamiento} - \text{Mortalidad en testigo}}{100 - \text{Mortalidad en testigo}} \right) 100$$

La determinación del efecto de repelencia de los polvos sobre el gorgojo fue evaluada para las proporciones granos-polvos antes mencionados según la metodología propuesta por Mazzonetto (2002), con ligeras modificaciones.

En el bioensayo se utilizó un diseño formado por cinco cajas plásticas circulares (Ø 11,0 cm, h=6,0 cm). Para cada ensayo, se distribuyeron dos cajas simétricamente opuestas por el tratamiento de polvo vegetal y dos del tratamiento control sin polvos vegetales, conectados a una caja central mediante tubos plásticos de 10 cm de longitud en la que se liberaron 20 adultos de *S. oryzae*. Cada ensayo contó con tres repeticiones en el tiempo por tratamiento.

El índice de repelencia (IR), contabilizado a las 24 horas, se realizó mediante la fórmula (Mazzonetto, 2002), que se valora de la siguiente forma: (IR=1) Neutro, (IR>1) Atrayente, (IR<1) Repelente

$$\text{Índice de repelencia} = \frac{2G}{G+P}$$

G: Porcentaje de insectos presentes en el tratamiento con respecto a la placa central.

P: Porcentaje de insectos presentes en el tratamiento control con respecto a la placa central.

En la determinación de los porcentajes de emergencia de insectos adultos (F<sub>1</sub>) de la infestación se siguieron las recomendaciones realizadas por Aguilera (2001). Se consideró la emergencia del tratamiento control como el 100 % de los insectos a emerger. Para ello se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \left( \frac{\text{Porcentaje emergencia en el tratamiento}}{\text{Porcentaje emergencia en el testigo absoluto}} \right) 100$$

La tabulación de los datos fue realizada en Microsoft Office EXCEL 2010. Todos los datos fueron sometidos a la comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas según la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene, respectivamente. Para determinar las diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey mediante SPSS v 21. Cuando no se cumplieron los supuestos mencionados anteriormente, se realizó la prueba de Comparación Múltiple Z para Kruskal-Wallis (alfa 0,05). El procesamiento estadístico se efectuó con el empleo del software Statistix v 8.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 15 días de evaluado el porcentaje de mortalidad la concentración 1 %, no mostró diferencias significativas con respecto al control. De igual manera, al analizar la mortalidad de *S. oryzae* a concentraciones superiores, de 2 % y

3 %, no difieren entre ellas y alcanzaron mortalidad entre 34,1 % y 50,3 % respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Mortalidad de *S. oryzae* a los 15 días de iniciado el experimento.

Concentración(masa/masa)	Mortalidad (%)	Media de Rangos
1	28,3	23,0 bc
2	34,1	38,0 ab
3	50,3	53,0 a
Control	0	8,0 c

**Medias con letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas para ( $p < 0,05$ ) (Kruskal-Wallis)  $Z = 2.638$**

Los resultados alcanzados a la concentración del 1 % con *E. asperifolia* no cumplen lo referido por Lagunes, et al. (1994), cuando expresan que son efectivos aquellos tratamientos con polvos vegetales que, a la concentración de 1 % (m/m), alcanzan valores superiores al 40 % de mortalidad. Este tratamiento solo logra controlar el 28,3 % del insecto. Resultados similares fueron obtenidos por Pérez, et al. (2019), con polvos de *E. buxifolia*, el control de *S. oryzae*.

*E. asperifolia* mediante la utilización en polvos para el control de *S. oryzae* requiere incrementar las dosis para lograr una mejor opción debido a que por su mayor toxicidad demanda una mayor cantidad de material vegetal, y se requiere de mayor área foliar de la planta. Lo cual dependerá de la disponibilidad en las fincas y a la vez la realización de estudios en otras formulaciones para incrementar su efecto insecticida.

Aunque el género *Eugenia* incluye aproximadamente 1000 especies, siendo el más grande dentro de la familia Myrtaceae con aproximadamente 350 especies, el mismo posee una amplia gama de actividades biológicas fundamentalmente enfocadas a enfermedades de humanos. Estas incluyen efecto analgésico, antibacteriano, antidiabético, antifúngico, anti-inflamatorio, antioxidante (De Souza, et al., 2018). Sin embargo, otras especies de este mismo género han mostrado mayor actividad insecticida según Cruz, et al. (2019), al necrosar los huevos y ninfas, así como inhibir el asentamiento *Bemisia tabaci* (Gennadius). Lo cual puede estar relacionado con los metabolitos secundarios presentes en esta especie que no provoca la pérdida la funcionalidad de la enzima acetilcolinesterasa a concentraciones bajas.

Todos los tratamientos presentaron I.R menor a 1 al alcanzar índice de repelencia de 0,613 a la concentración al 1 %, y sin mostrar diferencias las concentraciones de 2 % y 3 %. Resultados que permiten mantener alejados al insecto del grano al presentar efecto repelente, evitar infestaciones externas, y les confiere un efecto preventivo a los mismos (Figura 1).

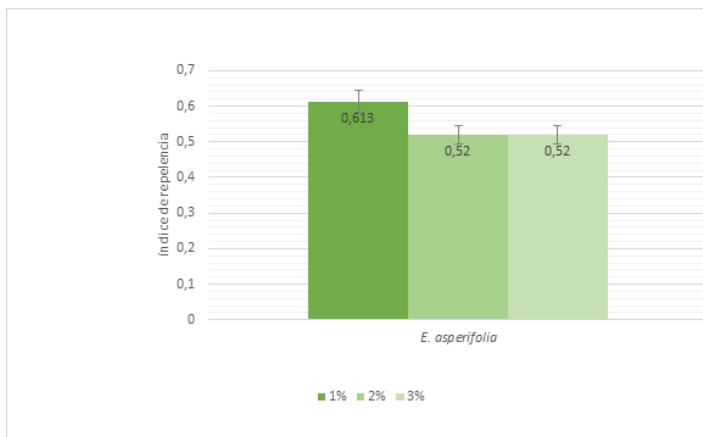


Figura 1. Índice de repelencia de los polvos vegetales sobre *S. oryzae*. Las barras verticales (T) indican error del porcentaje (5 %)

Los resultados obtenidos evidencian una relación directa entre la concentración utilizada y la repelencia, resultados que coinciden con los obtenidos por Nerio, Olivero & Stashenko (2010). Estos autores expresan que, a mayor concentración de polvos, mayor es la concentración de compuestos volátiles que forman una barrera que evita entrar en contacto con la superficie tratada, por lo que es evidente obtener un incremento en el efecto repelente.

Al evaluar la emergencia de insectos adultos se pudo comprobar a la concentración del 1 % (m/m), emergieron el 49,11 % de insectos adultos respecto al control, mostrando diferencias significativas con el mismo. Al aumentar la concentración a 2 % y 3 % la emergencia se reduce en más de 25 % y se evidencia que no difiere significativamente entre estas concentraciones. Todos los tratamientos difieren del control (Figura 2).

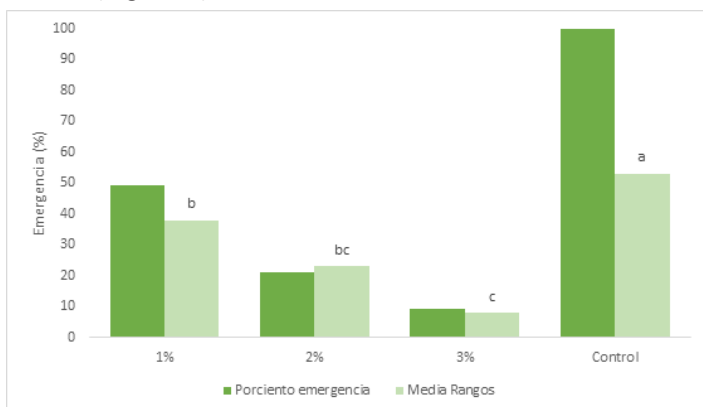


Figura 2. Emergencia de insectos adultos (%) a los 55 días. Medias con letras diferentes entre columnas denotan diferencias significativas para ( $p < 0,05$ ) (Kruskal-Wallis)  $Z = 2,638$

Los resultados evidencian la relación existente entre el uso de polvos de plantas y la emergencia de insectos adultos. Al aumentar la concentración disminuye significativamente la emergencia de *S. oryzae*, debido a la capacidad que poseen los metabolitos de interrumpir la alimentación y reproducción del insecto. Silva, et al. (2004), refieren que los polvos vegetales capaces de reducir al menos el 50 % de la emergencia de los insectos, pueden considerarse como promisorios en el control de los mismos. Este resultado

puede estar dado por la presencia de semioquímicos derivados del metabolismo secundario, los que actúan como disuasivos de la ovoposición y reguladores del crecimiento.

## CONCLUSIONES

La especie botánica *E. asperifolia* a la concentración 1 % solo alcanzó el 28,3 % de control sobre *S. oryzae*, y al incrementar la concentración a 3 % controló el 50,3 de esta especie insectil. *E. asperifolia* presentó efecto repelente sobre *S. oryzae* y redujo la emergencia su emergencia en granos de maíz.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, W.S. (1925). Method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Aguilera, M. (2001). Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha dominica* (FABR). (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados.
- Cruz, E. A., Ruiz-Sánchez, E., Medina-Baizabal, I.L., Balam-Uc, E., & Gamboa-Angulo, M. (2019). Effect of *Eugenia winzerlingii* extracts on *Bemisia tabaci* and evaluation of its nursery propagation. *Phyton, Journal of Experimental Botany*, 88(2), 161-170.
- De Souza, A.M., De Oliveira, C. F., De Oliveira, V. B., Betim, C. M., Miguel, O. G., & Miguel, M. D. (2018). Traditional uses, Phytochemistry, and antimicrobial activities of *Eugenia* species-A review. *Planta Medica*, 84(17), 1232-1248.
- Garcia Correia Tavares, M. A. (2002). Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* (Col.: Curculionidae). (Tesis de Maestría). Universidade de São Paulo.
- Isman, M. B., & Machial, C. M. (2006). Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. *Advances in Phytomedicine*, 3, 29-44.
- Lagunes, Tejada, A., & Vázquez, N., (1994). *El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Mazzonetto, F. (2002). Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say)(Col: Bruchidae). Universidade de São Paulo.
- Nerio, L. S., Olivero, V. J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource technology*, 101(1), 372-378.

- Nwaubani, S. I., Opit, G.P., Otitodun, G. O., & Adesida, M. A. (2014). Efficacy of two Nigeria-derived diatomaceous earths against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on wheat. *Journal of Stored Products Research*, 59, 9-16.
- Pérez Rodríguez, Y., Castellanos González, L., Medina Mendieta, J. F., Valdés Herrera, R. (2019). Efecto de diferentes concentraciones de polvos de *Syzygium jambos* (L.) Alston sobre *Sitophilus oryzae* L. *JONNPR*. 4(6), 622-33.
- Quiñones, H., Flores, M., & Cerna, E., (2017). Efectividad de polvos vegetales sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky Coleoptera: Curculionidae. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (3).
- Silva, G., González, G. P., Hepp, G. R., & Casals, B. (2004). Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia*, (38), 529-536.
- Valdés, H. R., Pozo V. E., Guerra, B. Y., & Cárdenas, M. M. (2008). Comportamiento de *Sitophilus oryzae* L. Coleoptera; Curculionidae) en granos almacenados. *Centro Agrícola*, 35(3), 37-41
- Zunjare, R., Hossain, F., Muthusamy, V., Jha, S. K., Kumar, P., Sekhar, J. C., & Gupta, H. S. (2016). Genetic variability among exotic and indigenous maize inbreds for resistance to stored grain weevil *Sitophilus oryzae* L. infestation. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 113 -156.

## NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores interesados en publicar en la Revista Científica Agroecosistemas deberán enviar sus contribuciones a la siguiente dirección electrónica: [agroecosistemas@ucf.edu.cu](mailto:agroecosistemas@ucf.edu.cu)

Los trabajos enviados para su publicación han de ser inéditos; no deben haber sido presentados simultáneamente en otra revista y no pueden contener plagio. Las contribuciones podrán escribirse en Microsoft Office Word u Open Office Writer, en formato carta, empleando letra Verdana a 10 puntos y interlineado sencillo. Los márgenes superior e inferior serán a 2,5 cm y se dejará 2 cm para el derecho e izquierdo. Los tipos de contribuciones que aceptará la revista serán: artículos de investigación científico-tecnológica, artículos de reflexión, artículos de revisión y reseñas bibliográficas.

### Estructura de los manuscritos

El envío de los artículos deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Extensión entre 10 y 15 páginas.
- Título en español e inglés (20 palabras como máximo).
- Nombre (completo) y apellidos de cada uno de los autores, antecedido por el título académico o científico (se recomienda no incluir más de tres autores por artículo).
- Adscripción laboral, país y correo electrónico.
- Resumen en español y en inglés (no excederá las 250 palabras) y palabras clave (de tres a diez en español e inglés).
- Introducción (en la que se excluya el diseño metodológico de la investigación); Materiales y métodos; Resultados y discusión (para artículos de investigación científico tecnológica, el resto de las contribuciones tendrá en vez de estos dos apartados un Desarrollo); Conclusiones (nunca enumeradas); y Referencias bibliográficas. En caso de tener Anexos se incluirán al final del documento.

### Requisitos formales

- Las páginas deben enumerarse en la esquina inferior derecha con números arábigos.
- Los títulos de los apartados que formen parte de la estructura del artículo deberán ir en negrita y mayúscula; el resto de los subtítulos solo en negrita.
- Las fórmulas serán insertadas como texto editable, nunca como imagen.

• Las tablas serán enumeradas según su orden de aparición y su título se colocará en la parte superior. Se hará referencia a ellas en el texto de la forma: ver tabla 1 ó (tabla 1).

• Las figuras serán enumeradas según el orden en que se mencionen y su título se colocará en la parte inferior. Se mencionarán en el texto de la forma: ver figura 1 ó (figura 1).

• Las abreviaturas acompañarán al texto que la definen la primera vez, entre paréntesis y no se conjugarán en plural.

• Las notas se localizarán al pie de página, nunca al final del artículo y estarán enumeradas con números arábigos. Tendrán una extensión de hasta 60 palabras. Se evitarán aquellas que solo contengan citas y referencias bibliográficas.

• Los anexos serán mencionados en el texto de la manera: ver anexo 1 ó (anexo 1).

### Referencias bibliográficas

Las Referencias bibliográficas se ajustarán al estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 6ta edición de 2009. Se escribirán en el idioma original de la contribución utilizada y se evitará utilizar fuentes no confiables, que no contengan todos sus datos. Dentro del texto las citas se señalarán de la forma: (Apellido, año, p. Número de página) si la oración incluye el (los) apellido (s) del (de los) autor (es); ó Apellido (año, p. Número de página), si no se incluyen estos datos en el texto. El listado con todas las fuentes citadas se colocará al final del artículo y deberá ordenarse alfabéticamente con sangría francesa.

Revista publicada bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.



ISSN: 2415-2862