

ISSN: 2415-2862

Agroecosistemas

Revista para la transformación agraria sostenible

VOLUMEN 7 NÚMERO 3
(SEPTIEMBRE-DICIEMBRE) 2019

"Calidad Agrícola & Sostenibilidad"

<https://aes.ucf.edu.cu/>

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	
01 _Evaluación de la mineralización de biochar sobre parámetros químicos del suelo en dos tiempos de incubación	6
Jaime Andrés Cuenca Rivera, José Nicasio Quevedo Guerrero, Rigoberto Miguel García Batista	
02 _Evaluación de la calidad exportable de racimos de banano tratados con protectores biodegradables e infusión de laurel rosado (<i>Nerium Oleander L.</i>)	12
Cristhian Eduardo Gabino Torres, José Nicasio Quevedo Guerrero, Rigoberto Miguel García Batista	
03 _La conversión de un predio agrícola de producción tradicional en predio agroecológico con criterios de sostenibilidad	21
Rigoberto Miguel García Batista, Alejandro Rafael Socorro Castro, Irán Rodríguez Delgado	
04 _Conducta maternal de la cerda (<i>sus scrofa domesticus</i>) en la primera semana postparto	32
Carlos Armando Alvarez Díaz, Ángel Enrique Cargua Ortega, Oliverio Napoleón Vargas González. Ángel Roberto Sánchez Quinche	
05 _Determinación del intervalo Hídrico Óptimo en un suelo Inceptisol bananero, bajo sistemas de riego ..	38
Julio Chabla Carrillo, Eva Vidal Vazquez, Salomón Barrezueta Unda, Miguel Bustamante León	
06 _Efecto de las aplicaciones de fungicidas comerciales sobre el contenido de clorofila en el cultivo de banano (<i>musa aaa</i>)	45
Abraham Rodolfo Cervantes Alava, Adriana Beatriz Sánchez-Urdaneta, Ciolys Beatriz Colmenares de Ortega	
07 _Caracterización microbiológica de la miel de meliponas en ecosistemas periurbanos y agrícolas del Consejo Popular Horquita	50
Neldis Cordero Fernández, Suleira Urra Montero, Yanisley Riquelme Rivero, Magaly Sosa González, Liana Ponce Hidalgo	
08 _Efectos antioxidantes de <i>Moringa oleifera</i> LAM en vitroplantas de banano clon Williams enraizadas en sistemas de inmersión temporal RITA	57
Franklin Miguel Ordoñez Castillo, María de los Ángeles Bernal Pita Da Veiga, Nieves Pilar Vidal Gonzalez, Alexander Moreno Herrera	
09 _Eficiencia del policultivo maíz-frijol-calabaza bajo manejo orgánico en la Frailesca, Chiapas, México	64
Carlos Ernesto Aguilar Jiménez, José Galdámez Gadámez, Franklin B. Martínez Aguilar, Francisco Guevara Hernández, Héctor Vázquez Solís, Jaime Llaven Martínez	
10 _La gestión forestal, innovación, investigación y capacidad tecnológica: mirada desde una responsabilidad social para el desarrollo sostenible	73
Rolando Medina Peña, Greicy de la Caridad Rodríguez Crespo, Osvaldo Domínguez Junco	
11 _Manual de procedimientos para la producción agrícola en proceso en la Empresa Agropecuaria Horquita para el de cultivo papa	80
Evelyn Beatriz Lanza González, Jorge Luis Pérez Gutiérrez, Celia Alicia Silva López, Roxana Janeiro Portela	
12 _Manual de procedimientos para el control de las cuentas por cobrar en la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos, Cuba	89
Celia A. Silva López, Lilia María Seoane Rodríguez, Evelyn Lanza González	
13 _Procedimiento metodológico para la valoración económica ante el riesgo de desastres naturales en el ecosistema Montañas de Guamuhaya	97
Dayli Díaz Domínguez	

14_	Costos predeterminados de prevención y restauración del daño ambiental, en el ecosistema Montañas de Guamuhaya Cienfuegos, ante el riesgo de desastres naturales	103
	Mislaide Godoy Collado, Rita María López García, Adrián Cabrera González	
15_	Tamizaje fitoquímico del extracto acuoso del jugo de Agave Fourcroydes I	112
	Caridad Terry Espinosa, Walfrido Terrero Matos, Liliana Vicet Muro	
16_	Fertilización organomineral en el manejo sostenible de tierras cultivadas con maíz (Zea Mays L.) ...	116
	Pavel Chaveli Chávez, Ignacio Corrales Garriga, Ricardo de Varona Pérez, Lisbet Font Vila	
17_	Sustitución parcial del concentrado por harina de forraje deshidratado de Tithonia Diversifolia como alternativa en la ceba de conejos pardo cubano	123
	Luis René Cabrera Díaz, Ana Álvarez Sánchez, Enrique Casanovas Cosío	
18_	Relación población de crías y reservas de alimentos en colmenas racionales de Melipona Beecheii Bennett como factores básicos para su salud	128
	José Andrés Martínez Machado, Dane Christopher Ward, Ana Álvarez Sánchez, Juan Pablo González Placeres, Reina D. Reyna Reyes	
19_	Determinación de la dosis óptima de Biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (Musa X Paradisiaca L.) Clon Williams	134
	Sara Tenesaca Martínez, José Nicasio Quevedo Guerrero, Rigoberto Miguel García Batista	
20_	Seguridad alimentaria en Cuba en la coyuntura actual: fincas familiares y cooperativas sostenibles ..	142
	Yaumara Acosta Morales, Maricely Sánchez Quintero	
21_	Conducta maternal de la cerda (sus scrofa domesticus) en la primera semana postparto	148
	Carlos Armando Alvarez Díaz, Ángel Enrique Cargua Ortega, Oliverio Napoleón Vargas González, Ángel Roberto Sánchez Quinche	
22_	Sequías: efecto sobre los Recursos Naturales y el Desarrollo Sostenible.....	154
	Luis Marlon Matailo-Ramirez, Ángel Eduardo Luna-Romero, Abraham Rodolfo Cervantes Alava, Flor Yelena Vega Jaramillo	
23_	EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PLAGUICIDA VERDADERO GD 600 PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (HEMILEIA VASTATRIX BERKELEY & BROOME) EN LA PROVINCIA CIENFUEGOS	163
	Luis Marlon Matailo-Ramirez, Ángel Eduardo Luna-Romero, Abraham Rodolfo Cervantes Alava, Flor Yelena Vega Jaramillo	
24_	COMPETENCIAS Y CAPACIDADES COMO CATEGORÍAS PSICOLÓGICAS. SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS	169
	Luis Marlon Matailo-Ramirez, Ángel Eduardo Luna-Romero, Abraham Rodolfo Cervantes Alava, Flor Yelena Vega Jaramillo	
00_	Normas	175

EDITORIAL

MSc. Amarilys Suárez Alfonso

E-mail: asuarez@ucf.edu.cu

Editora de La Revista Agroecosistemas

La Revista Científica Agroecosistemas nace como una iniciativa del Vicerrectorado de Investigación y Postgrado y la Facultad de Ciencias Agrarias para socializar, los resultados del quehacer científico, tecnológico e innovador que contribuyen a la conceptualización de diversos problemas de la transformación agraria de los agroecosistemas.

A partir de su salida en junio de 2016 se ha realizado un análisis de la mejora continua de la revista, con la finalidad de avanzar en el nivel de rigor, reconocimiento y visibilidad internacional

Fue arduo el camino recorrido en estos 3 años de trabajo muy profesional, consagrado, decoroso, y consciente, acompañados por un equipo editorial, de corrección, diseño, programación, consejo editorial, revisores y dirección excelente desde la Editorial Universo Sur en la Universidad "Carlos Rafael Rodríguez".

Desde sus páginas agradecemos a todos por confiar en este proyecto a los autores que escribieron siempre sus experiencias y resultados, a la Facultad con sus docentes investigadores que aportaron y ayudaron con sus conocimientos haciendo suya la revista.

En este número podrán consultar nuestros lectores artículos de temáticas interesantes que responden a las necesidades de información sobre el tema principal de nuestra publicación.

Deseamos a todos muchas felicidades en estos días venideros de fiestas y celebraciones: Jornada del Educador, Fin de Año y en el Aniversario 40 de nuestra Universidad

Agradecemos a todos los autores docentes e investigadores que han hecho posible la visibilidad de este número y esperamos continuar con sus colaboraciones en beneficio del desarrollo de esta disciplina

GRACIAS

Editora de la Revista

01

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

EVALUACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN DE BIOCHAR SOBRE PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO EN DOS TIEMPOS DE INCUBACIÓN

EVALUATION OF BIOCHAR MINERALIZATION ON SOIL CHEMICAL PARAMETERS IN TWO INCUBATION TIMES.

Jaime Andrés Cuenca Rivera¹

E-mail: andrew162010@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1931-3309>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

¹Universidad Técnica de Machala. Ecuador

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Cuenca Rivera, J. A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2019). Evaluación de la mineralización de biochar sobre parámetros químicos del suelo en dos tiempos de incubación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 6-11. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la mineralización de biochar sobre parámetros químicos del suelo en función del tiempo. La investigación se ejecutó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar en donde se evaluaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones en dos tiempos de incubación. Para analizar los datos se empleó un ANOVA con modelo lineal general univariante utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan, para verificar si existió diferencia significativa entre los tratamientos en tiempos de incubación de 30 y 60 días. El análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico IBM – SPSS Statistics editor de datos versión 24 de prueba para Windows y se utilizó una confiabilidad del 95% ($\alpha=0.05$). Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de biochar produjo cambios significativos en los parámetros químicos del suelo. El pH tuvo un incremento mayor a los 30 días en comparación con los tratamientos sometidos a 60 días, en donde éste se redujo levemente.

Palabras clave:

Mineralización, incubación, biochar, tiempo, parámetros químicos.

ABSTRACT

The present work aimed to determine the effect of biochar mineralization on chemical parameters of the soil as a function of time. The research was carried out in the soil laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala. The experiment was carried out under a completely randomized design where five treatments were evaluated with four repetitions in two incubation times. To analyze the data, an ANOVA with a general univariate linear model was used using the Duncan multiple range test, to verify if there was a significant difference between the treatments at incubation times of 30 and 60 days. The analysis was carried out with the statistical package IBM - SPSS Statistics data editor version 24 trial for Windows and a 95% reliability was used ($\alpha = 0.05$). The results obtained showed that the application of biochar produced significant changes in the chemical parameters of the soil. The pH had an increase greater than 30 days compared to treatments submitted to 60 days, where it was slightly reduced.

Keywords:

Mineralization, incubation, biochar, time, chemical parameters.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se basó en la incubación de biochar, que se desarrolló bajo condiciones de laboratorio, para lo cual se creó condiciones de humedad, atmósfera y temperatura mediante una incubadora artesanal, para evaluar los efectos de la mineralización del biochar sobre parámetros químicos del suelo en dos tiempos de incubación de 30 y 60 días.

La investigación se desarrolla ante la problemática de la degradación del suelo que se ha generado durante los últimos 50 años, como resultado de la sobreexplotación agrícola, el cambio climático y el monocultivo a gran escala. Esto genera que sus propiedades físicas, químicas y biológicas se deterioren, provocando una disminución en la fertilidad y escasa actividad microbiana, lo que genera bajos rendimientos de los sistemas agrícolas (Leyva, Baldoquin & Reyes, 2018).

La aplicación de fertilizantes químicos a corto plazo ha sido efectiva para mitigar las deficiencias de nutrientes, pero a su vez el uso indiscriminado de éstos ha contribuido a la degradación del suelo. Razón por la cual se hace imperante la implementación de alternativas orgánicas que mantengan o mejoren las propiedades de los suelos, para evitar que éstas se degraden durante la explotación agrícola (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

El biochar es un producto orgánico conocido desde la antigüedad, que hoy en día ha despertado el interés de muchos investigadores científicos que buscan perfeccionar su uso y estudiar sus bondades para beneficiar a la agricultura (De Jesús, 2018). Su aplicación ofrece beneficios variados, entre ellos: mejorar la fertilidad, cumple la función sumidero de carbono, mitigando los gases de efecto invernadero, mayor retención de agua, corrige el pH del suelo, además de reducir la pérdida de nutrientes, pues su carga negativa retiene los cationes, liberándolos lentamente, evitando las pérdidas de fertilizantes por lixiviación y volatilización (Herrera, 2018).

En este contexto, la marcada degradación del suelo en los últimos años ha direccionado a buscar alternativas orgánicas que mitiguen los problemas relacionados a este fenómeno, siendo necesario realizar un estudio donde se determinen los efectos de la mineralización del biochar sobre parámetros químicos del suelo en tiempos de incubación de 30 y 60 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la Av. Panamericana km 5,5 vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, provincia de El Oro – Ecuador.

Clima y ecología, La investigación se efectuó dentro de la zona de vida de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, presentado temperaturas medias anuales de 24 a 25 °C, precipitaciones anuales de 400 a 500 mm y heliofanía de 2 a 3 horas diaria, correspondiente a un bosque seco – tropical.

Metodología experimental, El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar en donde se evaluaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones y dos tiempos de incubación (Tabla 1). Cada unidad experimental contó con 300 g de suelo molido y tamizado, las cuales se sometieron a incubación de laboratorio con dosis de biochar de 5, 10, 15 y 20 g. La incubación se ejecutó bajo una temperatura de 27 °C manteniendo el suelo a capacidad de campo durante tiempos de incubación de 30 y 60 días.

Tabla 1. Tratamientos, repeticiones, tiempos de incubación y dosis de biochar utilizadas.

Tratamientos	Repeticiones	Tiempos de incubación	Etiquetas	Contenido
T0	4	2	T0R1t1, T0R2t1, T0R3t1, T0R4t1. T0R1t2, T0R2t2, T0R3t2, T0R4t2.	Testigo
T1	4	2	T1R1t1, T1R2t1, T1R3t1, T1R4t1. T1R1t2, T1R2t2, T1R3t2, T1R4t2.	Suelo (300 g) + Biochar (5 g)
T2	4	2	T2R1t1, T2R2t1, T2R3t1, T2R4t1. T2R1t2, T2R2t2, T2R3t2, T2R4t2.	Suelo (300 g) + Biochar (10 g)
T3	4	2	T3R1t1, T3R2t1, T3R3t1, T3R4t1. T3R1t2, T3R2t2, T3R3t2, T3R4t2.	Suelo (300 g) + Biochar (15 g)
T4	4	2	T4R1t1, T4R2t1, T4R3t1, T4R4t1. T4R1t2, T4R2t2, T4R3t2, T4R4t2.	Suelo (300 g) + Biochar (20 g)

Valores iniciales, Los valores iniciales del experimento para tiempos de incubación de 30 días (Tabla 2) y 60 días (Tabla 3) se presentan a continuación:

Tabla 2. Valores iniciales para tiempo de incubación de 30 días.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	TIEMPO DE INCUBACIÓN	pH	C.E. (us cm ⁻¹)	MO (%)	Amonio (ppm)
T0	1	30 días	7.412	630	1.100	30
T0	2	30 días	7.356	621	1.055	31
T0	3	30 días	7.523	614	1.012	30

T0	4	30 días	7.452	623	1.046	32
T1	1	30 días	7.405	612	1.112	28
T1	2	30 días	7.521	624	1.123	31
T1	3	30 días	7.372	632	1.132	30
T1	4	30 días	7.523	623	1.125	33
T2	1	30 días	7.356	615	1.143	30
T2	2	30 días	7.574	610	1.140	33
T2	3	30 días	7.462	634	1.138	31
T2	4	30 días	7.531	632	1.146	32
T3	1	30 días	7.472	621	1.143	31
T3	2	30 días	7.53	608	1.139	33
T3	3	30 días	7.594	623	1.141	33
T3	4	30 días	7.498	644	1.147	30
T4	1	30 días	7.512	635	1.149	31
T4	2	30 días	7.324	627	1.147	34
T4	3	30 días	7.586	648	1.151	33
T4	4	30 días	7.579	643	1.154	31

Tabla 3. Valores iniciales para tiempo de incubación de 60 días.

TRATA-MIENTO	REPETICIÓN	TIEMPO DE INCUBACIÓN	pH	C.E. (us cm ⁻¹)	MO (%)	Amonio (ppm)
T0	1	60 días	7.445	622	1.089	30
T0	2	60 días	7.321	615	1.110	31
T0	3	60 días	7.512	620	1.056	30
T0	4	60 días	7.456	610	1.091	30
T1	1	60 días	7.473	622	1.114	32
T1	2	60 días	7.51	630	1.112	31
T1	3	60 días	7.312	623	1.125	31
T1	4	60 días	7.556	613	1.136	29
T2	1	60 días	7.421	630	1.137	30
T2	2	60 días	7.598	631	1.142	32
T2	3	60 días	7.565	610	1.145	31

T2	4	60 días	7.565	614	1.136	31
T3	1	60 días	7.424	640	1.140	31
T3	2	60 días	7.574	606	1.147	30
T3	3	60 días	7.572	611	1.145	33
T3	4	60 días	7.476	622	1.138	33
T4	1	60 días	7.568	642	1.153	32
T4	2	60 días	7.452	640	1.154	32
T4	3	60 días	7.525	635	1.430	31
T4	4	60 días	7.584	633	1.147	33

Características del suelo, en la Tabla 4 se describen las características del suelo utilizado para el experimento.

Tabla 4. Características físicas y químicas del suelo tomadas a profundidad de 0-30cm.

Componentes	Resultados
Clase textural	Franco Limosa
Densidad real	2,083 (g cm ⁻¹)
Densidad aparente	1,47 (g cm ⁻¹)
Porosidad	29,43%
pH	7,236
M.O.	1,10%
Conductividad eléctrica	610 us cm ⁻³

Características del biochar, se utilizó biochar procedente de raquis de banano cuyos componentes se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Componentes del biochar de raquis de banano.

Componentes	Resultados
pH	9,7
M.O.	6,21%
C	3,6%
N	0,79%
C/N	4,56

Variables evaluadas, Se realizó la evaluación de las siguientes variables, **pH** y **conductividad eléctrica**. Para determinar el pH y la conductividad eléctrica se utilizó el método potenciométrico siguiendo los siguientes pasos.

1. Se mide una proporción de 1:2,5 de muestra de suelo seca y tamizada y agua destilada (10 ml y 25 ml respectivamente), depositando la mezcla en un vaso de plástico.

2. Se agita la mezcla por 3 minutos y luego se deja en reposo por 30 minutos.

3. A continuación, se registra el valor del pH con la ayuda del potenciómetro y la conductividad eléctrica con el conductímetro.

Materia orgánica, Para determinar el porcentaje de materia orgánica se utilizó el método de ignición (Robinson, 1927) siguiendo los siguientes pasos:

1. Pesarse un crisol limpio y seco, identificándolo con lápiz de grafito.

2. Pesarse exactamente 10 g de muestra de suelo tarando el crisol.

3. Colocar el crisol en la mufla a 600 °C durante 5 minutos.

4. Sacar el crisol de la mufla y colocar dentro del desecador hasta que se enfríe.

5. Pesarse el crisol con la muestra de suelo sometida a ignición y restar el peso del crisol para establecer la pérdida de peso de la muestra.

6. Se calcula el porcentaje de carbono utilizando la fórmula:

$$\% C = ((\text{peso del suelo} + \text{crisol}) - (\text{peso del suelo} + \text{crisol sometido a ignición})) * 100 / \text{peso del suelo} + \text{criso}$$

7. Luego se calcula el porcentaje de materia orgánica con la fórmula: $\%MO = \%C * 1.724$

Amonio (NH₄⁺), Las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos NEMALAP donde utilizan el método colorímetro (Arango & Pérez, 2005).

1. Pesarse 10 g de suelo. 2. Agregar 25 ml de KCl. 3. Agitar durante 5 minutos en un agitador mecánico. 4. Filtrar en balones de 100 ml lavando el suelo cinco veces con porciones de 10 ml del KCl. 5. Completar a volumen y mezclar la solución. 6. Realizar las lecturas en longitudes de onda de 410 y 660 nm respectivamente utilizando un espectrofotómetro UV-VIS.

Análisis estadístico, Se empleó un ANOVA con modelo lineal general univariante utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan, para verificar si existió diferencia significativa entre los tratamientos en tiempos de incubación de 30 y 60 días. El análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico IBM – SPSS Statistics editor de datos versión 24 de prueba para Windows y se utilizó una confiabilidad del 94% ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH, en la figura 4 se muestra que a los 30 y 60 días se produjo un aumento en el pH en todos los tratamientos

con relación al testigo existiendo diferencias significativas, como lo mencionan Gaskin, Steiner, Das, Harris & Bibens (2008), quienes comprobaron que el biochar tiende a ser alcalino y puede ser utilizado para reducir la acidez del suelo. Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son iguales estadísticamente en ambos tiempos de incubación, sin embargo, el tratamiento T3 presentó el mayor valor con 8,398 a los 30 días y el T4 con 8,164 a los 60 días. El pH de los tratamientos a los 30 días mostró un mayor valor en comparación con los tratamientos sometidos a 60 días de incubación, observándose que pasados los 30 días de incubación el pH se redujo levemente, concordando con Martínez (2015), quien observó que el pH se incrementó y se mantuvo hasta 32 días después de la aplicación de biochar y lo relacionó con la capacidad que tiene el suelo a resistir los cambios de pH.

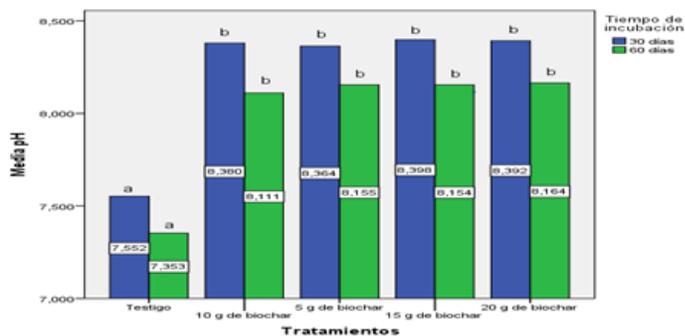


Figura 4. Medias de pH de los tratamientos obtenidas a 30 y 60 días de incubación.

Conductividad eléctrica, En la figura 5 se registra que existen diferencias significativas entre los tratamientos y se observa que los valores de conductividad eléctrica decrecen al adicionar biochar en dosis crecientes en tiempo de incubación de 30 y 60 días, como lo menciona Obregón (2019), quien observó que al aplicar biochar en el suelo disminuyó la conductividad eléctrica, dato que concuerda con la investigación de Rosado, et al. (2016), quienes comprobaron que con la aplicación de biochar al suelo se redujo drásticamente la conductividad eléctrica. Los tratamientos T3 y T4 presentaron valores bajos de conductividad eléctrica a los 30 días con 490 y 497 us cm⁻¹, seguido de los tratamientos T1 y T2 con valores de 536 y 550 us cm⁻¹, siendo el testigo T0 el de mayor conductividad eléctrica con 585 us cm⁻¹. En la incubación a 60 días en los tratamientos T3 y T4 se obtuvieron los valores más bajos de conductividad eléctrica con 451 y 441 us cm⁻¹, seguidos de los tratamientos T1 y T2 con 496 y 483 us cm⁻¹, observándose que el testigo T0 obtuvo un valor de 547 us cm⁻¹. La conductividad eléctrica de los tratamientos a los 30 días mostró valores mayores a los obtenidos a los 60 días de incubación, logrando observar que a mayor tiempo de incubación se produce una mayor reducción de la conductividad eléctrica.

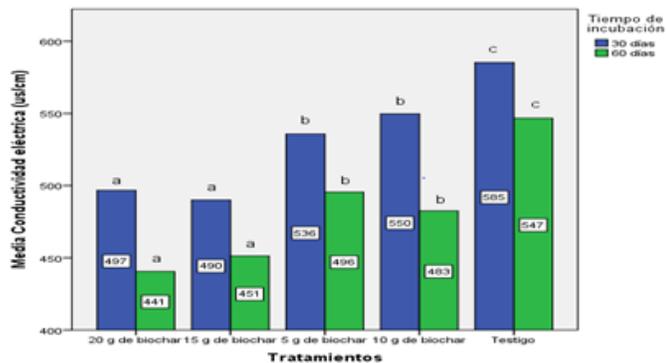


Figura 5. Medias de conductividad eléctrica de los tratamientos obtenidas a 30 y 60 días de incubación.

Materia orgánica, En la figura 6 muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos y se observa que los valores de materia orgánica a los 30 y 60 días de incubación aumentan al adicionar biochar en dosis crecientes, como lo menciona Díaz (2017), que pudo observar que la cantidad de materia orgánica es alta cuando se aplica biochar en el suelo, El tratamiento T4 presento el valor alto de materia orgánica a los 30 días de incubación con 3,764%, seguido del tratamiento T3 con 3,273%, T2 con 2,906%, T1 con 2,667% y T0 con 1,260%. A los 60 de incubación el tratamiento T4 obtuvo el mayor valor de materia orgánica con 3,903%, seguido del tratamiento T3 con 3,359%, T2 con 3,088%, T1 con 2,682% y T0 con 1,398%. La materia orgánica de los tratamientos a los 30 días mostró valores similares a los obtenidos a los 60 días de incubación.

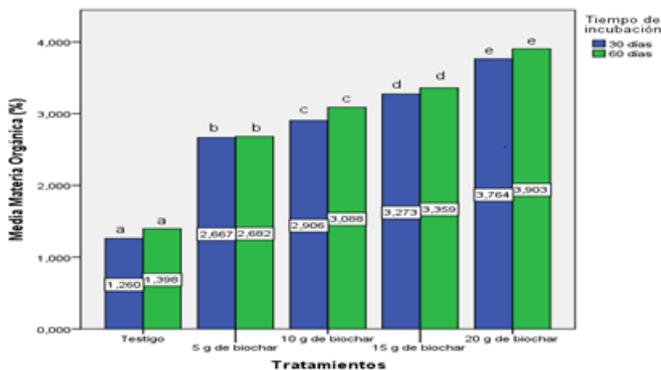


Figura 6. Medias de materia orgánica de los tratamientos obtenidas a 30 y 60 días de incubación.

Amonio, En la figura 7 se observa que los 30 no existen diferencias significativas, no obstante a los 60 días de incubación se incrementó la cantidad de amonio al aplicar dosis crecientes de biochar en el suelo, como lo menciona Monsalve, Gutiérrez & Cardona (2017), quienes observaron que la aplicación de biochar aumenta la capacidad de retención de amonio en el suelo, coincidiendo con López (2018), quien observó que al aplicar biochar en el suelo se incrementa la cantidad de nitrógeno disponible para la planta (amonio y nitrato). Los tratamientos T4, T3, T2, T1, T0 con

valores de 40, 38, 39, 36 y 35 ppm no presentaron diferencia significativa en los 30 días de incubación. En los 60 días de incubación el tratamiento T4 presento la cantidad más alta de amonio con un valor de 44 ppm, seguido del tratamiento T3 con un valor de 38 ppm, continuando los tratamientos T2, T1 y T0 con valores de 37, 37 y 34 ppm entre los cuales no existe diferencia significativa. El amonio presente en los tratamientos a los 30 días mostró valores similares a los obtenidos a los 60 días de incubación, a excepción del tratamiento T4 quien presento un valor más alto a los 60 días.

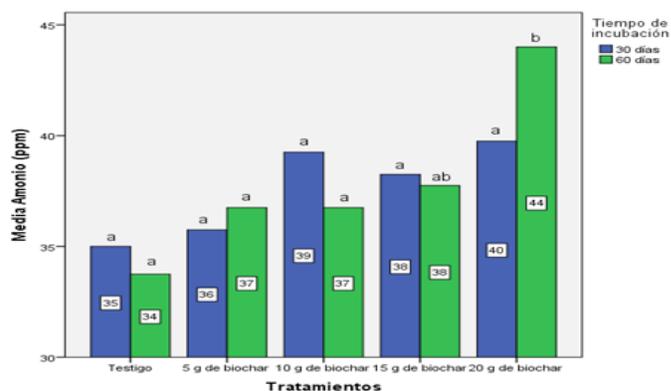


Figura 7. Medias de amonio de los tratamientos obtenidas a 30 y 60 días de incubación.

Mineralización del biochar, Las tablas de mineralización de biochar se elaboraron a partir de los datos obtenidos de pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y amonio mediante la incubación en tiempos de 30 días (Tabla 6) y 60 días (Tabla 7).

Tabla 6. Tabla de mineralización de biochar en tiempo de incubación de 30 días.

Dosis Biochar	pH	C.E. (us cm-1)	M.O. (%)	AMONIO (ppm)
0 g	7,552	585,25	1,260	35
5 g	8,364	536	2,667	35,75
10 g	8,380	549,75	2,906	39,25
15 g	8,398	490	3,273	38,25

Tabla 7. Tabla de mineralización de biochar en tiempo de incubación de 60 días.

Dosis Biochar	pH	C.E. (us cm-1)	M.O. (%)	AMONIO (ppm)
0 g	7,353	546,75	1,398	33,75
5 g	8,155	495,5	2,682	36,75

10 g	8,111	482,5	3,088	36,75
15 g	8,155	451,25	3,359	37,75
20 g	8,165	440,5	3,903	44

CONCLUSIONES

La incubación de biochar en tiempos de 30 y 60 días produjo cambios en los parámetros químicos como el pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y niveles de amonio, demostrando que esta enmienda orgánica produce efectos positivos al ser aplicado al suelo.

El biochar es altamente alcalino razón por la cual el pH se incrementa en todos los tratamientos a excepción del testigo, sin embargo, pasados los 30 días de incubación se registra un ligero decremento de este parámetro.

La conductividad eléctrica se redujo notablemente, observando que a los 60 días en el T4 se registró el menor valor de C.E., demostrando que a mayor tiempo de incubación se produce una reducción significativa de este parámetro químico.

La materia orgánica aumenta a medida que se incrementaron las dosis de biochar, siendo el T4 a los 30 y 60 días quienes presentaron valores altos de M.O.

El amonio muestra un aumento significativo en el T4 a los 60 días, evidenciando que se incrementa la cantidad de NH₄ a mayor tiempo de incubación y con altas dosis de biochar, mejorando la relación C/N en el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arango, G., & Pérez, J. (2005). Determinación de nitratos y amonio en muestras de suelo mediante el uso de electrodos selectivos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1799/179914238011.pdf>

De Jesús, I. (2018). Evaluación de biofertilizante a base de biochar y actinomicetos fijadores de nitrógeno. Puebla: Universidad Politécnica de Puebla.

Díaz, C. (2017). Uso de biochar de acícula de pino (*Pinus patula*) como enmienda de suelo negro andino (Andosol). (Tesis de Maestría). Cuenca: Universidad del Azuay.

Gaskin, J., Steiner, C., Das, K., Harris, K., & Bibens, B. (2008). Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. *Transactions of the ASABE*, 51, 2061-2069.

Herrera, J. (2018). Pirolisis de biomasa para la obtención de biocarbón y su efecto en el rendimiento de tomate. (Tesis de grado.). Coatepeque: Universidad Rafael Landívar.

Leyva, S., Baldoquin, A., & Reyes, M. (2018). Propiedades de los suelos en diferentes usos agropecuarios, Las Tunas, Cuba. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 36–47. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n1/0120-0135-rcia-35-01-00036.pdf>

López, J. (2018). Efectos del biochar, bokashi y compost en las dinámicas del carbono y nitrógeno en suelo con pH contrastados. (Trabajo Fin de Grado). Jaén: Universidad de Jaén.

Martínez, C. (2015). Efectos de enmiendas de biochar sobre el desarrollo en *Cucumis sativus* L. Var. SMR-58. (Tesis de Maestría). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Monsalve, Ó., Gutiérrez, J., & Cardona, A. (2017). Factores que intervienen en el proceso de mineralización de nitrógeno cuando son aplicadas enmiendas orgánicas al suelo. Una revisión. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 11(1), 200–209. Recuperado de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/download/5663/pdf/

Obregón, G. (2019). *Disminución de la salinidad de suelos aplicando biochar a base de biomasa animal y vegetal en Cañete*. (Trabajo de Investigación para obtener el Grado académico: Bachiller). Lima: Universidad César Vallejo.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. Roma: FAO.

Robinson, W. (1927). The determination of organic matter in soils by means of hydrogen peroxide. *Journal of Agricultural Research*, 34(4), 339–356. Recuperado de <https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43967366/PDF>

Rosado, M., De la Rosa, J., Paneque, M., Miller, A., López, R., & Knicker, H. (2016). *Evaluación de la alteración de biochar utilizados como enmienda de un cultivo de girasol bajo condiciones de clima mediterráneo*. V Jornadas de la Red Española de Compostaje. Recuperado de http://digital.csic.es/bitstream/10261/152373/1/Evaluacion_alteracion_biochar_VJorREC_2016.pdf

02

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EXPORTABLE DE RACIMOS DE BANANO TRATADOS CON PROTECTORES BIODEGRADABLES E INFUSIÓN DE LAUREL ROSADO (*NERIUM OLEANDER L.*)

EVALUATION OF THE EXPORTABLE QUALITY OF BANANA RACIMOS TREATED WITH BIODEGRADABLE PROTECTORS AND INFUSION OF LAUREL ROSADO (*NERIUM OLEANDER L.*)

Cristhian Eduardo Gabino Torres¹

E-mail: cgabino_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1152-5788>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Gabino Torres, C. E., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2019). Evaluación de la calidad exportable de racimos de banano tratados con protectores biodegradables e infusión de laurel rosado (*Nerium Oleander L.*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 12-20. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La investigación se realizó con el propósito de evaluar el efecto de la infusión de Laurel rosado (*Nerium oleander L.*) impregnado en protectores biodegradables hechos de hojas de bijao (*Calathea lutea* Aubl. Schult.), sobre la calidad exportable de racimos de banano, aplicados en un cultivo de banano convencional de la finca "La Carmela" que cuenta con 16.8 ha, situada en la Provincia de El Oro, cantón Machala, parroquia "El Retiro". Se usó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), con 4 tratamientos, 5 repeticiones y 3 réplicas, haciendo un total de 60 plantas a evaluar, en parcelas de 0.8 ha: T1 (Protector orgánico + infusión); T2 (Protector cuello de monja + Bala 55); T3 (Protector orgánico); T4 (Protector cuello de monja). Para el análisis estadístico de las variables cuantitativas y cualitativas, se utilizó ANOVA, homogeneidad de varianza y Chi-cuadrado, con el paquete estadístico IBM - SPSS Statistics editor versión 22 para Windows a una confiabilidad del 95%. De acuerdo al análisis de varianza, las variables presencia de cochinilla y presencia de mancha roja, fueron las únicas que presentaron diferencias significativas. Se obtuvieron medias mayores en las variables: grados Brix, peso del racimo, raquis, fruta y ratio. Además, que se disminuyó los días de corte. Los daños que se pueden presentar en los dedos, como daño de punta o estropeos por manipulación durante la cosecha del racimo, tuvieron mayor incidencia, aunque no significativamente.

Palabras claves:

Mancha roja, basmer, clúster, preventiva, trips.

ABSTRACT

The research was conducted with the purpose of evaluating the effect of the infusion of pink Laurel (*Nerium oleander L.*) impregnated in biodegradable protectors made of bijao (*Calathea lutea* Aubl. Schult.), On the exportable quality of banana clusters, applied in a conventional banana crop of the "La Carmela" farm that has 16.8 ha, located in the Province of El Oro, Machala canton, "El Retiro" parish. A completely randomized block design (BCA) was used, with 4 treatments, 5 repetitions and 3 replicas, making a total of 60 plants to evaluate, in plots of 0.8 ha: T1 (Organic protector + infusion); T2 (Nun neck protector + Bullet 55); T3 (Organic Protector); T4 (Nun neck protector). For the statistical analysis of the quantitative and qualitative variables, ANOVA, homogeneity of variance and Chi-square was used, with the statistical package IBM - SPSS Statistics editor version 22 for Windows at 95% reliability. According to the analysis of variance, the variables cochineal presence and presence of red spot were the only ones that presented significant differences. Higher means were obtained in the variables: Brix degrees, cluster weight, rachis, fruit and ratio. Also, that cut days were cut. Damage that can occur in the fingers, such as spike damage or handling damage during the harvest of the cluster, had a higher incidence, although not significantly.

Keywords:

Red spot, basmer, cluster, preventive, trips.

INTRODUCCIÓN

Ecuador se caracteriza por ser el principal productor y exportador de banano en el mundo de calidad Premium, cubriendo la demanda de muchos países, convirtiéndose en una de las mayores fuentes de ingreso por las importaciones realizadas. Este cultivo crea un importante número de plazas de trabajo de forma directa e indirecta. El uso de plásticos en los procesos de calidad preventiva han ocasionado una gran fuente de contaminación al medio ambiente, por este motivo se debe buscar alternativas que ayuden a los productores a obtener el mayor beneficio posible, pero sin dejar a un lado el cuidado del medio ambiente, cosa que la agricultura convencional no tiene en cuenta, y el uso de plásticos impregnados de pesticidas siguen liderando las opciones más efectivas cuando de evitar daños en los racimos durante su desarrollo en campo se trata.

El presente trabajo se refiere a la calidad preventiva exportable de los racimos de banano, que se llevó a cabo en un área dedicada a la producción de este cultivo, donde los racimos de plantas seleccionadas al azar fueron tratados usando protectores biodegradables con extractos orgánicos, frente a protectores plásticos tipo basmer y sustancias químicas, con el propósito de evaluar el efecto producido por los tratamientos aplicados. El trabajo se desarrolló ante la problemática de la contaminación del medio ambiente, que se produce por las fundas plásticas, protectores de espuma de polietileno y daipas que se utilizan para proteger los racimos, y las que en ocasiones son dejadas dentro del cultivo, depositándose en los drenajes, linderos, canales de riego u otros espacios. Los plásticos se caracterizan por ser materiales de degradación lenta, lo que provoca que en algunas unidades se realice la quema de los desechos, generando metales pesados, además de moléculas que pueden llegar a ser altamente peligrosas. En la producción de banano orgánico son muchos los productos que se han desarrollado en el caso de fertilizantes edáficos, foliares, entre otros; pero muy pocos centrados en mantener la calidad del racimo, siendo esta necesidad motivo de realizar este estudio, para evidenciar los posibles efectos de protectores hechos a base de materiales biodegradables, proponiendo una opción viable, de bajo costo y amigable con el medio ambiente, para ser adoptada por pequeños productores orgánicos, su validación y análisis de los costos de los tratamientos utilizados.

Materiales y métodos.

El trabajo se desarrolló en la finca “La Carmela”, formada por lotes con diferentes herederos, donde el poder recae en el Sr. Tito Gabino Paucar. La finca está ubicada en la Provincia de El Oro, Cantón Machala, Parroquia El Retiro, a 5 Km del centro Machala.

Clima y ecología, El área de estudio corresponde a una zona húmeda tropical. Con una temperatura que varía de los 20 a 30°C, humedad relativa máxima de 95% y una mínima de 65%, con una precipitación anual de 1600 mm, la topografía de la zona es plana con ligeras ondulaciones, con suelos de origen aluvial, con suelos de textura franco arenosa y franca arcillosa.

Productos utilizados, Insecticida orgánico a base de Laurel rosado (*N. oleander* L.), insecticida sintético “Bala 55”.

Material genético, Dentro de la finca “La Carmela” el cultivo de banano establecido pertenece al grupo triploide AAA, subgrupo Cavendish, clon Cavendish Gigante.

Diseño experimental, Se realizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), con 4 tratamientos, 5 repeticiones y 3 réplicas, haciendo un total de 60 plantas a evaluar.

Tratamientos, Para realizar el trabajo se utilizaron 2 tipos de protectores:

- **Protector de espuma de polietileno “Cuello de monja”** Este protector es adquirido en el mercado y es el método más usado en la actualidad para proteger los racimos.
- **Protector orgánico a base de bijao.** Para obtener este protector, primero se debe realizar la recolección del material vegetal, en este caso las hojas de bijao. Se coge como molde un protector, saliendo de cada hoja de uno a tres. A los protectores obtenidos de las hojas verdes se los debe prensar por un periodo mínimo de 15 días.

Utilizando los dos tipos de protectores, se procedió a realizar 4 tratamientos que son los siguientes:

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el ensayo.

Tratamientos	Descripción
T1	Protector orgánico + infusión
T2	Protector cuello de monja + Bala 55
T3	Protector orgánico
T4	Protector cuello de monja

Metodología

Identificación del área experimental, La finca “La Carmela” cuenta con 16.8 ha, repartidas entre nueve herederos, correspondiendo a cada uno 1.8 ha. La finca se dedica a la producción de cacao y banano convencional en su mayoría, pero se puede encontrar otros cultivos como cítricos y diversos frutales. Para realizar el trabajo se seleccionó tres lotes de 0.8 ha, que pertenecen a los señores Pedro, Roberto y Valentín Gabino. Los lotes seleccionados se centran en la producción de banano, que lleva establecido alrededor de 18 años.

Selección del material genético, Para realizar el ensayo se seleccionó un total de 60 plantas recién paridas, ubicándose por lote 20 plantas. Por lote se dividió a las 20 plantas en cuatro grupos correspondiendo a los 4 tratamientos de estudio, es decir, 5 plantas por tratamiento. Cada planta fue identificada con una tarjeta colocada en el pseudotallo, donde consto su repetición, tratamiento, número de planta y fecha en la que emitió su inflorescencia. Posteriormente, durante el enfunde se procedió a marcar el raquis en su parte superior, con los datos anteriormente mencionados.

Preparación de los insecticidas (laurel rosado y Bala 55)

A-Laurel rosado, Para elaborar la infusión de laurel rosado se siguió una serie de pasos que se detallan a continuación:

- Se recolectó y peso 100 gramos de hojas verdes.
- Se colocó 900 ml de agua en un recipiente y se calentó hasta que alcance el punto de ebullición.
- Se colocó las hojas pesadas y se tapó el recipiente, dejando hervir las hojas durante 1 minuto.
- Pasado el minuto se dejó reposar el recipiente tapado hasta que se enfríe.
- Una vez fría la infusión se le colocó 30 gramos de almidón de yuca y se la mezcla hasta que el almidón este completamente diluido.

B-Bala 55, La preparación del insecticida sintético, se basó en la dosis utilizada en la finca, la que se aplica tanto en el enfunde, como en las otras labores, hasta llevar a la protección de las manos. Se utilizó una dosis de 2.5ml de Bala 55 por litro de agua.

Preparación de los tratamientos 1 y 2

Tratamiento 1. Protector orgánico + Laurel rosado, Para el tratamiento 1, se colocó la infusión en un nebulizador y se procedió a impregnar los protectores orgánicos por el lado que no cuenta con la cera propia de la hoja (haz). Una vez impregnado el protector, se dejó secar y se prensó por 24 horas antes de ser colocados.

Tratamiento 2. Protector cuello de monja + Bala 55, Para el tratamiento 2, de igual forma, se colocó la preparación del insecticida en un nebulizador y se impregnó el protector por los dos lados y al igual que el anterior se dejó reposar por 24 horas antes de ser colocados.

VARIABLES EVALUADAS, Las variables seleccionadas para el ensayo se evaluaron durante la cosecha (embarque), siendo las siguientes:

1-Días a la cosecha, Una vez realizada la cosecha de los racimos, se ingresan a los diferentes lotes para identificar las plantas cosechadas, de las cuales se anotó la fecha en la que apareció la inflorescencia, para realizar posteriormente el cálculo de los días totales transcurridos.

2-Número de manos, Se registró el número/manos por racimo mediante conteo directo en los 5 racimos por tratamientos y repetición, cuando los racimos estuvieron cosechados y en la empacadora.

3-Grado de la mano del sol (segunda mano) y última mano, Se tomó el grado del dedo central de la fila externa de la segunda y última mano utilizando un calibrador estándar tipo reloj, cuando estos se encontraban cosechados y en la empacadora.

4-Grados Brix, Se cortó un dedo de la mano del sol de los racimos cosechados, se colocó una gota en el refractómetro y posteriormente se realizó la lectura de los Brix.

5-Presencia de cochinilla, Se registró el número de manos con incidencia de cochinilla mediante observación directa. La incidencia de cochinilla se expresó en porcentaje (%) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Presencia de cochinilla (\%)} = \frac{\text{manos con cochinilla}}{\text{manos totales del racimo}} \times 100$$

6-Presencia de mancha roja, La incidencia de mancha roja se expresó en porcentaje (%) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Presencia de mancha roja (\%)} = \frac{\text{manos con mancha roja}}{\text{manos totales del racimo}} \times 100$$

7-Presencia de fumagina, La incidencia de fumagina se expresó en porcentaje (%) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Presencia de fumagina (\%)} = \frac{\text{manos con fumagina}}{\text{manos totales del racimo}} \times 100$$

8-Presencia de daños físicos y mecánicos, Se registró el número de dedos con presencia de daño de punta, cicatriz de crecimiento y estropeo por manipulación durante la cosecha. Esta variable se expresó en porcentaje (%) y se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Presencia de Df y M (\%)} = \frac{\text{dedos con DP y CC}}{\text{dedos totales del racimo}} \times 100$$

9-Calidad de la almendra, Se determinó la calidad de la almendra tomando un dedo de la segunda mano y realizándole un corte longitudinal. Se clasificó como blanca, blanco a crema, semicrema y crema.

10-Peso del racimo, raquis y de la fruta, Se registró el peso de los racimos en libra, una vez cosechados y llevados a la empacadora. Para evaluar esta variable se utilizó una balanza colgante. Realizado el desmane, se procedió a pesar el raquis utilizando la balanza antes mencionada y expresando su dato en libras.

Para determinar el peso neto de la fruta se tomó los dos datos antes obtenidos y se aplicó la expresión siguiente:

$$\text{Peso neto de la fruta (lb)} = \text{peso del racimo (lb)} - \text{peso del raquis (lb)}$$

11-Longitud del dedo de la mano del sol (segunda mano) y la última mano, Se midió utilizando una cinta,

los dedos centrales de la fila exterior de la segunda y última mano y el resultado se lo expresó en pulgadas. Esta variable se tomó a todos los racimos.

12-Ratio, se obtuvo por tratamientos, empleando la siguiente fórmula:

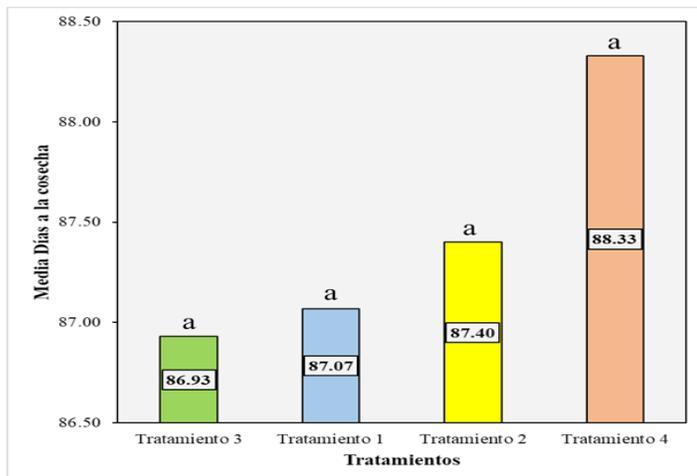
$$\text{Ratio} = \frac{\text{cajas procesadas}}{\text{número de racimos cortados}}$$

Procedimiento estadístico, para la comparación de medias se utilizó el ANOVA de un factor, con una significancia del 0.05%, En casos donde se presentaron diferencias significativas, se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey con el fin de conocer los tratamientos que compartían similitud y diferencias. Para el análisis de varianza de las variables cualitativas, se realizó una prueba estadística Chi-cuadrado, con el objetivo de determinar la presencia de diferencias significativas. El procesamiento de datos se efectuó con el paquete estadístico IBM - SPSS Statistics editor versión 22 de prueba para Windows. Se utilizó una confiabilidad del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las diferentes variables analizadas brindando los siguientes resultados.

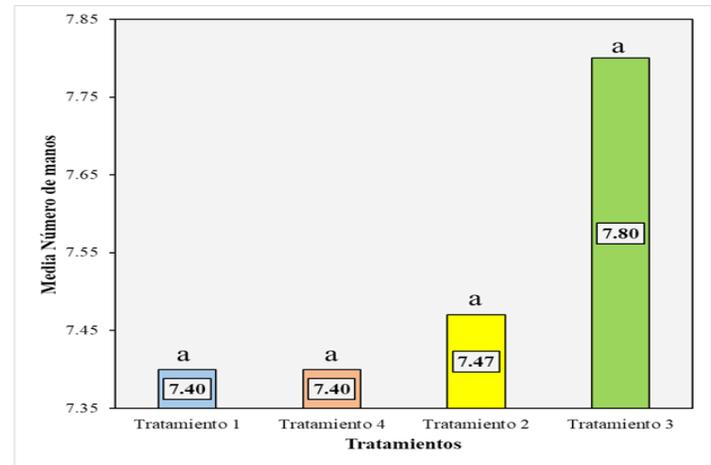
Días a la cosecha, el análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos, sobre los días a la cosecha en los racimos de banano, señala que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las medias de los tratamientos evaluados, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Vargas-Calvo & Rivas-Gould (2011); y Apolo (2009). A pesar de no existir significancia estadística, en la figura 1 se observa que el T3 obtuvo la menor media en días a la cosecha con 86.93 días, mientras el T4 obtuvo la media más alta de días a la cosecha con 88.33 días, lo que indica que el uso de protectores orgánicos adelanta los días de corte, a pesar de que se observa que todas las medias comparten un subconjunto homogéneo ($p = 0.706$), donde no existió diferencias significativas ($p > 0.05$) de los días a la cosecha.



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 1. Media de días a la cosecha por tratamiento.

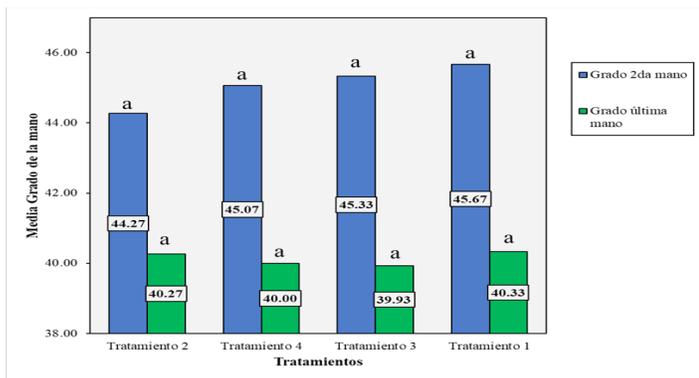
Número de manos, el ANOVA nos indica que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos respecto la variable evaluada. Observamos nuevamente que el T3 se destaca con la media mayor de número de manos (7.8 manos), pero sin ser significativo, mientras que el T1 y T2 presentaron un número de manos similar (7.4 manos), valores que se pueden apreciar en la figura 2.



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 2. Media de número de manos por tratamiento.

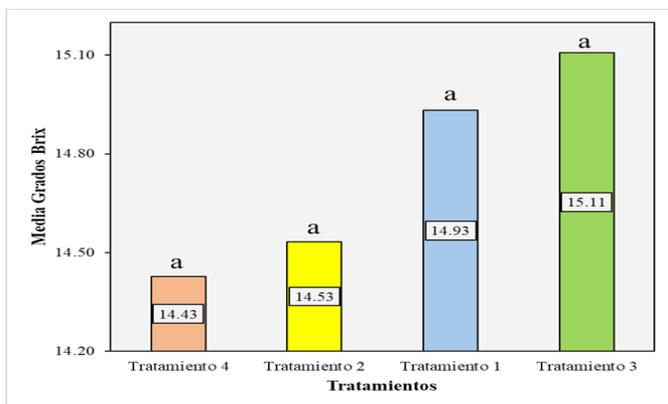
Grado de la mano, el ANOVA, indica que los tratamientos respecto a las dos variables (grado de la mano del sol y la última mano), no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$). Las medias de los tratamientos como se observa en la figura 3, en relación al grado de la mano del sol, los tratamientos en los que se aplicó protectores orgánicos, presentaron mayor grado de la fruta (T1=45.67 y T3=45.33), pero sin ser significativo. Por otro lado, aquellos racimos tratados con protectores cuello de monja (T2=44.27 y T4=45.07) presentaron menor grado en la fruta. Los resultados del grado de la mano del sol, difieren de los obtenidos por Márquez (2019), donde si existió diferencia significativa ($p < 0.05$), pero concuerda en que los racimos tratados con protectores orgánicos obtuvieron mayor grado, superando al racimo donde se utilizó protectores plásticos. El protector orgánico posee en la media de la variable grado de la última mano, el valor más alto y más bajo, teniendo el T1 una media de 40.33 y el T2 una media de 39.93. Hay no existir diferencias significativas entre usar protectores comerciales y el protector orgánico, estamos avalado que la calidad de los racimos no será afectada con el uso de este, siendo una alternativa amigable con el medio ambiente, disminuyendo el uso de plástico contaminante.



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 3. Media de grado de la mano por tratamiento.

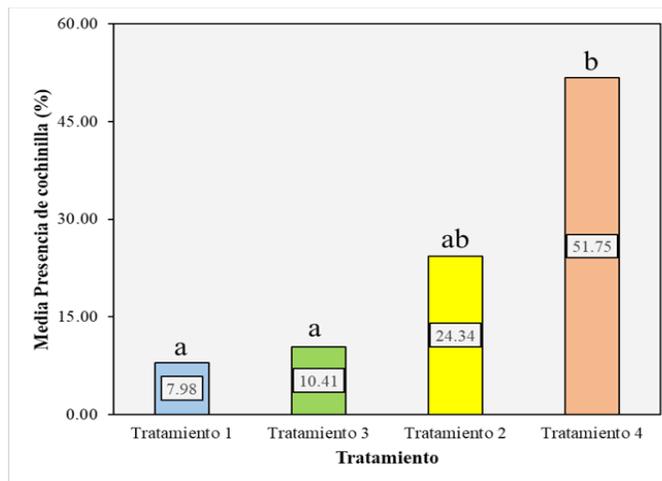
Grados brix, el análisis de varianza, determinó que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las medias de los tratamientos respecto a los grados Brix. Las medias de los tratamientos fueron agrupadas en un solo subconjunto homogéneo ($p = 0.262$). A pesar de no presentar diferencias significativas, los tratamientos donde se obtuvo mayor grado Brix fueron el T3 (15.11) y el T1 (14.93), los que fueron protegidos usando los protectores orgánicos. Los tratamientos 2 (14.53) y 3 (14.43) obtuvieron los menores grados Brix; en ellos se usó protectores cuello de monja.



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 4. Media de grados Brix por tratamiento.

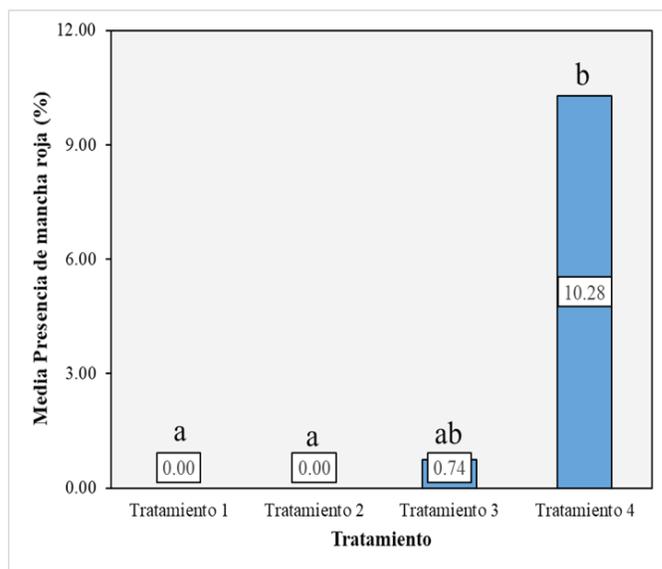
Presencia de cochinilla, el análisis de varianza indicó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$). La prueba de rangos múltiples de Tukey, permitió establecer dos subconjuntos homogéneos ($p = 0.001$), los que se pueden observar en la figura 5. La menor media de presencia de cochinilla en el racimo, se dio en el T1 (7.98%), que fue significativamente mejor que el T4 (51.75%). Aunque el T1 no fue significativamente mejor al T2 (24.34%) y al T3 (10.41%), si presentó una respuesta superior en el control de la cochinilla, que concuerda con Mamani (2015), que destaca el amplio espectro residual de un insecticida a base de Laurel rosado. Los resultados obtenidos concuerdan con Márquez (2019), que obtuvo una diferencia significativa ($p < 0.05$), obteniendo mejores resultados en los racimos donde se utilizó protectores orgánicos a base de bijao. Esto puede estar relacionado a las características físico-químicas de la cera presente en las hojas de bijao.



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 5. Media de presencia de cochinilla por tratamiento.

Presencia de mancha roja, según el ANOVA, los tratamientos respecto la variable evaluada, presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$). La prueba de Tukey permitió observar que los tratamientos formaron dos subconjuntos homogéneos ($p = 0.032$), que se muestran en la figura 6. Los tratamientos 1 y 2 no presentaron mancha roja, por lo que fueron significativamente mejor que el T4 (10.28%). El T3 no mostró ser significativamente superior al T4, pero si presentó una menor presencia de mancha roja, con un valor de 0.74%. El que los tratamientos 1 y 2 no hayan presentado mancha roja, puede deberse a la aplicación de un tipo de insecticida, ya sea de origen natural como es el caso del T1 o de origen sintético como en el T2. Los valores obtenidos son similares a Márquez (2019), donde obtuvo diferencia significativa en los tratamientos ($p < 0.05$), destacando que los racimos tratados con protectores orgánicos presentaron menor mancha roja en las manos, en comparación con los otros tratamientos.



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 6. Media de la presencia de mancha roja por tratamiento.

Presencia de fumagina, las medias de los tratamientos respecto la variable evaluada, no mostraron tener diferencias significativas ($p>0.05$). Al no tener diferencias significativas los tratamientos fueron agrupados en un solo subconjunto homogéneo ($p=0.279$), como se muestra en la figura 7. Como en la variable anterior, existieron tratamientos que no contaron con presencia de fumagina, siendo estos el T1 y T3, mientras que los tratamientos 2 (1.9%) y 4 (8.57) presentaron fumagina en alguno de los racimos evaluados, sin ser estos valores significativos. La presencia de fumagina está relacionada con la presencia de cochinilla, y al tener los protectores orgánicos a base de bijao un control superior sobre esta plaga como se demostró anteriormente, puede ser un factor que favoreció a los tratamientos para no presentar este hongo. El tan solo hecho de que los tratamientos T1 y T3 no presenten fumagina, ya es ganancia en tiempo y recursos al momento del proceso de la fruta.

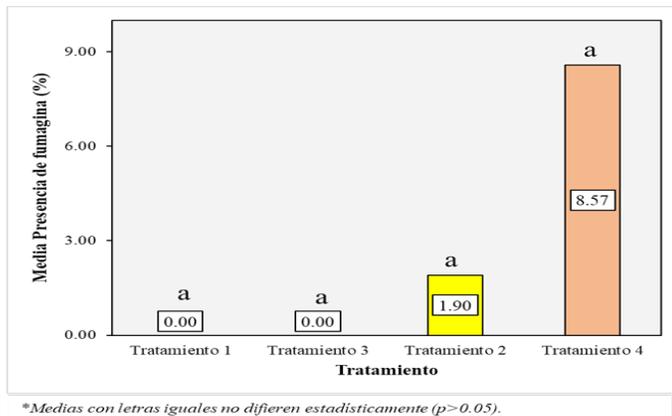


Figura 7. Media de la presencia de fumagina por tratamiento.

Daños físicos y mecánicos, los tratamientos evaluados para el ensayo, mediante el ANOVA, respecto a la presencia de daño físicos y mecánicos, no tuvieron diferencias significativas ($p>0.05$) lo que indica que con el protector orgánico vamos a tener resultados semejantes que con protectores cuello de monja. Las medias de los tratamientos se muestran en la figura 8. Los porcentajes más altos de la variable evaluada se dio en el T1 (0.93%) y en el T3 (0.8), sin ser significativos; mientras que el T2 (0.42) y el T4 (0.54) obtuvieron los porcentajes más bajos. Los resultados obtenidos difieren de Enríquez & Vega (2011), donde los tratamientos en los que se usaron protectores cuello de monja, fueron superiores y mostraron tener diferencia significativa ($p<0.05$), sobre aquellos en los cuales se usó otro tipo de protectores. El porcentaje más alto de daño en los protectores orgánico puede estar relacionada a las malas prácticas durante la cosecha, ya sea, durante la arrumada o el transporte del racimo a la empacadora por el cable vía.

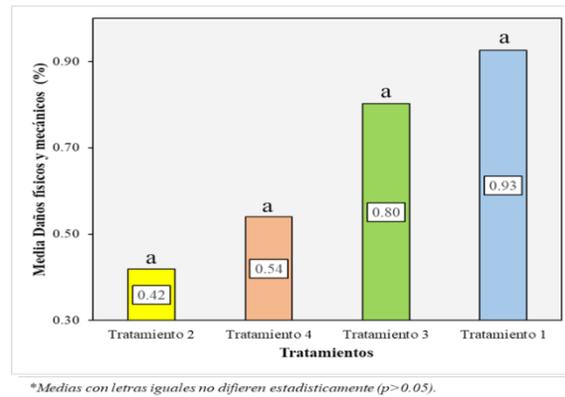


Figura 8. Media de daños físicos y mecánicos por tratamiento.

Calidad de la almendra, la prueba de Chi-cuadrado efectuada para el análisis de la variable calidad de almendra, indica que no se encontró diferencia significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos. Al no existir diferencia significativa ($p=0.934$), los tratamientos presentaron igualdad en la calidad de la almendra. Como se observa en la figura 9, el T1 fue el tratamiento que tuvo mejor calidad de almendra, ya que contaba con el mayor porcentaje de racimos con una almendra blanca (46.67%), pero sin significativa. El tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de almendra blanca fue el T4 (26.67%), pero tuvo la mayor cantidad de almendra semicrema (13.33). Hay que destacar que el ningún tratamiento se presentó almendra crema. Los resultados obtenidos no concuerdan con Márquez (2019), donde obtuvo un porcentaje mayor de almendra blanca en los racimos donde uso daipas, seguido de los racimos protegidos por cuello de monja y por último los racimos protegidos con protectores orgánicos.

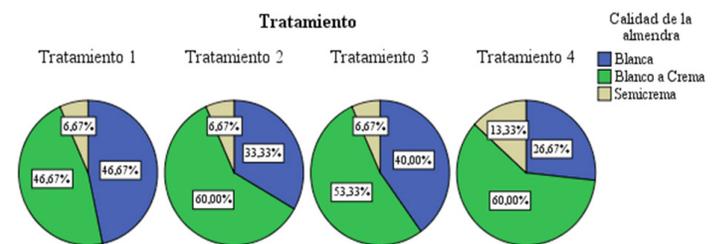
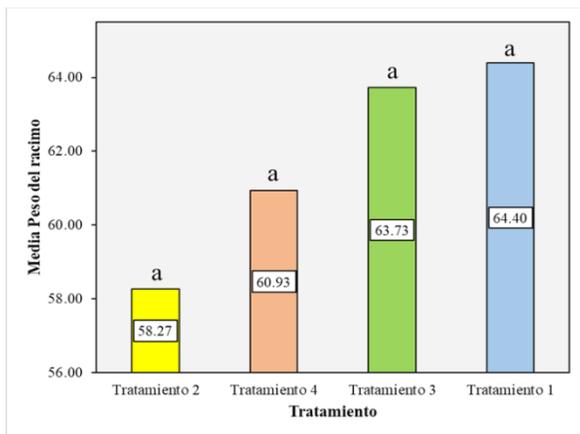


Figura 9. Porcentaje de la calidad de almendra por tratamiento.

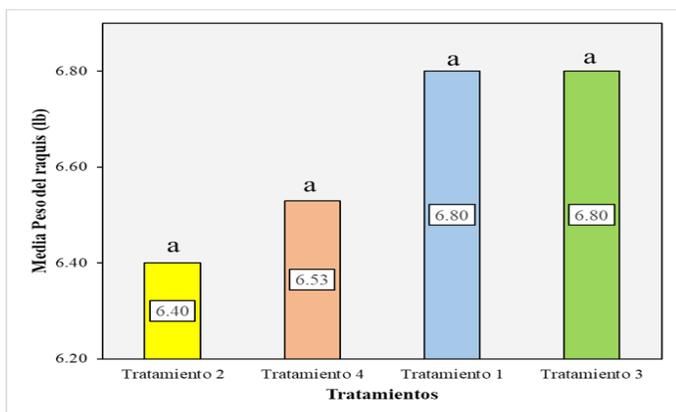
Peso del racimo, el ANOVA, indica que no existen diferencias significativas ($p>0.05$). En la figura 10, se observa que la media más alta (sin ser significativa) en la variable peso del racimo se encuentra en los tratamientos 1 (64.40 lb) y 2 (63.73), los cuales fueron protegidos usando protectores orgánicos. La media más baja se reporta en los racimos protegidos con protectores cuello de monja T2 (58.27) y T4 (60.93). Los resultados concuerdan con Márquez (2019), donde no obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos ($p>0.05$), de igual forma obtuvo mayor peso de los racimos donde uso protectores orgánicos con una media de 65.10 lb.



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p>0.05$).

Figura 10. Media de peso del racimo por tratamiento.

Peso del raquis, los tratamientos no mostraron diferencias significativas ($p>0.05$) respecto al peso del raquis. Las medias de los tratamientos se puede observar en la figura 11. Las medias con los pesos mayores del raquis se presentaron en el T1 y T3 (6.8) que presentaron un valor semejante. El menor valor estuvo representado por el T2 (6.4), todos estos valores no fueron estadísticamente significativos. Los resultados obtenidos difieren de Enríquez & Vega (2011), quienes al someter al racimo de banana a distintos tipos de protectores (menos protectores orgánicos), encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) en el peso del raquis de los distintos tratamientos.

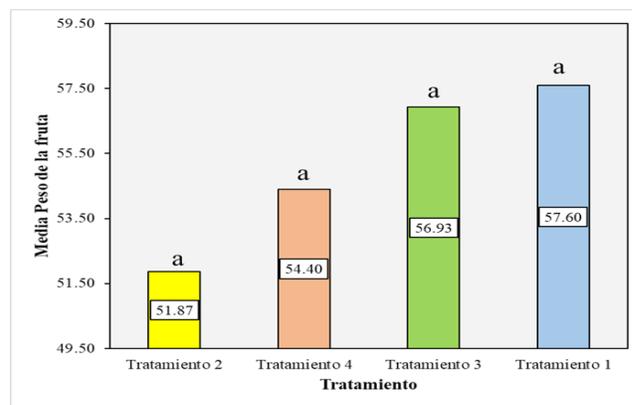


*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p>0.05$).

Figura 11. Media del peso del raquis por tratamiento.

Peso de la fruta, las medias de los tratamientos respecto al peso de la fruta, no mostraron tener diferencias significativas ($p>0.05$), según el ANOVA. Las medias de los tratamientos fueron ubicadas en un solo subconjunto homogéneo ($p=0.475$), donde destacan las medias de los tratamientos 1 (57.6 lb) y 2 (56.93 lb) que tuvieron los valores más altos y fueron tratados con protectores orgánicos, siendo los valores más bajos aquellos donde se empleó protectores cuello de monja, como se observa en la figura 12. Los resultados obtenidos no concuerdan con Enríquez & Vega (2011), que tuvieron diferencias significativas ($p<0.05$) entre los diferentes tratamientos implementados (sin protectores orgánicos), siendo superiores

los resultados en aquellos donde se trabajó con protectores cuello de monja.

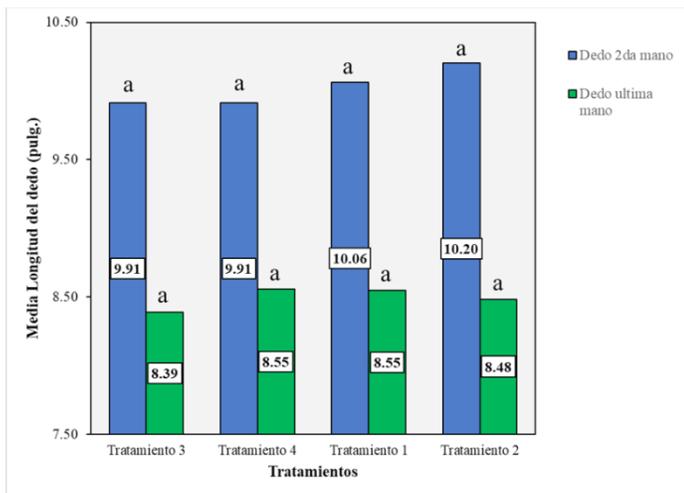


*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p>0.05$).

Figura 12. Media del peso de la fruta por tratamiento.

Longitud del dedo, el análisis estadístico señala que no existen diferencias significativas ($p>0.05$) entre las medias de los tratamientos sobre las variables: longitud del dedo de la mano del sol ($p=0.096$) y la última mano (0.487). Las medias de los tratamientos sobre las variables evaluadas fueron agrupadas en un solo subconjunto homogéneo, que se muestra en la figura 13. El tratamiento con la media más alta de la variable longitud del dedo de la mano del sol, fue el T2 (10.20 pulgadas.) sin ser significativa, mientras que los T3 y T4 presentaron una media similar (9.91 pulgadas.). Los resultados son similares a los obtenidos por Márquez (2019), que no obtuvo diferencia significativa ($p>0.05$), pero obtuvo una media mayor en los racimos tratados con protectores basmer frente a los tratados con protectores orgánicos; y son de igual forma, similares a Urrutia & Jiménez (2013), que no obtuvieron diferencias significativas ($p>0.05$) al evaluar diferentes tipos de protectores.

Los resultados difieren con Enríquez & Vega (2011), donde si existió diferencia significativa ($p<0.05$) entre los tratamientos evaluados, siendo de igual forma, las medias superiores, aquellas donde se usaba protectores cuello de monja. En la variable longitud del dedo de la última mano fueron dos los tratamientos que obtuvieron las medias más altas, el T1 y el T2 (8.55 pulgadas.), pero sin ser significativo y la media más baja la ocupó el T3 (8.39). Los valores obtenidos son similares a Urrutia & Jiménez (2013), donde no se presentó diferencia significativa ($p>0.05$) entre las medias de los tratamientos, pero difiere de los obtenido por Enríquez & Vega (2011), donde el uso de diferentes tipos de protectores, si tiene diferencia significativa ($p<0.05$) en la longitud del dedo de la última mano.

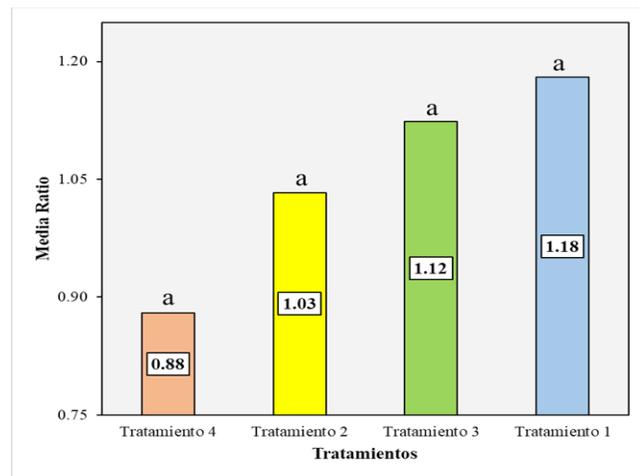


*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 13. Media de la longitud del dedo por tratamiento.

Ratio, por medio del ANOVA, se determinó que las medias de los tratamientos no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$). Las medias de los tratamientos comparten un subgrupo homogéneo ($p = 0.051$), como se observa en la figura 14. Sin ser significativo, las medias que son superiores son aquellas donde se trabajó con protectores orgánicos, teniendo en el T1 un ratio de 1.18 y en el T3 un ratio de 1.12. La media más bajo se ubica en el T4 con un ratio de 0.88, donde se protegió a los racimos con protectores cuello de monja sin el uso de algún insecticida, siendo atacado por plagas como cochinilla y fumagina, por lo que destaca el T3, que sin el uso de algún insecticida protegió al racimo del ataque las plagas antes mencionadas.

Los resultados son similares a Enríquez & Vega (2011), que obtuvo un ratio de 0.87 en los racimos que protegió usando protectores cuello de monja y difieren de Urrutia & Jiménez (2013), que demostró tener diferencias significativas entre los tratamientos, siendo superiores aquellos tratados con protector cuello de monja (no se utilizó protectores orgánicos). Sin ser significativo, las medias que son superiores son aquellas donde se trabajó con protectores orgánicos, teniendo en el T1 un ratio de 1.18 y en el T3 un ratio de 1.12. La media más bajo se ubica en el T4 con un ratio de 0.88, donde se protegió a los racimos con protectores cuello de monja sin el uso de algún insecticida, siendo atacado por plagas como cochinilla y fumagina, por lo que destaca el T3, que sin el uso de algún insecticida protegió al racimo del ataque las plagas antes mencionadas. Los resultados son similares a Enríquez & Vega (2011), que obtuvo un ratio de 0.87 en los racimos que protegió usando protectores cuello de monja y difieren de Urrutia & Jiménez (2013), que demostró tener diferencias significativas entre los tratamientos, siendo superiores aquellos tratados con protector cuello de monja (no se utilizó protectores orgánicos).



*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

Figura 14. Media del ratio por tratamiento.

Pérdidas económicas generadas

Si se realiza un contraste del ratio obtenido en el T1 (el mayor ratio en el ensayo), con los demás tratamientos, se puede evidenciar diferencias tanto en el rendimiento de cajas/año y de la pérdida monetaria, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Perdidas económicas que se generan al comparar el T1 con otros tratamientos.

	Pérdida	
	Cajas/año	\$/año
T1 - T2	1771	9738.30
T1 - T3	708	3895.32
T1 - T4	3541	19476.60

Se utilizó el promedio de cajas/año de la finca y el precio de la caja 5.

Como se mencionó anteriormente, aunque no se presentó diferencias significativas en el ratio, ese mismo ratio puede influir mucho en el rendimiento de la finca, por lo que, las pérdidas económicas pueden superar lo aceptado por el propietario de la finca o hacienda. Al comparar el T1 con el T4 que fue el tratamiento con menor ratio, el número de cajas/año que se puede dejar de producir llega a las 3 541 cajas, es decir \$19 476.60 de pérdida dentro de la finca, y alrededor de \$30098.50 si se manejara una producción orgánica.

Evaluación económica de los tratamientos

Para la evaluación se consideró únicamente el trabajo de protección de los racimos con los diferentes tratamientos, incluido el costo del personal que realizó la actividad. Además, se utilizó el precio de contrato de la caja convencional que maneja la finca (\$5.5). En la Tabla 3, se observa el beneficio que se obtiene de las 15 plantas por tratamiento que se estimuló por semana y por años.

Tabla 3. Estimado de costo beneficio en cada tratamiento por racimo cosechado.

Tratamiento	Tratamiento								Ingreso bruto	Beneficio
	Costo tratamiento	Racimos cosechado	Jornales (\$/día)	Costo	Ratio	Cajas	Precio			
Protector orgánico + infusión	1.1	15	20	36.5	1.18	18	5.5	97.35	60.85	
Protector cuello de monja + Bala 55	1.3	15	20	39.5	1.03	15	5.5	84.975	45.48	
Protector orgánico	0.8	15	20	32	1.12	17	5.5	92.4	60.40	
Protector cuello de monja	0.98	15	20	34.7	0.88	13	5.5	72.6	37.90	

El T1 tiene un costo de \$1.1 por cada racimo que se protege, incluyendo el valor del jornal se alcanza un costo de \$36.5, considerando el ratio de 1.18, se obtiene un total de 18 cajas/tratamiento, y con el precio de \$5.5, se produce un ingreso bruto de \$97.35 y un beneficio de \$60.85. El T2 tiene un valor de \$1.13, que produjo un ratio de 1.03, produciendo 15 cajas/tratamiento, consiguiendo un ingreso bruto de 84.97 y un beneficio de 45.48. El T3 presenta un costo de \$0.8, un ratio de 1.12, produciendo un total de 17 cajas/tratamiento, el ingreso bruto que se obtiene es de \$92.4 y beneficio \$60.40. Por último, el T4 tiene un costo de \$0.98 y con el ratio producido, llega a un ingreso de \$72.6 y un beneficio de \$37.90.

Se observa que el T1 y T3 presentan la mayor rentabilidad con \$60, ambos tratados con protectores orgánicos a base de bijao. Mientras que el T4 en el que solo se usó protectores cuello de monja tuvo la menor rentabilidad alcanzando \$37.90.

CONCLUSIONES

El protector orgánico impregnado con infusión de Laurel rosado, demostró ser superior en el control de

plagas, como la cochinilla y el trips de la mancha roja, presentando un menor número de manos afectadas, superando incluso a los protectores impregnados con insecticida sintético, en este caso el Bala 55.

El uso de protectores orgánicos como el T1 y T3, acortaron los días a la cosecha. Además, tuvieron las medias mayores en el grado de la mano del sol, el ° Brix, peso de los racimos y la fruta. Por último, se presentó una almendra blanca en el 46.67% de los racimos del T1 y un 40% de los racimos del T3.

El ratio que se obtuvo fue superior en el T1 con 1.18. Al ser comparada con los otros tratamientos, se demostró que las ganancias basándose en la producción propia de la finca pueden aumentar, llegando a producir 3 541 cajas más en el año, con una ganancia de \$19 476.60.

Económicamente, tienen mayor rentabilidad los tratamientos donde se usó protectores orgánicos, donde la implementación tuvo un menor costo, se obtuvo mejores ratios y se aumentó el número de cajas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolo, B. (2009). Comparación de costos de implementos de producción del banano empleando diferentes protectores de manos de racimo. (Tesis de pregrado). Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Enríquez, L., & Vega, F. (2011). Evaluación de seis tipos de protectores en el enfunde de racimo de banano (*Musa sapientum*) en la Finca Manguila del Cantón La Maná 2010-2011. (Tesis Ingeniería Agronómica). Lacatunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Mamani, J. (2015). Preparados de Plantas Biocidas en el Manejo de "Gusano Cogollero" (*Spodoptera Frugiperda* J.E. Smith) en Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) cv. "Confite". (Tesis Ingeniería Agrónoma). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Márquez, J. (2019). Efecto de un tipo de protector en el grado de exportación y tiempo de corte en los racimos de banano. (Trabajo de titulación). Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Urrutia, S., & Jiménez, J. (2013). Evaluación del Efecto de Protectores Sobre la Producción y Calidad del Banano en el Recinto Pailón, Chacarita del Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos. (Tesis Ingeniería Agrónoma). Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar.
- Vargas-Calvo, A., & Rivas-Gould, R. (2011). Efecto de Laminillas Protectoras de Polietileno Sobre la Productividad de Banano Sin Desflora de Frutos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3), 345–358. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000300004&Ing=es&tIng=es

03

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

LA CONVERSIÓN DE UN PREDIO AGRÍCOLA DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL EN PREDIO AGROECOLÓGICO CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD

THE CONVERSION OF A TRADITIONAL AGRICULTURAL FARM IN AGROECOLOGICAL PROPERTY WITH SUSTAINABILITY CRITERIA

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/00000003-2403-0135>

Alejandro Rafael Socorro Castro²

E-mail: arsocorro@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/00000002-6576-308X>,

Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

² Convenio Universidad Metropolitana del Ecuador- Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

García Batista, R. M., Socorro Castro, A. R., & Rodríguez Delgado, I. (2019). La conversión de un predio agrícola de producción tradicional en predio agroecológico con criterios de sostenibilidad. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 21-31. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la Cooperativa de Producción Agropecuaria, Nicaragua Libre perteneciente a la provincia de Cienfuegos, Cuba. En este se define la cadena agroalimentaria de este predio agrícola, la producción de caña de azúcar y producciones de autoconsumo para los campesinos que la integran, las que resultaron insuficientes. Como limitantes fundamentales de la sostenibilidad del agroecosistema, se señalan el mal estado técnico y la obsolescencia de la maquinaria e implementos agrícolas y el transporte automotor con que cuenta, la degradación a que ha sido sometido el suelo en sus áreas durante años de explotación intensiva y la falta de medidas que permitan su mejoramiento, como la rotación de cultivos y la aplicación de enmiendas orgánicas, (compost), el uso excesivo de insumos externos con el incremento de los costos de producción, la falta de capacitación a los agricultores para asumir la producción de otros cultivos y la falta de sistemas de estimulación. Como resultados del estudio se proponen prácticas alternativas y estrategias tecnológicas que persiguen modificar el agroecosistema brindando la posibilidad de hacerlo económicamente factible, ecológicamente protegido, socialmente justo y culturalmente adaptado.

Palabras clave:

Sostenibilidad del agroecosistema, prácticas alternativas y estrategias tecnológicas.

ABSTRACT

This work was carried out in the Agricultural Production Cooperative, Nicaragua Libre belonging to the province of Cienfuegos, Cuba. This defines the agri-food chain of this agricultural property, the production of sugar cane and self-consumption production for the farmers who make it up, which proved insufficient. As fundamental limits of the sustainability of the agro-ecosystem, the poor technical condition and obsolescence of agricultural machinery and implements and the automotive transport it has, the degradation to which the soil has been subjected in its areas are noted during years of intensive exploitation and the lack of measures to improve them, such as crop rotation and the application of organic amendments, (compost), the overuse of external supplies with increased production costs, the lack of training farmers to take on the production of other crops and the lack of stimulation systems. Alternative practices and technological strategies are proposed that aim to modify the agroecosystem by providing the possibility of making it economically feasible, ecologically protected, socially just and culturally adapted.

Keywords:

Agro-ecosystem sustainability, alternative practices and technological strategies.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la producción agraria y sus prácticas han estado muy ligadas al desarrollo de la humanidad, enfocadas en una finalidad muy concreta, proveer el suficiente alimento para mantener el crecimiento de la población. La sostenibilidad de la agricultura es una necesidad del mundo en la actualidad y se ha convertido en una de las premisas para el bienestar de amplios sectores de la población de los países en desarrollo.

El uso excesivo de los fertilizantes, herbicidas, pesticidas, máquinas agrícolas pesadas, el monocultivo y la deforestación han favorecido el proceso de erosión del suelo, desertificación, contaminación ambiental, reducción de la biodiversidad biológica e incremento de las plagas, también la modernización ha tenido un fuerte impacto en las poblaciones rurales, pues ha favorecido la concentración de la tierra y el desplazamiento de los campesinos hacia las ciudades, alejándose del principal patrimonio humano, o hacia las laderas de las montañas, donde para subsistir, talaron bosques contribuyendo a lo antes explicado. La agricultura influye de forma significativa en cambio climático actual, a través de emisiones de CO₂, metano y óxido nitroso. Se ha determinado que el 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero son producidos por las prácticas agrícolas; también son responsables de los cambios de uso de bosques a pastizales. Por todo lo expuesto anteriormente se hace cada día más necesario para la supervivencia de la especie humana el uso racional del suelo y el empleo de prácticas agronómicas en correspondencia con el entorno natural, que posibiliten alcanzar el desarrollo sostenible.

Los antecedentes de la transformación del sector agroalimentario, que tiene lugar en Cuba en la actualidad, están dados básicamente por los elementos que caracterizaron la transformación posterior a la implementación de las leyes de Reforma Agraria después del triunfo de la Revolución cubana en 1959 y por las condiciones que se crean como consecuencia del derrumbe del bloque socialista. A partir de 1990, el país dejó de tener el nivel de acceso necesario a importaciones de insumos y materias primas sobre las que se sustentaba la tecnología agrícola desarrollada durante los años de pertenencia al bloque socialista (Socorro & March, 1999). Por tal razón, la respuesta a la crisis en el sector agroalimentario ha estado matizada por profundas transformaciones que han requerido cambios esenciales en la gestión agraria destinada a la seguridad alimentaria y la producción de bienes y servicios. Para alcanzar tales propósitos el Grupo Azucarero (AZCUBA) realizó un profundo proceso de reordenamiento de su infraestructura con vista a incrementar los rendimientos cañeros, disminuir los costos de producción y hacer más eficiente y competitiva la industria. Este proceso tiene como base la evaluación de la aptitud física de las tierras,

utilizando como premisa de partida que la producción de caña se sustentará en los suelos de mayor calidad (Aptos o A1 y Moderadamente Aptos o A2). El presente trabajo tiene como objetivo proyectar la conversión de la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Nicaragua Libre en una Unidad Productora Diversificada con criterios de sostenibilidad, es decir en una Finca Agroecológica Integral basado en prácticas agrícolas de manejo que posibiliten el incremento de la producción con la consiguiente protección del ambiente.

DESARROLLO

Caracterización general del agroecosistema

La CPA Nicaragua Libre se ubica en el municipio de Rodas, provincia de Cienfuegos, pertenece a la estructura territorial de la Empresa Azucarera 14 de Julio, limita al norte y al oeste con el río Damují, al sur con la carretera Rodas- Cienfuegos y al este con la Empresa Pecuaria Rodas. La misión de la unidad es la producción de caña, con la visión de alcanzar rendimientos cañeros de 54 t ha⁻¹.

El uso y distribución de las áreas con que cuenta la CPA Nicaragua Libre se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Uso y distribución de áreas con que cuenta la CPA Nicaragua Libre.

Concepto	Área (ha)
Área geográfica total	921.2
Área dedicada a caña	319.7
De ella: real con caña	258.2
Dedicada a caña vacía	61.5
No cultivable	415.0
No agrícola total	80.5
Infraestructura e instalaciones	106.0

La distribución de suelos que predominan son los Ferralitizados cálcicos (63.2 ha) y Sialitizados cálcicos (250 ha) destinados a la producción de caña de azúcar con un área total de 319.7 ha, es decir suelos A-1 y A-2, para la producción de alimentos con carácter de autoabastecimiento destinan 6.7 ha de Sialitizados cálcicos y para pastos y sin uso se destinan 408.3 ha de Sialitizados no cálcicos y Fersialitizados cálcicos.

La nómina de asociados cuenta con 96 trabajadores, de ellos 8, se encuentran en el área de administración, 47 en la producción de caña de azúcar, ocho en producción de otros cultivos, cuatro en ganadería, 11 en servicios y 18 en transporte y maquinaria.

Los medios mecanizados que posee para el trabajo son, 11 tractores de goma de 65-80 HP, de ellos cuatro en mal estado técnico, un tractor de esteras DT-75, 13 implementos disponibles (grada de 965 y 1 200 kg, grada múltiple, arado ADI-3, surcadores, subsoladores, marcadores, asperjadoras y mochilas),

una cosechadora KTP-2M, cuatro camiones Hino y un Zil 130, carretas de traslado de cosecha y pipas de agua).

Su infraestructura la compone oficina, almacén de herbicidas, almacén de viveres, taller y pista de combustible, comedor obrero, dos vaquerías y un círculo social obrero, esto ocupa un área total de 106.0 ha. Poseen ocho yuntas de bueyes con sus implementos y agua de pozos en la vaquería y en la oficina, además del río Damují que bordea la unidad.

La unidad depende para sus producciones de recursos externos que limitan su sostenibilidad, entre ellos:

- ✓ Fertilizantes minerales, urea, amoníaco o nitrato de amonio como fuentes de nitrógeno en el orden de las 45 t, superfosfato triple (17 t) y cloruro de potasio (57 t).
- ✓ Herbicidas foliares, preemergentes, hormonales, además del Merlín y productos acompañantes.
- ✓ Combustible diésel.
- ✓ Lubricantes (grasas y aceites)
- ✓ Electricidad.
- ✓ Semillas de caña y de cultivos varios.
- ✓ Implementos.

Se identifican los factores fundamentales que afectan la sostenibilidad del agroecosistema, entre los que sobresalen:

- Tecnologías de preparación de suelos inadecuadas.
- Baja disponibilidad técnica de la maquinaria e implementos agrícolas.
- Uso de variedades de caña de azúcar sin validar en las condiciones de unidad.
- Suelos con déficit de nutrientes.
- Poco o nulo riego de agua.
- Dependencia e inestabilidad de los recursos externos.
- Fuerza de trabajo envejecida.
- Las propiedades del agroecosistema se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades del agroecosistema CPA Nicaragua Libre.

Problemas	Propiedad del agroecosistema			
	Productividad	Estabilidad	Resiliencia	Equidad
Ecológicos	7	8	6	6
Económicos	5	5	5	6
Sociales	7	7	7	6

Fundamentación

Se plantea como acción principal para alcanzar un manejo agrícola sostenible, las producciones agrícolas diversificadas que incluyen la organización de la

explotación de las tierras según su calidad a fin de alcanzar el máximo posible de su agropotencialidad, con las especies y cultivares que aseguren la estabilidad y satisfacción de la demanda interna y del mercado, así como las rotaciones y el intercalamiento de las siembras que garanticen los volúmenes adecuados de producción, todo con resultados económicos, es decir aplicar prácticas y estrategias agroecológicas.

Con la transformación de la matriz, con los problemas antes expuestos y las principales alternativas que se consideran factibles para mitigar los problemas identificados se define:

Ecológicos

1-Productividad

Aplicar compost o cachaza según recomendaciones del Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) para mejorar la estructura, contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo.

2-Estabilidad

Mantener la fertilidad del suelo y aplicar prácticas agrícolas que conserven el mismo y permitan el laboreo con eficiencia considerando que hay piedras favoreciendo el desarrollo de la flora microbiana.

3-Resiliencia:

Recuperación de los nutrientes y microorganismos del suelo.

4-Equidad:

Al mejorar la fertilidad del suelo, las prácticas agrícolas y la biodiversidad, mejorará la capacidad para interactuar equitativamente con los integrantes del agroecosistema.

Económicos

1-Productividad, Mejorar el estado técnico de los sistemas de riego y realizar inversiones de riego electrificado que permitan aprovechar las fuentes de agua de la zona y hacer una reparación capital de la maquinaria agrícola e invertir en tractores de mediana potencia, así como en la adquisición de implementos, así como diversificar la producción.

2-Estabilidad, Incrementar las áreas bajo riego y alcanzar con la reparación y modernización de la maquinaria eficiencia en las prácticas agrícolas para cada cultivo tomando en cuenta necesidad y oportunidad de las labores a ejecutar.

3-Resiliencia, Incremento de producciones diversificadas con menos gastos y se alcanza mejor solvencia económica individual y colectiva, además de una mayor capacidad para recuperarse de situaciones adversas.

4-Equidad, Al incrementarse los rendimientos y la producción se logrará mayor equidad en la distribución de los resultados.

Sociales

1-Productividad, Construir la escuela, tienda, reparar instalaciones sociales que permitan mayor satisfacción social de la comunidad, estabilizando y rejuveneciendo la fuerza de trabajo.

2-Estabilidad, Implementar los pagos parciales por estimulación por ahorro de los presupuestos, esto permitirá constar con fuerza joven y calificada.

3-Resiliencia, Incremento y estabilidad de la fuerza laboral.

4-Equidad, Con el incremento de las producciones, los rendimientos y los ingresos de los trabajadores satisfacer las necesidades individuales, colectivas y de la familia.

Al asignar el valor mayor hasta 10 a la celda que contiene el más alto grado de alternativas factibles se genera la Tabla 3.

Tabla 3. Propiedades del agroecosistema.

Problemas	Propiedad del agroecosistema			
	Productividad	Estabilidad	Resiliencia	Equidad
Ecológicos	9	9	7	8
Económicos	8	7	9	8
Sociales	8	9	7	7

A partir del resultado obtenido, como se aprecia en el gráfico de radar de la Figura 1, que compara los problemas detectados y las alternativas para mitigar éstos, se proponen modificaciones de las tecnologías a emplear y la diversificación del predio agrícola para modificar la gestión agraria haciéndola económicamente factible, ecológicamente protegida y socialmente equitativa.

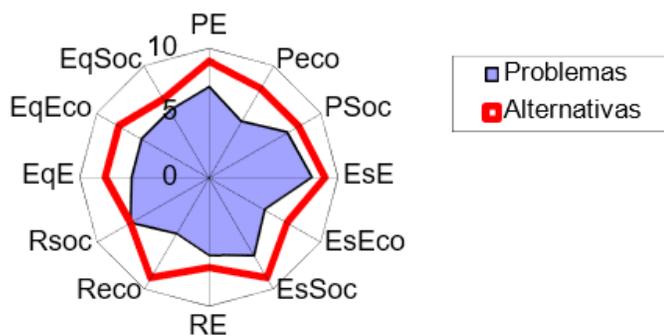


Figura 1. Gráfico radial que muestra el análisis de los problemas y las alternativas propuestas.

Entre las producciones agrícolas que contribuirán a la sostenibilidad del agroecosistema se encuentran

la formación de Cadenas Agroalimentarias de Caña de Azúcar como fundamental con el empleo de los suelos A-1 y A-2, la de producción de Alimentos con suelos A-1 y riego electrificado, la de Ganadería con la producción de leche y carne y la de Cría de Cerdos por convenios con el Centro Porcino y la representación de AZCUBA en la provincia.

Propuesta y descripción del proyecto

Los aspectos que inciden en la sostenibilidad por los cuales conduciremos el proyecto son el modelo organizativo y los recursos internos con que se cuenta, el valor agregado y relaciones externas, es decir, los aspectos internos y externos que ayuden a la sostenibilidad del agroecosistema en cuestión.

El Predio proyectado quedaría con la misión de la producción de caña de azúcar y la diversificación (cultivos varios, ganado mayor y porcino), con la visión de alcanzar rendimientos cañeros de 54 t ha⁻¹ y altos y estables rendimientos en la diversificación. Los recursos para su mejor comprensión los dividiremos en internos y externos.

1. **Recursos internos,** Suelos: Ferralíticos cálcicos (63.2 ha) y Sialíticos cálcicos (250 ha) destinados a la producción de caña de azúcar con un área total de 319.7 ha, para la producción de alimentos con 70.0 ha de Sialíticos cálcicos y para pastos se destinan 344.3 ha de Sialíticos no cálcicos y fersialíticos cálcicos. Esto define las cadenas agroalimentarias que se forman en la unidad productora diversificada, es decir la producción de caña, la producción de alimentos, el porcino y la ganadería, Recursos humanos: cuenta con 96 trabajadores, de ellos 8 se destinan a la administración, 30 en la producción de caña, 15 en alimentos, 10 en ganadería, 4 en porcino, 11 en servicios y 18 en transporte y maquinaria, Maquinaria, transporte e implementos: 11 tractores de goma de 65–80 HP, de ellos cuatro en mal estado técnico, 1 tractor de esteras DT-75, 13 Implementos disponibles (grada de 965 y 1 200 kg, grada múltiple, arado ADI-3, surcadores, subsoladores, marcadores, asperjadoras, mochilas etc.), 1 combinada KTP-2M, cuatro camiones Hino y 1 V-8, carretas, pipas de agua), Infraestructura: oficina, almacén de herbicidas, almacén de víveres, taller y pista, comedor obrero, dos vaquerías y un círculo social obrero, esto ocupa un área de 106.0 ha. Animales de trabajo: 16 yuntas de bueyes con sus implementos, Agua: de pozos en las vaquerías y en la oficina, además del río Damují que bordea la unidad para el riego electrificado eficiente.

Recursos externos

La unidad depende para sus producciones de recursos externos que limitan su sostenibilidad, entre ellos. Fertilizantes minerales, urea, amoníaco o nitrato de amonio como fuentes de nitrógeno en el orden de

las 45 t, superfosfato triple (17 t) y cloruro de potasio (57 t), Herbicidas foliares, preemergentes, hormonales, además del Merlín y productos acompañantes, Combustible diésel, Lubricantes (grasas, aceites), Electricidad, Semillas de caña y de cultivos varios, Precebas del porcino y Implementos.

Sistemas tecnológicos, memorias descriptivas por componentes.

Entre las estrategias agroecológicas propuestas están:

La integración y diversificación con el empleo de la rotación de cultivos y la aplicación de abonos orgánicos, El reciclaje de los residuos de cosecha como complementación y sinergismo del sistema, Incorporar el conocimiento local para alcanzar sostenibilidad con prácticas y medios propios de la unidad.

Entre las prácticas a tener en cuenta se encuentran:

Rotación de cultivos, Utilización de abonos orgánicos (Compost), Utilización de medios biológicos, Utilización de sistemas de riego eficientes, Intercalamiento de cultivos.

Teniendo en cuenta los niveles de infestación de las malezas en cada cultivo y época del año, se establecen las técnicas y momento para el manejo directo de las mismas, disminuyendo la capacidad de competencia. El manejo y conducción de los procesos de atención y mantenimiento a la producción fundamental se describe a continuación:

Caña de Azúcar

Preparación de suelos: se realiza por el método tradicional con el empleo del ADI-3, el consumo de combustible es de 74.6 l/ha, demora entre 55 y 70 días de preparación y alistamiento de suelos para la plantación de caña, esto es insostenible por el alto consumo de portadores energéticos, mantiene el suelo desnudo por largo tiempo y lo aleja de su condición natural por el empleo de arados y gradas que invierten el prisma de suelos, además de utilizar arados y tractores con muchos años de explotación en regular o mal estado técnico y alto índice de roturas que no garantizan hacer la reposición en el momento óptimo con un máximo de calidad, para erradicar dicho problema, se recomienda invertir en comprar equipos de rejas y tractores de mediana potencia, entre ellos el C 101 y el MAU 250 C y un tractor FIAT que garanticen la fuerza tradicional suficiente para preparar y alistar el suelo con variantes tecnológicas sin invertir el prisma de suelo (laboreo Mínimo con MAU 250 C o laboreo Localizado con C-101), estos acortan el tiempo de preparación y alistamiento, además de disminuir el consumo de portadores energéticos que ayudarán disminuir la dependencia de productos externos y más sostenible la producción (Velarde, et al., 2005).

Siembra: La producción de semillas de caña bajo condiciones de secano en la unidad no garantiza la calidad de la misma, es importante comprarla en la finca de semilla de la cadena de producción de esta, y destinar toda la producción a zafra donde los resultados económicos mejorarían mediante una buena organización de las cepas, esto tomando en cuenta que la semilla para la siembra comercial se hace en los meses de mayo a septiembre, período lluvioso lo que no permite dar atenciones culturales adecuadas a la plantación que aporta la semilla, siendo esta una cepa nueva que pierde todo su vigor y durabilidad en el tiempo. (5 cortes en 7 años).

Se recomienda disminuir la distancia de siembra de 1.60 m a 1.40 m para las áreas de corte manual para alcanzar mayor aprovechamiento del área y más rendimiento por unidad de superficie.

Atención a cañas nuevas: Una vez sembrada la caña se aplica herbicida preemergentes (Diurón + Gesapax), luego de los 60 DDA se atiende con limpias manuales y cultivo mecanizado o con tracción animal hasta el acondicionamiento de áreas a los 100120 DDA (días después de aplicado) que se produce el cierre del campo, además de la limpia de guardarrayas, para esto se recomienda el empleo de mezclas de Merlín + Gesapax en post-preemergencia y a partir de los 60 DDA el empleo de productos acompañantes en manchoneo, entre ellos el Finale, Glifosato y otros que abaratan los costos de producción. (Díaz, 2003, 2004, 2006).

Socas y retoños: se atienden con cultivo mecanizado y limpias manuales, descepe manual y guataquea), con el déficit de fuerza de trabajo no logran mantener el área limpia y pierden producción por este concepto, es necesario aplicar nuevas tecnologías como es el empleo del Merlín en seco o húmedo, más el manchoneo para mantener el área limpia hasta el cierre del campo, además de invertir en la compra de un arropador para ubicar la paja o desechos de cosecha sobre el surco, dejar la calle limpia e incrementar el uso del buey que es un recurso interno en función de la limpia, otro aspecto en el que se debe invertir es en la adquisición de un tractor de alto despeje que permita trabajar la caña hasta próximo a la cosecha además de utilizarlo en las aplicaciones de hormonales contra el bejuco o en las de inhibidores de la floración y no tener que gastar en un recurso tan caro como la aviación para este último tratamiento a la caña de azúcar en dependencia de la variedad utilizada para inicios de zafra.

Fertilización. Para esta se utiliza la recomendación del SERFE (Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas), con el uso de la fertilizadora F-350 + el aplicador de amoníaco para los fertilizantes inorgánicos y emplear el esparcidor de materia orgánica para el compost o la cachaza para los orgánicos, (Velarde y col., 2004), ahora, tomando en cuenta los niveles

de despoblación actual por cepas se debe emplear para las áreas de menos del 70% de población la fertilización inorgánica manual de forma localizada al plantón desaporcando con el S-240, ubicando el fertilizante y luego tapando con la grada múltiple (Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2003, 2004, 2005).

En actualidad constituye una práctica generalizada el procesamiento de residuales agroindustriales, valorándose su potencialidad por su doble carácter de beneficiar la agricultura y conservar el medio ambiente, este proceso a partir de la cachaza finaliza con la producción de compost, el que se recomienda a dosis de 10 t ha⁻¹ de forma localizada en el surco o hilera de caña de azúcar con riquezas de nutrientes promedio de 1.83% de nitrógeno; 2.35% de fósforo y 0.48% de potasio por tonelada, (Pineda, 2003). La aplicación de bioestimulantes como el Fitomás E (de origen orgánico) a razón de 2 l/ha para incrementar las producciones es una opción económica y ecológica en función de lograr mejor asimilación de los fertilizantes inorgánicos por tanto utilizar menores cantidades lo que ayudaría a la sostenibilidad (Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2006).

Control de plagas y enfermedades. Para esta se realizan las encuestas de plagas y enfermedades según época del año, con estos datos se llena la base de datos y se exporta como interfase para su recomendación mediante el software que emite las recomendaciones para cada campo tomando en cuenta el uso de controles biológicos que se producen en los CREE del territorio. Las mayores afectaciones en la zona son ataques de Bórer y roedores que se controlan con medios biológicos el primero (liberación de mosca *Lixophaga diatraea*) y roenticidas el segundo con dosis emitidas por las recomendaciones del SEFTI (Servicio Fitosanitario) (Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2005).

Está suficientemente argumentado que al restaurarse la biodiversidad funcional de los agroecosistemas se producirá una regulación natural de plagas. Para llegar gradualmente a esta regulación se precisa durante el proceso de conversión implementar programas de manejo que tengan una sólida base ecológica, programas que propicien la restauración gradual de la biodiversidad perdida.

Riego de agua. La unidad mantiene toda su producción de caña sobre condiciones de secano, debe invertirse en sistemas de riego electrificados y de punta como goteo o enrolladores, tiene opciones para electrificar y agua de pozos profundos, de la presa

de Abreus y del Río Damují que incrementarían la producción y rendimientos agrícolas y los resultados económicos.

Cosecha. Cuentan con cinco camiones y una combinada KTP-2M, esto garantiza una cosecha bien estructurada y pocos gastos, además de incrementar el área de corte manual para cuidar los estimados de caña realizados en la CPA, pesan la caña y la comercializan con la empresa azucarera 14 de Julio del municipio de Rodas, toda la caña se corta verde para evitar deterioro del suelo y el medio ambiente.

La producción de caña molibles tuvo un descenso en la producción debido a las afectaciones por sequía y no contar con riego que garantice la sostenibilidad del agroecosistema como planteamos anteriormente.

Intercalamiento. Intercalar las siembras de frío con frijol, caupí o maní como medidas de asociación de cultivos buscando un máximo aprovechamiento del recurso suelo.

Las demoliciones se realizarán sobre la base del 14% del área total tomando en cuenta el área vacía, es decir la siembra es el 14% del área total y se disminuirá demoliciones para cubrir el área (319.7 ha), se intercalará caupí en las siembras de primavera y frijol en las siembras de frío.

Propuesta de Finca de alimentos como vía de Diversificación. Destinar 70 ha organizadas en dos fincas de alimentos, 35 ha cada una de ellas, destinar a cultivos de ciclo largo (Plátano, malanga y yuca) 42 ha, 60% del área y el resto al resto de los cultivos como boniato, arroz, frijoles, maíz, tomates, ají, col, etc., la preparación de suelos realizarla con MAU 250 CV y grada de 965 kg, y la siembra realizarla por el método tradicional utilizando los bueyes como fuerza de tracción al cultivar, fertilizar de forma manual, controlar las malezas de forma manual, la cosecha se realizarla manualmente, su destino final es autoabastecer el comedor, comercializar con acopio, no cuentan con sistemas de riego eficientes, lo hacen bombeando el agua con diésel y técnicas de gravedad, para esto deben invertir en sistemas de riego electrificados que incrementen los rendimientos y la producción para resolver las limitantes del proceso productivo para lograr la satisfacción de los trabajadores y su familia.

Diversidad de cultivos en la finca.

Ciclo largo: Plátano, Yuca, Malanga y **Ciclo corto:** Boniato, Maíz, Frijol, Tomate, Calabaza (Tabla 4ab).

Tabla 4 ab. Plan de rotación de cultivos en la finca.

Cultivos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Yuca	*	*	*	*	*	*	*	C	C	C / PT	Cal	*
Plátano	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Tomate	C	PT	Cal	*	*	*	PT	PT/ Fri	*	*	*	C
Calabaza o Zapallo	*	C	PT	Maíz	*	C	C	PT	PT	Tom	*	*
Maíz	*	*	*	C	PT	PT	Pep	*	C	PT	Yuca	*
Plátano	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Boniato o Camote	C	PT	C	*	C	PT	PT	Maíz	*	*	C / PT	PT
Frijol Arroz	* PT	C *	PT *	Yuca *	* c	* *	* *	* c	* *	* *	* *	C *
Producción	Tom	Cal			Bon	Cal	Mai	Yuc	Yuc	Yuc	Plat	Tom
	Bon	Fri	Bon	Maiz	Plat	Plat	Plat	Plat	Maíz	Plat	Bon	Plat
	Plat	Plat	Plat	Plat	Arr			Arr	Plat	Maíz		
	Bon.											
Cultivos	Yuca		Calabaza		Maíz		Frijoles		Tomate		Arroz	
Simbología	(Yuc)		(Cal)		(Mai)		(Fri)		(Tom)		(Arr)	

F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
C	PT	Maíz	*	*	C	PT	PT/Frio			C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
PT/Pep	*	C PT	Bon	*	*	C	C PT	*	*	*
PT	*	*	*	*	C	PT	*	*	*	*
*	*	*	*	*	C	C PT	PT	C	*	*
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
*	*	C	PT	Cal	*	*	C	PT	*	c
PT *	Hab *	*	C C	* *	PT/ Maíz	*	*	*	PT	C *
Cal	Plat	Tom	Frijol	Plat	Mai	Bon	Bon	Mai	Plat	Fri
Plat		Plat	Plat		Yuc	Maiz	Cal	Plat		Bon
			Arr		Cal	Plat	Plat			Tom

Para el control integral de plagas y enfermedades se deben utilizar medios biológicos, entre las que más afectan en la unidad son:

Maíz

Palomilla del maíz. (Spodoptera frugiperda)

Las larvas destruyen parte de la planta. Si el ataque ocurre en plantaciones muy jóvenes estas se pueden perder si no se controla rápidamente. La palomilla ataca el cogollo y cuando come en hojas aún enrolladas y al abrirse estas presentan lesiones en forma de ventanas. En ocasiones consume toda la hoja dejando solo el nervio central. Es controlada eficientemente mediante el uso de *Telenomus*, *Trichogrammas* y *Euplectrus*.

Borer del maíz. (Diatraea lineolata).

Este insecto perfora el tallo de la planta y el corazón de la mazorca y provoca una clorosis en la planta lo cual reduce los rendimientos. Como consecuencia de las perforaciones los tallos atacados se parten, lo que

provoca la pérdida de la mazorca si esta no está en condiciones de ser cosechada. Por las perforaciones penetran hongos y bacterias que al provocar pudriciones interfieren el paso de la savia y con ello el empobrecimiento de la planta. Si el ataque ocurre cuando la planta es joven, esta muere. Es de vital importancia para la no aparición de esta plaga no plantar campos nuevos cerca de otros en fase final.

Carbón del maíz. (*Ustilago zeae*). El hongo ataca todas las partes de la planta incluso las raíces. Sobre los tallos aparecen tumores de tamaño variable los cuales son de consistencia esponjosa y en su interior hay un tejido lagunar a modo de espuma, esta masa se reabsorbe, se seca y forma un polvo negruzco que al romperse la bolsa se esparce, el ataque en las hojas y brácteas es semejante. En la panoja ataca a determinadas flores causándole hipertrofia del ovario, el cual crece exageradamente deformando la panoja. Para su control es necesaria la selección y desinfección de la semilla, además de una correcta rotación de cultivos.

Roya (*Puccinia sorghi*), Se observa principalmente sobre las vainas y las hojas donde aparecen pequeñas decoloraciones o puntos cloróticos que posteriormente se tornan de color amarillo parduzco. Sobre estas manchas aparecen pústulas pulverulentas tanto por el haz como por el envés. Para su control la técnica más utilizada es la época de plantación y el uso de variedades resistentes.

Frijol

Salta hojas del frijol (*Empoasca fabae*). Este insecto es vector de enfermedades virales, puede aparecer en cualquier etapa del cultivo. Las plantaciones infestadas en su inicio vegetativo se vuelven amarillas o cloróticas, síntoma viral conocido como mosaico. Si la plantación es infestada por el virus antes de florecer no llegan a producir vainas. Las medidas para su control se fundamentarán en mantener el cultivo libre de malezas hospedantes, no establecer campos nuevos al lado de campos avanzados y evitar la colindancia con plantas que sean atacadas por este áfido.

Crisomélido común, Aparece mayormente en época de lluvia. Las larvas se desarrollan bajo tierra y comen de las raíces, mientras que los adultos lesionan las hojas realizando agujeros redondos, también ataca a las flores. Se tomarán medidas agrotécnicas similares a la plaga anterior además de que se puede emplear como medio biológico *Bacillus thuringiensis*.

Pulgón del frijol, Succiona la savia al vegetal atacado, el cual se debilita y se le arrugan y encaracolan las hojas. Ataca a los retoños y los deforma. Debido a la miel de rocío que excretan, las hojas se cubren de fumagina por lo que se retarda el crecimiento de las plantas. Este áfido también es vector de enfermedades virales como el mosaico. Para su control será necesario mantener el cultivo libre de malezas

hospedantes y no establecer campos nuevos al lado de campos avanzados.

Roya de frijol, Es causada por *Uromyces phaseoli* que se muestra en las hojas formando manchas de color blanco, ligeramente levantadas que aumentan en variedades susceptibles hasta formar soros pardos pulverulentos. Para su control es necesaria la destrucción de restos de cosechas, rotación de cultivos y la siembra de variedades resistentes.

Mildium polvoriento, Aparece primero en las hojas y luego en las vainas y tallos, en la superficie de las partes verdes aparece un hongo de color blanco que tiene aspecto de tela de araña. Los tejidos pueden ser cubiertos por el micelio y las esporulaciones del hongo. Si el ataque es intenso las plantas se desfolian y se mueren. Es causado por *Erysiphe polygoni* que para su control es necesario la utilización de variedades resistentes y evitar sembrar en lugares donde las temperaturas y humedad sean altas.

Boniato o Camote, Tetuán del boniato (*Cylas formicarius* var. *elegantulus*), Perfora bejucos, boniatos y en general raíces y los llena de galerías sinuosas e irregulares donde abunda la excreta de estos insectos. Imposibilitan el consumo del tubérculo por el mal sabor impregnado producto de los daños causados al mismo.

Control

Buena preparación de suelo, sembrar variedades que enraícen profundamente, destruir residuos de cosecha, rotación de cultivos, utilizar semilla sana, en caso de la detección del insecto se pueden utilizar controladores biológicos como *Bauveria bassiana* y hormiga leona.

Tomate

Tizón temprano: Tomar medidas para evitar su aparición, si ocurre se manejará con Score y Triazina.

Tizón tardío: Plantar variedades resistentes, eliminar hospederos cerca del área a plantar en caso de aparición se maneja con Maneb, Zineb y Cobre.

Mancha bacteriana: Oxiclورو de cobre.

Virosis: Evitando plantas indeseables.

Yuca. Primavera de la yuca (*Erinnys ello* L.).

Col. Margaronia: Es una de las principales plagas que afecta a este cultivo con grandes pérdidas de follaje y en ocasiones puede afectar tallos y frutos.

Control biológico utilizado

En caso de aparición se realizará la aplicación semanal de *Bacillus thuringiensis* a razón de 20 l/ha cuando aparecieran los primeros huevos de la plaga y hacer liberaciones de *Trichogramma* spp. (30 000 individuos/ha).

Criterios generales para la aplicación de medios biológicos. Los bioplaguicidas se dañan con la luz solar y las altas temperaturas, lo cual influye en la pérdida del efecto insecticida. Se deben aplicar en horas de la tarde. Si llueve después de la aplicación es necesario repetirla, ya que la lluvia lava los conidios. Debe aplicarse inmediatamente que aparezcan los primeros estadios larvales. Uso de sustancias tenso activas y adherentes (Melaza, Tuna, etc.) y Aplicarlo con humedad en el suelo.

Producción ganadera (leche y carne). Para esta actividad se debe destinar un área de 352.9 ha, construir dos vaquerías rústicas y explotar 320 cabezas de ganado, de ellas 150 reproductoras, 80 en ordeño y una producción de 144 00 litros de leche por año para un promedio de 5 l por vaca, entregar 20 toneladas anuales de carne al combinado cárnico de la provincia. Con la producción de leche suplir las necesidades de los trabajadores y su familia, el resto comercializarlo con el combinado lácteo a 0.92 \$ por litro. Destinar 14 trabajadores para aplicar el pastoreo racional Voisin, plantar variedades de caña forrajeras, tener un banco de biomasa (CT 115) de reserva, hacer uso de los residuos de cosecha locales buscando garantizar los alimentos necesarios en la época de seca donde no se afecte la producción, mejorar genéticamente.

Producción de carne porcina, Construir una nave típica (módulo), invertir en una turbina eléctrica de pozo profundo (1 pulgada con accesorios), 200 m de manguera de 1 pulgada, un módulo de medicamentos y contratar con el porcino o AZCUBA la adquisición de las 400 precebas por espacio de 5 meses para garantizar ganancias monetarias y carne de cerdo para el autoabastecimiento de los trabajadores. Otras medidas para garantizar el destino final de las nuevas producciones y el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores es diseñar sistemas de pagos de ingresos con menos gastos por centros de costos que garanticen la estimulación parcial por ahorro de los presupuestos y por los resultados finales de las producciones, lo que resolvería la capacidad del agroecosistema de producir (Productividad ecológica), la rentabilidad (Productividad económica), la satisfacción de las necesidades básicas de los trabajadores y su familia (Productividad social) y la Equidad Económica y Social es decir el acceso a la distribución de bienes económicos y medios de producción así como a la distribución de los resultados.

Recursos necesarios: la implementación de este proyecto de reconversión genera un grupo de gastos en insumos (Tabla 5 y 6), lo cual visibiliza los costos de producción (Tabla 7 y 8), que genera finalmente una ganancia de \$ 8.698,63.

Tabla 5. Gasto de fertilizantes en t y su importe total.

Cultivos	N P K (t)	N (t)	P2O5 (t)	K2O (t)	Total (t)	Importe total (\$)
CAÑA	-	45.0	17.0	57.0	119.0	23 483.21
VIANDAS	5.732	5.165		6.0	16. 897	3335.01
Plátano	-	1.48	-	6.0	7.48	1759.27
Yuca	4.437	3.685	-	-	8.122	1161.34
Boniato o Camote	1.295	-	-	-	1.295	414.40
HORTALIZAS	9.59	0.82	0.89	-	11.22	3567.71
Tomate	1.94	0.75	-	-	2.69	858.91
Calabaza o Zapallo	3.12	-	0.89	-	4.01	1265.78
Pepino	2.99	-	-	-	2.99	955.20
Col	1.46	0.07	-	-	1.53	487.82
GRANOS	4.04	0.53	1.86	-	6.43	2045.20
Maíz	2.61	-	1.86	-	4.47	1392.40
Frijol	0.93	0.33	-	-	1.26	400.77
Arroz	0.50	0.20	-	-	0.70	222.65
Total	19.36	51.52	19.75	63.0	153.55	32 431.13

La fertilización química se realizó a nivel de campo teniendo en cuenta el estado nutricional del suelo, el aporte de los residuos de las cosechas, el pH del suelo que influye en la disponibilidad de nutrientes, la extracción de los cultivos y el contenido de los diferentes elementos en la fórmula utilizada, completándose con urea, superfosfato triple y cloruro de potasio en los casos donde fue necesario cubrir la demanda de N, P y K respectivamente.

Tabla 6. Gasto de productos para el control de plagas y enfermedades.

Cultivos	Gastos en productos utilizados (\$)		
	Medios químicos	Medios biológicos	Gasto total
CAÑA	-	789.0	789.0
VIANDAS	-	25.91	25.91
Plátano	-	-	-
Yuca	-	4.03	4.03
Boniato o Camote	-	21.88	21.88
HORTALIZAS	183.0	7.26	190.26
Tomate	108.0	-	108.0
Calabaza o Zapallo	-	2.88	2.88
Pepino	75.00	2.88	77.88
Col	-	1.50	1.50
GRANOS	-	210.0	210.0
Maíz	-	200.0	200
Frijol	-	-	-
Arroz		10.0	10.0
Total	183.0	1 032.17	1 215.17

Para realizar el control fitosanitario se tuvo en cuenta la necesidad de regular las plagas y enfermedades con un conjunto de medidas que favorezcan un equilibrio ecológico, la introducción de variedades y clones resistentes y el uso de productos biológicos y químicos que bajo una estrategia de aplicación eviten antagonismos entre ambos.

Tabla 7. Costos.

Cultivos	Costos				
	Precios \$	Producción.	Valor de la Producción (\$)	Gastos (\$)	Ganancia ó pérdidas (\$)
CAÑA	50.90 t	9 879.9 t	502 886.91	223 680.94	279 205.97
VIANDAS	120.0 qq	1 906.85	76 276.6	46 702.7	29 171.6
Plátano	40.0 \$/qq	259.0 qq	10 360.0	8 325.0	2035.0
Yuca	40.00 \$/qq	747.85 qq	29914.00	19 345.7	10 568.3
Boniato o Camote	40.00 \$/qq	900.00 qq	36 001.60	19 032.0	16 969.6
HORTALIZAS	290.0	1655.79	119 790.9	70 369.6	48722.3
Tomate	100.00 qq	686.99 qq	68 699.00	32 000.0	36 000.0
Calabaza o Zapallo	40.00 qq	691.36 qq	27 654.40	22 134.0	5 520.4
Pepino	50.00 qq	86.13 qq	4306.50	3890.0	416.5
Col	100.00 qq	191.31 qq	19131.00	12 345.6	6 785.4
GRANOS	550.0 qq	270.66	40250.0	24 216.0	16578.0
Maíz	100.00 qq	110.66 qq	11 000.0	5 670.0	5 330.0
Frijol	300.00 qq	35.0 qq	10 500.0	5670.0	4 830.0
Arroz	150.0 qq	125 qq	18 750.0	12 876.0	5 874.0
Total	-	-	-	364 969.24	373 667.87

Tabla 8. Gastos incurridos por conceptos.

Conceptos	Gastos (\$)
Control biológico	1 215.17
Fertilización química	32 431.13
Salarios	192 808.00
Otros insumos	172 161.24
Total	364 969.24

CONCLUSIONES.

La introducción de nuevas recomendaciones tecnológicas con sus respectivas inversiones para el manejo adecuado de los procesos del predio agrícola, propician su conversión de predio agrícola de producción tradicional en predio agroecológico con criterios de sostenibilidad. Durante este proyecto de conversión se genera una ganancia de \$ 8 698,63, además de variadas mejoras sociales para los agricultores asociados al predio agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar. (2003). Manual de Procedimientos para las aplicaciones de fertilizantes y enmiendas. La Habana: INICA.
- Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar. (2004). Manual de Procedimientos para las aplicaciones de fertilizantes y enmiendas. La Habana: INICA.
- Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar. (2005). Manual de Procedimientos abreviados para productores, aplicaciones de fertilizantes y enmiendas. La Habana: INICA.
- Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar. (2005). Manual de procedimientos fitosanitarios para la atención al cultivo de la caña de azúcar. La Habana: INICA.
- Cuba. Investigaciones de la Caña de Azúcar. (2006). Instructivo técnico para la aplicación de bioestimulantes Fitomás E en caña de azúcar y otros cultivos. La Habana: INICA.
- Díaz, J. C., Zuasnabar, R., & Martínez, R. (2003). Folleto Control Integral de malezas. La Habana: INICA.
- Díaz, J. C., Zuasnabar R., & Martínez, R. (2004). Folleto Control Integral de malezas. La Habana: INICA.
- Díaz, J. C., Zuasnabar R., & Martínez, R. (2006). Folleto Control Integral de malezas. La Habana: INICA.
- Pineda, E., Rodríguez, I., & Acosta, F. (2003). El compost, fuente alternativa agroecológica en el abonado de la caña de azúcar. La Habana: INICA.
- Socorro, A., & E. March, (1999). Gestión de la agricultura urbana y periurbana en el municipio de Cienfuegos, Cuba. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Velarde, E. (2004). Producción y aplicación de compost. La Habana: INICA.

Velarde, E. (2005). Folleto de preparación abreviada de suelos. La Habana: INICA.

04

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

CONDUCTA MATERNAL DE LA CERDA (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) EN LA PRIMERA SEMANA POSTPARTO

MATERNAL BEHAVIOR OF SOW (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) IN THE FIRST POSTPARTAL WEEK

Carlos Armando Alvarez Díaz¹

E-mail: caalvarez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1067-1663>

Ángel Enrique Cargua Ortega¹

E-mail: Acargua_est@utmachala.edu.ec

Oliverio Napoleón Vargas González¹

E-mail: ovargas@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0820-6340>

Ángel Roberto Sánchez Quinche¹

E-mail: arsanchez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3582-1656>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Alvarez Díaz, C. A., Cargua Ortega, A. E., Vargas González, O. N., & Sánchez Quinche, A. R. (2019). Conducta maternal de la cerda (*sus scrofa domesticus*) en la primera semana postparto. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 32-37. Recuperado de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la conducta maternal de las cerdas, mediante la observación filmica circadiana en la primera semana postparto para valorar las condiciones de bienestar. El trabajo, de tipo no experimental, observacional y carácter descriptivo, se realizó en una granja porcina del Cantón Arenillas, Provincia El Oro, Ecuador en condiciones ambientales de temperatura entre 23,30 y 35,10C y 48,5- 89,2 % de humedad relativa; se instalaron tres cámaras de video que garantizaron una adecuada observación de la actividad conductual de 5 madres, del cruce de las razas Pietrain–Landrace durante 7 días consecutivos en condiciones de producción sin modificar el manejo y ambiente animal. Se valoraron indicadores como alimentación, amamantamiento y postura. Los resultados, presentados en histogramas, muestran que a medida que aumenta la edad de los neonatos, disminuye el tiempo y frecuencia de amamantamiento con el lógico incremento del tiempo de reposo, aumenta progresivamente el tiempo y frecuencia de ingestión de agua y alimentos desde 1er día del postparto. Se concluye que, en las madres, se producen gradualmente importantes cambios conductuales relacionados con la frecuencia, tiempo y posición de amamantamiento, reposo e ingestión de alimentos. se constata que el limitado espacio de vida afecta el bienestar animal.

Palabras clave:

Ingestión de alimentos, ingestión de agua, amamantamiento, reposo.

ABSTRACT

The objective of the present work was to characterize the maternal behavior of the sows, by means of the circadian film observation in the first postpartum week to assess the welfare conditions. The work, of non-experimental, observational and descriptive nature, was carried out in a swine farm of the Arenillas Canton, El Oro Province, Ecuador in environmental conditions of temperature between 23.30 and 35.10C and 48.5-89.2% relative humidity; three video cameras were installed that guaranteed an adequate observation of the behavioral activity of 5 mothers, of the crossing of the Pietrain – Landrace races for 7 consecutive days in production – conditions without modifying the handling and animal environment. Indicators such as feeding, breastfeeding and posture were assessed. The results, presented in histograms, show that as the age of the newborns increases, the time and frequency of breastfeeding decreases with the logical increase in resting time, the time and frequency of ingestion of water and food from the 1st day progressively increases. Postpartum It is concluded that, in mothers, there are gradually important behavioral changes related to the frequency, time and position of breastfeeding, rest and food intake. It is noted that the limited living space affects animal welfare.

Keywords:

Food intake, water intake, breastfeeding, rest.

INTRODUCCIÓN

El comportamiento animal, manifestación externa de la satisfacción de una necesidad de vida para el mantenimiento de la homeostasia del medio interno corporal, es el resultado de la integración funcional de tres componentes básicos: mecanismo desencadenante (estímulo), programa (innato o aprendido) e impulso (respuesta) (Alvarez Díaz, Pérez, De la Cruz Martín, Quincosa & Sánchez, 2009), es decir, la conducta es la manifestación de un esfuerzo para adaptarse a las condiciones externas del ambiente y desarrollar patrones conductuales con el objetivo de mejorar las condiciones de bienestar que incrementa la productividad de las especie animales de granja (González & Vega, 2014).

El bienestar es una condición de armonía física y psicológica del animal en su medio, de ahí la importancia de aplicar normas adecuadas que nos permitan mejorar, en el tiempo, el entorno vital, las atenciones higiénico-sanitarias, y las condiciones de manejo, tenencia y alimentación con el fin de disminuir sensaciones negativas como estrés, dolor, sufrimiento, entre otras, que afectan la salud y producción animal (Córdova, et al., 2007).

Mainau, et al., (2015), señalan que, aunque varios estudios identifican el aplastamiento por la cerda como la causa última principal de la muerte de lechones, el aplastamiento es muy a menudo el resultado de los efectos combinados de la hipotermia perinatal y la inanición ya que los lechones desnutridos pasan más tiempo cerca de la cerda y tienen más probabilidades de ser aplastados.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la conducta maternal de las cerdas, mediante la observación filmica circadiana en la primera semana postparto para valorar las condiciones de bienestar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio, de tipo no experimental, observacional y carácter descriptivo, se realizó en una granja porcina del Cantón Arenillas, Provincia El Oro, Ecuador en condiciones ambientales oscilantes de temperatura entre los 23,3°C mínima y 35,1°C máxima y 48,5% mínima y 89,2 % máxima de humedad relativa, valores registradas diariamente con un termohigrógrafo ubicado en la nave de maternidad; se instalaron tres cámaras de video (Figura 1) ubicadas a una distancia aproximada de 5 metros entre sí, a lo largo de las jaulas de parición, donde se encontraban las madres con sus crías lo que garantizó una adecuada observación sin alteraciones ambientales. La disposición de las cámaras de filmación permitió el registro de la actividad conductual habitual de ambas categorías durante toda la fase diurna y nocturna del período circadiano. El registro filmico contemplo la actividad conductual de 5 madres, del cruce de las razas Pietrain – Landrace y sus crías, seleccionadas

aleatoriamente, con momentos de parto escalonado en tiempos de 24 horas, es decir, una por día por lo que se mantuvieron estables las condiciones ambientales del estudio, efectuado durante 7 días consecutivos a cada una. El trabajo no contempló intervención o manipulación de los animales al tiempo que solo se ejecutaron las que estaban previstas para el manejo y alimentación de los animales en la nave de reproducción según protocolo establecido por la granja para esta categoría animal. Las dimensiones de las jaulas de maternidad eran 2,40 m de largo por 50 cm de ancho y 1,20 m de alto (Figura 2).



Figura 1. Instalación cámaras de video.



Figura 2. Instalaciones de maternidad.

La alimentación de las cerdas fue de 8 kg diarios de un balanceado producido en la granja distribuidos en 4 raciones circadianas mientras las crías, además de la leche materna, recibieron un suplemento diluido en agua, dos veces al día, con el objetivo de evitar el desgaste corporal de las madres al tiempo que fortalecía a los lechones propiciando un mejor desarrollo. El galpón disponía de cortinas protectoras térmicas manejadas según las condiciones ambientales lo que garantizó mantener una temperatura interna adecuada evitando los golpes térmicos y conservando una estabilidad homeostática de las crías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso y viabilidad de las crías

Como se aprecia en la Tabla 1, las crías prácticamente duplicaron su peso en la primera semana de vida

producto a la combinación calostro - leche materna – suplemento alimentario para lechones neonatos.

Tabla 1. Peso promedio de las camadas por cerdas.

PESOS DE LOS LECHONES					
	Cerda 1	Cerda 2	Cerda 3	Cerda 4	Cerda 5
Promedio al nacimiento	1,21	1,38	1,75	1,81	1,93
Promedio a los 7 días	2,3	2,33	2,9	3,28	3,35

En general se puede afirmar que los lechones que tienen mayor probabilidad de sobrevivir en el periodo de lactación son principalmente aquellos que nacen en camadas uniformes, con mayor peso y más vivacidad (Salazar, 2018).

La tabla 2, muestra la viabilidad de las crías relativa a la cantidad de lechones vivos, muertos y momificados al parto y el manejo post nacimiento relativo a la adopción y transferencia entre madres para homogeneizar camadas y reducir el índice de mortalidad en la crítica etapa postpartal; se destaca la cerda 5, que a pesar de ser la menos prolífica, se comportó como una buena “madre adoptadora” al aceptar y amamantar 6 crías transferidas.

Tabla 2. Crías vivas, muertas, adoptadas y transferidas por cerdas.

LECHONES					
	Cerda 1	Cerda 2	Cerda 3	Cerda 4	Cerda 5
Lechones vivos	15	16	15	12	4
Lechones muertos	2				
Lechones momias		2			1
Lechones Adoptados					6
Lechones Transferidos		3	3		

El promedio de camadas fue de 12,4 lo que concuerda con lo señalado por Fuentes, et al. (2006), relativo a que el comportamiento reproductivo se mide por la productividad numérica, es decir, el total de crías por parto y de lechones destetados por camada planteando como valor promedio productivo de 11 a 12 lechones por camada.

El índice de mortalidad al parto fue bajo (4,68%) mientras no se reportaron muertes en la primera semana de vida, resultados positivos al compararse con lo señalado por Mainau, et al. (2015), que refieren un porcentaje de mortalidad neonatal que varía mucho entre granjas, oscilando entre el 5 y el 35%, al tiempo que señalan que la mortalidad neonatal de lechones es un problema económico y de bienestar animal

importante, destacando que las muertes ocurren principalmente durante las primeras 48 horas después del parto siendo el aplastamiento por la madre la primera causa de mortalidad aunque esta en realidad no es la principal culpable de las muertes ya que es el resultado de un conjunto de **interacciones complejas entre la cerda, los lechones y el ambiente**, de forma que identificar una causa única resulta a menudo muy difícil.

Fortozo (2016), plantea que la energía, el peso al nacimiento de las crías y la conducta maternal son factores importantes de supervivencia del lechón por lo que las estrategias de manejo deben ir encaminadas a propiciar un ambiente adecuado, reducir el estrés de las madres y mejorar el vigor de los lechones lo que reducirá en gran medida la mortalidad en la camada.

En relación con la adopción, una cerda, la de menos camada al parto fue seleccionada para la transferencia y adopción de cerditos, es decir, desarrollo un buen papel de “madre adoptiva” al aceptar y brindarles los cuidados de madre a las crías transferidas, resultados que concuerdan con Macedo (2017), respecto a que la transferencia y adopción de crías entre madres, debe efectuarse en las primeras 24 horas postparto con el objetivo de emparejar las camadas, es decir, transferir las crías de una cerda con elevada camada al parto, a otra que parió menos; antes de la transferencia, es importante permitir que las crías amamenten el calostro materno, que se valore la capacidad materna de la madre adoptiva, incluyendo el número de pezones funcionales y que se transfieran para adopción, las crías más fuertes y que no presenten cuadros diarreicos. La práctica de la adopción debe realizarse en lechones menores de cuatro días de edad sometidos a enriquecimiento ambiental, preferiblemente durante las horas de la tarde y estando libres de estímulos familiares, lo que mejorará el bienestar de los lechones adoptados (Cumbe Nacipucha, 2014). Con la adopción se busca un equilibrio entre camadas para eliminar la competencia alimentaria por pesos (Mota, et al., 2018).

Amamantamiento

El tiempo y postura de amamantamiento se calcularon desde que comenzó a mamar el primer lechoncito hasta que culminó el último de la camada. En la Figura 3 se aprecia que ambos decúbitos laterales, derecho e izquierdo, muestran, en la primera semana, una tendencia uniforme entre los días extremos con ligera preferencia al decúbito izquierdo, no así en los días intermedios donde predomina en decúbito derecho. En relación con el tiempo de amamantamiento (Figura 3), este va declinando paulatinamente a medida que aumenta la edad de la camada reduciéndose de 762 min (12,7 horas) el primer día a casi el 50% (434,8), es decir, 7,25 horas al séptimo día. Estos resultados reafirman lo expresado por Mainau et al (2015) que

refieren que los lechones de una misma camada maman simultáneamente cada 30 a 70 minutos y hasta 20 veces al día.

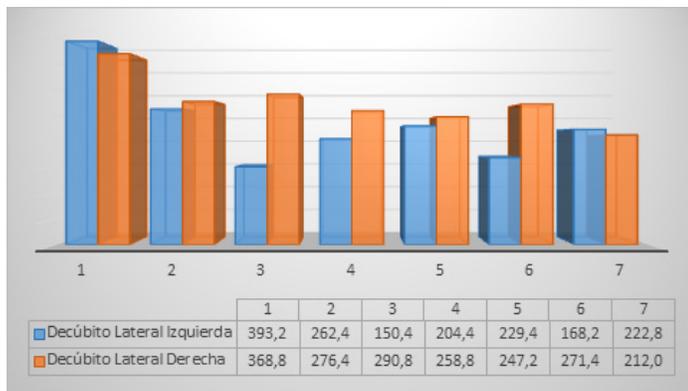


Figura 3. Conducta de amamantamiento según postura (min).

Al igual que en todas las hembras mamíferas, la conducta de amamantamiento de la cerda recién parida garantiza la alimentación de los lechones como refieren Alvarez Díaz, et al. (2009); en la cerda, el amamantamiento puede iniciarla madre mediante la emisión de suaves gruñidos o los cerditos a través de chillidos o por su intento de mamar; Hernández (2014), manifiesta que el periodo de amamantamiento, generalmente en decúbito lateral (Figura 5) para evitar el aplastamiento de las crías, puede durar aproximadamente 5 a 7 minutos, aunque en las primeras horas de vida todavía no está determinado.

En la conducta de amamantamiento, primero se establece la comunicación de lactación entre la cerda y sus crías, para seguidamente la madre echarse mostrando los pezones y emitiendo gruñidos, mientras los lechones compiten para conseguir el acceso al pezón (fase 1), masajean el pezón (fase 2) y mediante la succión de los pezones estimulan la liberación de oxitocina de la cerda (fase 3) como expresan Mainau, et al. (2015).

Duración, posición y frecuencia del reposo

Como se puede apreciar en la Figura 4, las cerdas mantienen un mayor tiempo de reposo en decúbito lateral izquierdo en los dos primeros días post-parto, luego en el tercer y cuarto día se inclinan más hacia la posición en reposo decúbito lateral derecho, y a partir del quinto día en adelante comienzan a mantener una estabilidad alternante entre las dos posiciones por motivos de confort; la posición sentada (Figura 4) aptitud poco observada, se incrementó ligeramente hacia el final de la semana de estudio. En general las hembras se mantenían prácticamente en posición de decúbito lateral tanto para reposar como para amamantar. En, todo el período circadiano las hembras adoptaron la posición en pie por breves tiempos, generalmente asociada a la ingestión de alimentos o la acción de beber agua.

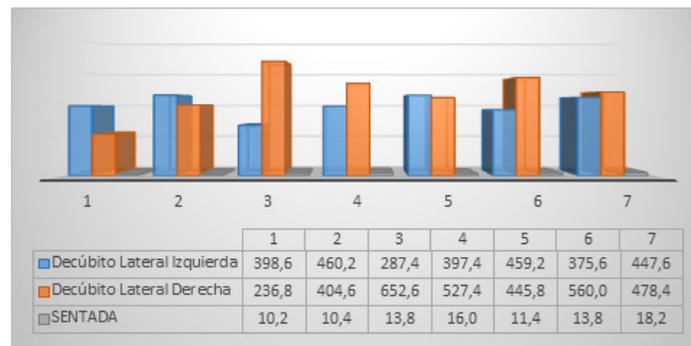


Figura 4. Tiempo y postura de reposo (min).



Figura 5. Posición sentada.

En lo que se refiere a la frecuencia (Figura 6) las veces que las madres toman las posiciones para el reposo, decúbito lateral izquierdo y derecho son similares (21,2) a las 48 horas post-parto aumentando el lateral derecho desde el tercer día (27,4) al sexto día (30,4), para el séptimo día conservar una equidad entre las dos posiciones (25,0). La posición sentada que va incrementándose ligeramente en frecuencia desde el primero al séptimo días de observación (8,6 vs 11,8), se considera una respuesta de discomfort en esta especie animal como plantean Alvarez Díaz, et al. (2009).

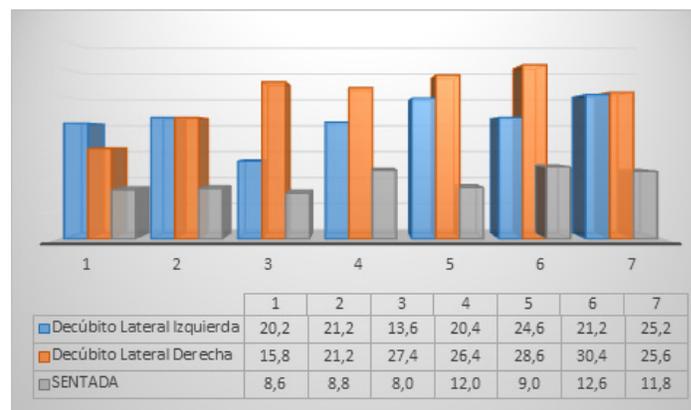


Figura 6. Frecuencia y postura de reposo (cantidad).

Evolución actitud de postura

Como se aprecia en la Figura 7, a medida que avanza el posparto, por el método de crianza en jaulas de maternidad, las madres mantienen el decúbito como posición preferencial para el amamantamiento y el reposo que totalizan ambos el primer día 23,3 horas con mayor tiempo para el amamantamiento (12,7 horas) y el 7mo día 22,8 horas con mayor tiempo para el reposo ya que se reduce el tiempo de amamantamiento así como se incrementan ligeramente la posición de sentadas y la posición en pie, esta última debido al aumento de la ingestión de alimentos y agua.

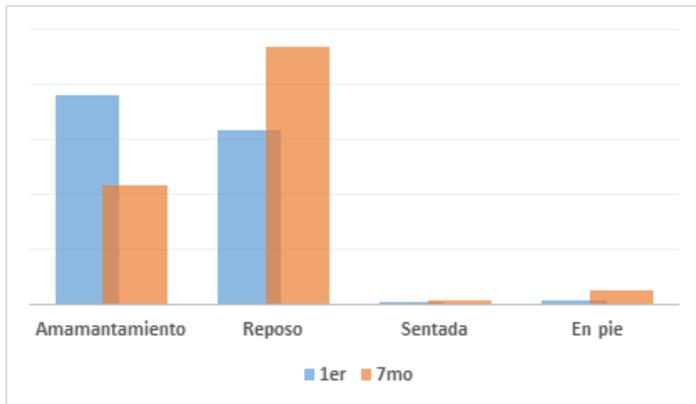


Figura 7. Distribución circadiana evolutiva de la postura (días).

Conducta alimentaria

En relación con la conducta alimentaria de las madres (Figura 8) se constató que el tiempo circadiano dedicado a las actividades de ingestión de agua y alimentos por las madres, fue "in crescendo" desde el día de parto en donde el efecto estresante del mismo determinó los menores tiempos de consumo de agua (12,8 min) y alimento (9,8 min) para seguidamente producirse un incremento paulatino de estos como respuesta a la exigencia alimentaria de las crías, hasta alcanzar tiempos circadianos de 20,0 min para la ingestión de agua y 40,2 min para la ingestión de alimentos.

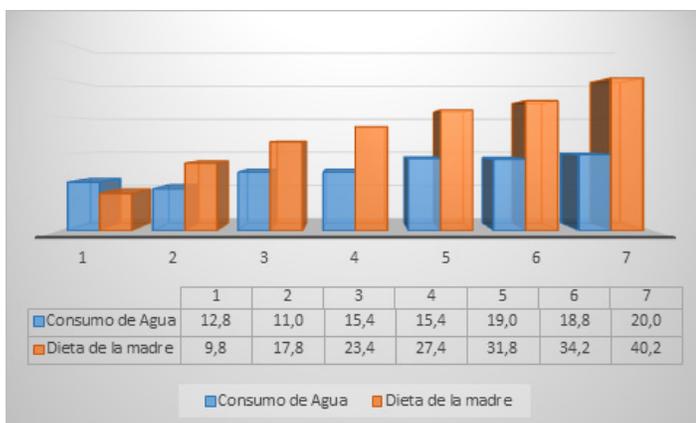


Figura 8. Promedio de tiempo de la conducta alimentaria de las madres (min).

La frecuencia ingestora, de agua y alimentos de las madres, se aprecia en la Figura 9; durante el período circadiano y a medida que aumenta la edad de la camada, ambas actividades se incrementan destacándose la frecuencia de ingestión de agua, de 8,8 a 12,6 veces, mayor que la frecuencia de ingestión de alimento (de 2,4 a 6,6 veces), aunque esta última está relacionada con el método de distribución de las comidas, resultados que concuerdan con lo señalado por Pérez-Sánchez, et al. (2015). El método de distribución de las comidas empleado en la granja para las hembras paridas es de cuatro raciones diarias de 2kg de balanceado lo que responde a lo planteado por Labala, et al. (2006), que expresan que al alimento debe ser repartido en 4 o 6 raciones al día.



Figura 9. Promedio de frecuencia de la conducta alimentaria por madre/día.

Estos resultados reafirman lo planteado por Martínez (2019), atribuyéndole al estrés del parto la reducción en el apetito al tiempo que baja en la respuesta inmune y predispone a desórdenes metabólicos.

La ingestión de alimento en la especie porcina está ligado al porcentaje de agua consumida, es decir, la ausencia o disminución de esta reducirá la ingestión de alimento como señala Manteca (2004); es de vital importancia que los animales dispongan de agua limpia, potable, fresca y a voluntad como plantean Alvarez Díaz, et al. (2009), al tiempo que expresan que la oferta de agua no puede limitarse a las madres paridas ya que este nutriente es el principal responsable de la producción de leche, de importancia capital para la viabilidad de las crías. Se ha constatado por Santos, et al. (2014), que las cerdas mantenidas en jaulas de maternidad con acceso a potreros permanecieron por más tiempo en el comedero, con mayor frecuencia y emplearon más tiempo en el bebedero en relación a las cerdas confinadas en jaulas de maternidad convencional.

CONCLUSIONES

La actividad conductual, en la primera semana pospartal de las cerdas en jaulas de maternidad, muestra, en relación con la aptitud, la dominancia de la posición de decúbito lateral sobre la posición en pie

para el reposo o el amamantamiento al tiempo que no manifiestan preferencia por el decúbito lateral derecho o izquierdo, que alternan, como forma de romper la rutina y/o evitar problemas físicos musculares, el incremento del tiempo y frecuencia del reposo a expensas de la reducción del tiempo de amamantamiento y el aumento progresivo del consumo de alimentos y agua, deprimidos al principio por el esfuerzo del parto y estimuladas al final por la exigencia de alimentación de las crías; se constata que el limitado espacio de vida afecta el bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Díaz, C., Pérez, H., De la Cruz Martín, T., Quincosa, J., & Sánchez, A. (2009). *Fisiología Animal Aplicada*. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Córdova, A., Córdova, M., Córdova, C., & J., G. (2007). El bienestar animal en la reproducción y producción de cerdos. *REDVET*, 8(12), 1-10. Obtenido de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207B/BA006.pdf>
- Cumbe Nacipucha, P. (2014). *Bienestar del lechón en la fase de lactación. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria*. Murcia. España: Universidad de Murcia. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/131098/TCNPK.pdf?sequence=1>
- González, M., & Vega, E. (2014). Algunos aspectos sobre conducta y caudofagia porcina. *REDVET*, 15 (2), 1-18. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/636/63632380003/>
- Hernández, A. (2014). Conducta de la cerda doméstica y su camada. *ABANICO VETERINARIO*, 4 (1), 51-60. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2014/av141f.pdf>
- Labala, J., Sánchez, M., & Estévez, A. (2006). Alimentación de la hembra en la etapa de lactancia. En M. d. MERCOSUR (Ed.), (pág. 2). Córdoba, Argentina. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-v-congreso_prod_porcina/05-labala_31.pdf
- Macedo, R. (2017). *Cría porcina a campo para pequeños productores familiares de Tucumán*. Tucuman: Ediciones INTA. Argentina. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-cria_porcina_a_campo_para_pequenos_productores_familiares_de_tucuman.pdf
- Mainau, E., Temple, D., & Manteca, X. (2015). Mortalidad neonatal en lechones. *FAWEC*, (11). Obtenido de https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs11-es.pdf
- Manteca, X. (2004). *5. Conducta de alimentación de la cerda lactante: importancia del agua y de la temperatura*. NSgroup. Obtenido de https://www.3tres3.com/articulos/5-conducta-de-alimentacion-de-la-cerda-lactante-importancia-del-agua_8015/
- Martínez, M. (2019). Manejo y alimentación de cerdas altamente prolíficas en etapa de transición. *Trouw Nutrition México. Grupo Nutreco. Porcicultura.com*. Obtenido de <https://www.porcicultura.com/destacado/Manejo-y-alimentacion-de-cerdas-altamente-prolificas-en-etapa-de-transicion>
- Mota, D., Ramírez, R., Roldan, P., & Martínez, R. (2018). La importancia del calostro. *BMeditores. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco*. Obtenido de <https://bmeditores.mx/porcicultura/articulos/nutricion-del-cerdo/alimentacion-del-lechon/la-importancia-del-calostro-1805>
- Pérez-Sánchez, R. E., Ordaz, G., Juárez, A., García, A., & Ortiz, R. (2015). Efecto del número de parto sobre el consumo de alimento voluntario de las cerdas durante la fase de lactancia y su repercusión en el intervalo destete-estro. Nota técnica. *Revista Científica, FCV-LUZ*, XXV (2), 145 – 152. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/959/95935857002.pdf>
- Salazar, S. (2018). Factores que afectan la vitalidad de los lechones al momento del nacimiento. *Portal de Revistas Académicas. Universidad de Costa Rica*, 12(1), 40-58. doi:DOI: <https://doi.org/10.15517/nat.v12i1.33670>
- Santos, M., Soares, A., Murilo de Oliveira, G., Chácara, L., Freitas, F., & Martins, É. (2014). Comportamiento de cerdas lactantes en función del tipo de maternidad en invierno. *Ces. Med. Vet. Zootec. [online]*, 9(1), 84-93. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072014000100008&lng=en&nr=iso&tlng=pt

05

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

DETERMINACIÓN DEL INTERVALO HÍDRICO ÓPTIMO EN UN SUELO INCEPTISOL BANANERO, BAJO SISTEMAS DE RIEGO

DETERMINATION OF THE OPTIMAL WATER INTERVAL IN A BANANA INCEPTISOL SOIL, UNDER IRRIGATION SYSTEMS

Julio Chabla Carrillo¹

E-mail: jecabla@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9761-5890>

Eva Vidal Vazquez¹

E-mail: evavidal@udc.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1413-9949>

Salomón Barrezueta Unda¹

E-mail: sabarrezueta@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

Miguel Bustamante León¹

E-mail: mbustamante_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7901-1922>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Chabla Carrillo, J., Vidal Vazquez, E., Barrezueta Unda, S., & Bustamante León, M. (2019). Determinación del intervalo Hídrico Óptimo en un suelo Inceptisol bananero, bajo sistemas de riego. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 38-44. Recuperado de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El Intervalo Hídrico Óptimo (IHO), rango de agua del suelo dentro del cual el crecimiento de la planta está menos limitado por el potencial de agua, la aireación y la resistencia del suelo a la penetración (RPS) de raíces. El IHO es a menudo determinado en cultivos, pero sus aplicaciones en estudios de plantaciones bananeras son escasas. Con estos antecedentes se planteó los siguientes objetivos determinar la variación del Intervalo hídrico óptimo (IHO) en un suelo Inceptisoles en función del aumento de la densidad y establecer la densidad de suelo crítica, mediante el IHO del suelo. Se seleccionó 3 fincas con sistema de riego suprafoliar y subfoliar ambos con y sin cobertura vegetal. Se efectuó un análisis multifactorial de los datos estableciéndose que existe diferencias significativas en cuanto al IHO con los sistemas de riego suprafoliar y subfoliar. Se determinó el IHO en base a los contenido de humedad a capacidad de campo (Θ_{cc}), el punto de marchitez permanente (Θ_{PMP}), el contenido de humedad a porcentaje de aeración (Θ_{PA}) y el contenido de humedad de la resistencia mecánica a la penetración (Θ_{rmp}) Así mismo respecto a la variable densidad se determinó que no existe diferencia significativas hasta un valor 1.3 g.cm^{-3} a partir de este valor hasta densidad de 1.5 g.cm^{-3} si existe diferencia significativas y en que respecta al tipo de cobertura también presento diferencias significativas del IHO en los suelos con y sin cobertura, se evidencio que las fincas sin cobertura vegetal y sistema de riego suprafoliar el IHO fue menor respecto a los suelos que tenían cobertura.

Palabras clave:

Intervalo hídrico óptimo, Resistencia del suelo, potencial del agua, cobertura vegetal.

ABSTRACT

The Optimum Water Interval (IHO), range of soil water within which plant growth is less limited by water potential, aeration and soil resistance to root penetration (RPS). The IHO is often determined in crops, but its applications in banana plantation studies are scarce. With this background, the following objectives were set to determine the variation of the Optimum Water Interval (IHO) in an Inceptisols soil based on the increase in density and establish the critical soil density, through the soil IHO. Three farms with suprafoliar and subfoliar irrigation system were selected, both with and without vegetation cover. A multifactorial analysis of the data was carried out, establishing that there are significant differences in IHO with the suprafoliar and subfoliar irrigation systems. The IHO was determined based on the moisture content at field capacity (Θ_{cc}), the permanent wilting point (Θ_{PMP}), the moisture content at aeration percentage (Θ_{PA}) and the moisture content of the mechanical resistance to Penetration (Θ_{rmp}) Likewise, with respect to the density variable, it was determined that there is no significant difference up to a value of 1.3 g.cm^{-3} from this value up to a density of 1.5 g.cm^{-3} if there is a significant difference and with respect Type of coverage also showed significant differences in IHO in soils with and without coverage, it was evident that farms without vegetation cover and suprafoliar irrigation system the IHO was lower compared to soils that had coverage.

Keywords:

Optimum water interval, Soil resistance, water potential, vegetation cover.

INTRODUCCIÓN

El Intervalo Hídrico Óptimo (IHO) es el rango de agua del suelo dentro del cual el crecimiento de la planta está menos limitado por el potencial de agua, la aireación y la resistencia del suelo a la penetración de raíces (Damiano & Moschin, 2011).

Pilatti, Orellana, Imhoff & Da Silva (2012), indican que el Intervalo Hídrico Óptimo (IHO) es la fracción de agua edáfica fácilmente utilizable por los cultivos, durante la cual el suelo puede ser penetrado por las

raíces sin mayor resistencia y la aeración no limita la respiración radical. Se establecen como límite superior del IHO a la Θ_{cc} (agua retenida en capacidad de campo) si garantiza una aceptable porosidad de aireación (θ_a); de lo contrario, el límite se alcanza cuando θ_a no restringe la respiración radical. El límite inferior queda determinado por la variable de mayor valor entre θ_{rpm} (contenido hídrico edáfico por debajo del cual las raíces restringen su crecimiento), y θ_{FU} (agua fácilmente utilizable por debajo del cual comienza el estrés hídrico).

Varios estudios han utilizado la IHO en la evaluación de la calidad física del suelo en diferentes sistemas de producción. Por eso, cuando los límites superior o inferior del IHO son definidos por la porosidad de aireación o resistencia a la penetración (RPS), respectivamente, para el reemplazo de la capacidad de campo o punto de marchitez permanente, esto es indicativo del aumento de la degradación física del suelo y refleja la disminución de la disponibilidad de agua para las plantas. Además, la densidad crítica del suelo (D_{sc}), que es un valor de la D_s en que el $IHO = 0$, puede ser utilizada como un indicador de la calidad estructural del suelo, habiendo indicios de severa degradación cuando $D_s > D_{sc}$, pudiendo restringirla (Henrique, et al., 2014).

Un suelo con propiedades adecuadas, prevé condiciones físicas que le permitan a los cultivos un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas (Tormena, Da Silva & Libardi, 1998). Estas condiciones pueden afectar a los cultivos desde la etapa de germinación hasta la cosecha Letey (1985); Pilatti & De Orellana (1993); Da Silva, Kay & Perfect (1994), han tratado de explicar el efecto de las condiciones físicas, a través de la influencia del agua del suelo, sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos. De ahí la importancia de la disponibilidad del agua, la porosidad, la temperatura y la resistencia mecánica que presentan los suelos a la penetración del sistema radicular son de vital importancia y de ahí que Da Silva, et al. (1994); y De Orellana, Pilatti & Grenón (1997), proponen el término de intervalo hídrico óptimo (IHO), como un indicador que integra a las variables antes señaladas.

Valadão (2014), las propiedades físicas que tienen su efecto en el IHO, también inciden en la compactación

del suelo, provocando una disminución de la macro porosidad o pérdida de la microporosidad y su efecto en la presencia de capas o estratos endurecidos dentro del perfil del suelo. Considerando siempre que el porcentaje de aireación mínima debe ser de por lo menos un 10% para no afectar el desarrollo radicular y por ende a la producción y valores de la resistencia mecánica a la penetración inferiores a 2MPa. Que en el caso del cultivo de banano este valor no debe ser superior a 1MPa. Para evitar el necrosamiento del sistema radicular.

La resistencia mecánica a la penetración (RPS), medida a través del penetrometro digital es la resistencia que ofrece un suelo a ser atravesado, su valor depende de factores intrínsecos como la porosidad, textura, densidad contenido de materia orgánica, contenidos hídricos y de factores extrínsecos con el efecto de uso del suelo y maquinarias (Fernández, 1997).

Serafim, et al. (2013), los factores que integran el IHO, es la humedad en que la resistencia de la penetración del suelo es 2 MPa, es la propiedad que más frecuentemente reduce el IHO. La capacidad de campo (CC) es el factor más limitante en el límite superior de la humedad en el límite inferior es el punto de marchitez permanente (PMP), sin ninguna acción de la resistencia a la penetración, mientras que la penetración de los valores, secar densidad aparente baja (menos de $1,11 \text{ Mg m}^{-3}$), el factor limitante es el PMP. Por lo tanto, la PA y RPS son las propiedades que varían más con los cambios en la densidad del suelo.

Las interacciones entre la resistencia a la penetración del suelo (RPS), la disponibilidad del agua y la aireación del suelo son cruciales para el crecimiento de las plantas. Un intervalo hídrico óptimo (IHO) integra, en un único indicador, atributos físicos directamente involucrados en los procesos fisiológicos relacionado con el crecimiento de las plantas, es decir, define el rango de contenido de agua (θ) en la limitación del crecimiento de las plantas, debido a la disponibilidad agua, la aireación y la RPS, para una densidad dada del suelo (D_s), son minimizadas, constituyendo un moderno indicador de la calidad física del suelo. Los suelos con buena calidad física presentan más frecuentemente valores de θ entre los límites superior e inferior de IHO (Henrique, et al., 2014).

El contenido volumétrico del agua en el suelo (Θ_v), variables de acuerdo a sus texturas, le permite dinamizar los procesos de la relación agua -suelo -planta, en definitiva, el movimiento agua, del complejo sistema suelo. En algunos momentos con un exceso de agua en el suelo, ocupando todo el espacio porosos y por lo tanto asfixia del sistema radicular y en otras ocasiones déficit hídrico que conlleva a un estrés hídrico, situaciones extremas que provocan reducción de la masa radicular y por tanto disminución de la producción.

La gestión del agua en los sistemas de riego debe ser efectuada de forma que controle el potencial del agua en el suelo (Ψ), permitiendo a los cultivos expresar su potencial genético de productividad. La definición de momento de riego debe ser basada en técnicas que determinen en que condición las plantas sufren restricciones. El control de Ψ es el método más difundido y de mayor simplicidad para mantener el contenido de agua en el suelo (θ) dentro de un rango adecuado para el crecimiento y el desarrollo plantas (Blainski, Folegatti, Tormena, Muylaert & Andrade, 2009).

Mestas (2011), indica que se han desarrollado unas series de métodos y equipos que permiten determinar el contenido de humedad del suelo en forma indirecta, siendo necesario una curva de calibración que permita pasar el valor obtenido contenido en agua existente en un suelo.

De los antecedentes señalados, urge la necesidad de la determinación de los niveles críticos de densidad del suelo (δ_s), que permitirá conocer las condiciones de estructura del suelo y cuál sería su capacidad productiva. Existen diversos autores que señalan procesos para la determinación de la densidad crítica del suelo (δ_{sc}) (Venanzi, et al., 2002).

Griffith, et al. (1977), determinaron valores críticos de densidad de 1.7 g.cm⁻³ para suelos de texturas arenosas, y de 1.4 a 1.5 g.cm⁻³ para suelos de texturas franco – arcillo- limosos. Así mismo, Imhoff, Da Silva, Días Junior & Tormena (2001), definieron a la δ_{sc} como aquella δ_s en donde se cortan las curvas de capacidad de campo y punto de marchitez permanente a distintas densidades y IHO = 0. Este nuevo concepto resulta ser muy interesante porque resume los diversos aspectos del suelo que están incidiendo en la productividad.

Granton, Benavides, Valenti & Arevalo (1998), indican que de acuerdo a las características de las arcillas que pueden tener los suelos, es más apropiado trabajar con muestras no disturbadas, así mismo señalan que para determinaciones a altas succiones es necesario la permanencia de las muestras durante el ensayo un tiempo prolongado, en algunos casos hasta 20 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en predios comerciales destinados a la explotación de banano (*Musa sp*) variedad Cavendish. Las áreas experimentales se ubicaron en el sitio La Unión en la cuenca inferior del río Puyango provincia de El Oro lo cual se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de los predios.

Predio	Longitud	Latitud
El Cisne	3° 17' 39" S	79° 52' 47" W
La Fátima	3° 17' 44" S	79° 52' 42" W

El Carmen 3° 18' 02" S 79° 51' 58" W

Por su ubicación geográfica los predios comparten iguales condiciones climáticas y ecológicas, obteniendo un índice hídrico sub húmedo, con déficit en época seca acompañado de un régimen térmico cálido, constituido en una zona de vida de un bosque muy seco tropical (b.m.s.T), con isotermas de 25 a 26°C e isoyetas de 500 a 750 mm anuales (Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2011; Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología, 2008).



Figura 1. Mapa de ubicación de los predios de investigación.

Factores y niveles de estudio

Se estudió como factor al riego (subfoliar y suprafoliar), la profundidad de muestreo (0-10, 10-20, 20-30 y 40-50 cm) y la cobertura (Con cobertura y sin cobertura) como lo indica la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos y bloques en estudio.

Cobertura	Sistema de riego	Predio
Sin cobertura	Suprafoliar	El Carmen
Con cobertura	Suprafoliar	El Cisne
Sin Cobertura	Subfoliar	La Fátima
Con cobertura	Subfoliar	El Cisne

Muestreo y determinaciones

Se utilizaron 60 cilindros de hierro galvanizado de 5.7 cm de diámetro y 5 cm de alto, para la toma de las muestras de suelo en las diversas capas del perfil del suelo cada 10 cms de profundidad, sin disturbar en las fincas seleccionadas con y sin cobertura vegetal y sistemas de riego subfoliar y suprafoliar, para analizar las propiedades físicas y químicas del suelo como: el pH, Arcilla, Arena, Limo, Capacidad de campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP), d_a = densidad aparente (g.cm⁻³), d_r = Densidad Real (g.cm⁻³), P_t = Porosidad total(%)

Para Determinar el IHO en cada cilindro se realizará la comprensión de las muestras (secas y tamizadas a 2mm) con una prensa por capas, para asegurar la homogeneidad de la densidad de suelo (δ_s) lograda

Se sometieron a 5 grados de compactación, para obtener densidades de suelo de 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.5 g.cm⁻³ variando el peso seco por unidad de volumen. Posteriormente se sometieron a saturación las muestras por más de 24 horas y luego con el equipo de sección y las membranas de Richards, ollas de presión se determinarán las constantes hidrofísicas: Capacidad de campo (CC) a -33 Kpa y Punto de Marchitez Permanente (PMP), a -1500 Kpa. Se tomó δ_{sf} , para expresar los datos volumétricamente (δ_{cc} y δ_{pmp}), manteniendo por pesada hasta el final del ensayo y por diferencia de pesos los diversos contenidos de humedad a esas tensiones.

Al inicio, luego del primer humedecimiento y al finalizar el ensayo se medirá la altura de las columnas del suelo para estimar el cambio volumétrico y en consecuencia cambios en la δ_s , tomando la densidad del suelo final (δ_{sf}).

Con un penetrometro digital, se midió la resistencia mecánica a la penetración a una profundidad de 2.5 cm desde el borde superior del cilindro.

Se determinó la densidad real δ_{real} y la δ_s de cada muestra, se calculó la porosidad total, considerando igual contenido hídrico a saturación (Θ_s), para determinar el contenido hídrico relativo (Θ_r) de cada medición de la resistencia mecánica a la penetración (RMP) y así los coeficientes de la ecuación potencial.

$$- RPS = a (\Theta/\Theta_s)^b$$

Se determinará el IHO para cada tratamiento de acuerdo a Da Silva et al., (1994). Cuando la RPS = 2 MPa Θ_{cc} y $\Theta_{pmp} = \Theta$ a CC y PMP.

Para cada Θ_s , el límite superior del IHO se considerará al menor valor Θ_s o Θ_{cc} mientras que el límite inferior estará determinado por el mayor valor entre Θ_{rmp} y Θ_{pmp} .

Análisis estadístico de los datos.

Para evaluar la fiabilidad de los datos se realizó un análisis multifactorial de las varianzas del IHO procedentes de los distintos bloques de riego con el objetivo de cuantificar cuál de los factores inciden directamente sobre la variable evaluada. En los casos que presentaron significancias, se realizó un test de Tukey al 95% de confiabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla ANOVA descompone la variabilidad del IHO en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P probaron la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los valores de P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre IHO con un 95.0% de nivel de confianza, se pudo observar que existe

interacción estadística de los factores cobertura con densidad (AxB) y cobertura con riego (AxC) esto debido a que los suelos procedentes de sitios con abundante material orgánico modifican su estructura logrando mayor retención hídrica. Por otra parte, no existe interacción entre factor sistema de riego, con el factor densidad

Tabla 3. Análisis de varianza multifactorial para los factores incidentes en el intervalo hídrico óptimo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Ra-zón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Cobertura	0.007	1.000	0.007	72.190	0.001
B:Densidad	0.033	4.000	0.008	85.100	0.001
C:Riego	0.001	1.000	0.001	8.370	0.045
INTERACCIONES					
AB	0.008	4.000	0.002	19.930	0.007
AC	0.001	1.000	0.001	10.590	0.031
BC	0.000	4.000	0.000	0.880	0.547
RESIDUOS	0.000	4.000	0.000		
TOTAL (CORREGIDO)	0.051	19.000			

Esta tabla 4 aplica se aplica un procedimiento de comparación múltiple, para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. En relación al factor densidad se puede evidenciar que existe una alta significancia estadístico formando tres grupos, cuyas densidades de 1.1;1.2; 1.3 g.cm⁻³ son iguales formando el primer grupo con letra a, mientras que 1.4 (b) y 1.5 (c) g.cm⁻³ forman el segundo y tercer grupo respectivamente de significancia, por otra parte, respecto a los sistemas de riegos presurizados existen diferencia estadística entre ambos al igual que el factor cobertura vegetal.

Tabla 4. Pruebas de Múltiple Rangos para IHO por medio de Tukey al 95% de confiabilidad.

IHO cm ³ cm ⁻³								
Riego	Cobertura	Densidad aparente g.cm ⁻¹					Cobertura	Riego
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5		
Supraf	Con cob.	0.16	0.18	0.17	0.11	0.00	0.12 a	0.10 a
	Sin cob.	0.08	0.09	0.09	0.07	0.03	0.07 b	

Subf	Con cob.	0.15	0.18	0.16	0.10	0.02	0.12 a	0.11 b
	Sin Cob.	0.12	0.12	0.10	0.08	0.06	0.10 b	
Promedio		0.13a	0.14a	0.13a	0.09b	0.03c	0.10	0.10

Cob: Cobertura; Supraf: suprafoliar; Subf: subfoliar

En los suelos analizados, el IHO es bastante sensible a la variación de la densidad del suelo (D_s). Los cuatro contenidos de humedad que resultan limitantes en la determinación del IHO fueron: a) La humedad del suelo a capacidad de campo (Θ_{cc}), b) la humedad del suelo a Θ_{PMP} , c) la humedad del suelo equivalente a Resistencia a Penetración igual a 2 Mpa, aunque algunos autores señalan 1,5Mpa Θ_{rpm} y d) la humedad del suelo equivalente a porosidad de aireación Θ_{PA} .

La variación de la densidad del suelo (D_s) tiene un pequeño impacto en Θ_{cc} y Θ_{PMP} , y su diferencia viene dado como agua disponible (AD) = ($\Theta_{cc} - \Theta_{PMP}$). La Θ_{cc} y Θ_{PMP} correlacionaron positivamente con la densidad del suelo, con valores de $R^2 = 0,986 = 0,249 = 0,949 = 0,707$ para los suelos con sistemas de riego subfoliar y suprafoliar sin cobertura y subfoliar y suprafoliar con cobertura vegetal respectivamente y el Θ_{PMP} con D_s , también correlaciono positivamente pero con valores más bajos de $R^2 = 0,595 = 0,026 = 0,04 = 0,320$ en el mismo orden de los sistema y tipo de coberturas señalados, en los suelos que presentaron texturas franco limosos a francos arenosas.

En fincas con sistema de riego suprafoliar con cobertura tabla 5, fig.2, el límite superior es Θ_{cc} y el inferior Θ_{PMP} , cuando la $D_s \leq 1,31 \text{ g.cm}^{-3}$, en suelo con textura franco arenosa. Por otro lado, Θ_{PA} sustituye a Θ_{cc} como límite superior y Θ_{rpm} sustituye a Θ_{PMP} como límite inferior, cuando la densidad del suelo $D_s > 1,32 \text{ g.cm}^{-3}$ hasta una densidad crítica (δ_{sc}) igual a $1,50 \text{ g.cm}^{-3}$ donde IHO = 0. En las fincas con sistemas de riego subfoliar y cobertura vegetal tabla 6, fig. 3, al igual que el suprafoliar la $D_s \leq 1,24 \text{ g.cm}^{-3}$ el límite superior es Θ_{cc} y el inferior es Θ_{PMP} . En cambio, cuando $1,24 \text{ g.cm}^{-3} < D_s \leq 1,37 \text{ g.cm}^{-3}$, el límite superior de IHO es Θ_{PA} y el límite inferior es Θ_{rpm} . Para valores de $D_s > 1,37 \text{ g.cm}^{-3}$, el límite superior sigue Θ_{PA} y el límite inferior es Θ_{rpm} . Las limitaciones convergen en D_s de $1,56 \text{ g.cm}^{-3}$ y el IHO fue considerado como cero.

Tabla 5. Determinación del intervalo hídrico óptimo en los suelos con cobertura vegetal, riego suprafoliar.

Densidad aparente	Porosidad de aireación	Capacidad de campo	Punto de marchitez permanente	Resistencia a la penetración	IHO
g.cm^{-1}	θ_a	Θ_{cc}	θ_{pmp}	θ_{rpm}	$\text{cm}^{-3}\text{cm}^{-3}$
1,1	0,485	0,412	0,250	0,175	0,162
1,2	0,447	0,421	0,242	0,205	0,179
1,3	0,409	0,414	0,244	0,234	0,165
1,4	0,372	0,401	0,250	0,266	0,106
1,5	0,334	0,385	0,234	0,333	0,001

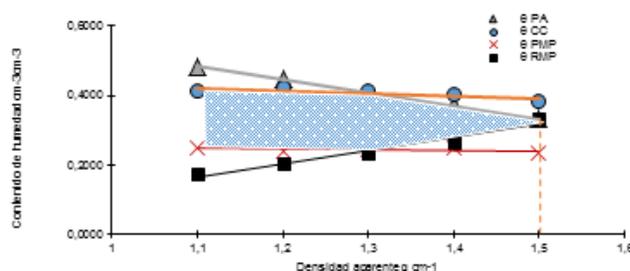


Figura 2. Representación gráfica del Intervalo Hídrico Óptimo de los suelos de la Finca El Cisne, con cobertura vegetal y riego Suprafoliar.

El aumento de la D_s coincide con la disminución del Θ_{PA} para los suelos de las fincas con diversos sistemas de riego con o sin cobertura. La Θ_{PA} sustituye Θ_{cc} , como factor limitante en suelo de textura media, cuando la $D_s > 1,35 \text{ g.cm}^{-3}$. Por otro lado, Θ_{rpm} sustituye a Θ_{PMP} como factor limitante, cuando la $D_s > 1,37 \text{ g.cm}^{-3}$. En suelo con textura media el IHO fue definida por Θ_{PA} y Θ_{rpm} en la mayoría de los valores de D_s medidos. Las limitaciones convergen en D_s de $1,56 \text{ g.cm}^{-3}$ y el IHO fue considerado como cero.

Tabla 6. Determinación del intervalo hídrico óptimo en los suelos con cobertura vegetal, riego subfoliar.

Densidad aparente	Porosidad de aireación	Capacidad de campo	Punto de marchitez permanente	Resistencia a la penetración	IHO
g.cm^{-1}	θ_a	Θ_{cc}	θ_{pmp}	θ_{rpm}	$\text{cm}^{-3}\text{cm}^{-3}$
1,1	0,485	0,445	0,294	0,189	0,151
1,2	0,447	0,442	0,265	0,236	0,177
1,3	0,409	0,424	0,253	0,249	0,156
1,4	0,372	0,402	0,312	0,274	0,098
1,5	0,334	0,396	0,286	0,357	0,023

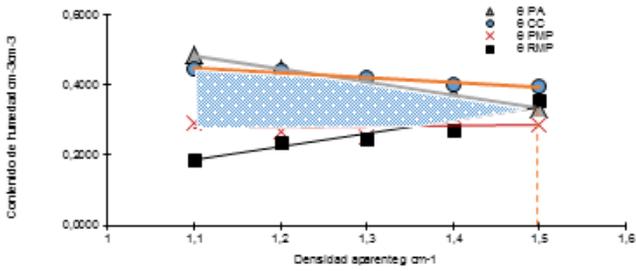


Figura 3. Representación gráfica del Intervalo Hídrico Óptimo de los suelos de la Finca El Cisne, con cobertura vegetal y riego Subfoliar.

En cambio, en los suelos con sistemas suprafoliar, sin cobertura vegetal (tabla 7, fig.4) el agua disponible para la planta e igual al intervalo hídrico óptimo su contenido volumétrico es más reducido obteniéndose para una $D_s \leq 1,37 \text{ g.cm}^{-3}$, el límite superior es Θ_{cc} y el inferior es Θ_{PMP} ; para $D_s > 1,37 \text{ g.cm}^{-3}$, el límite superior se mantiene Θ_{cc} y cambia el límite inferior a Θ_{PMP} . En la finca con sistema de riego subfoliar sin cobertura (tabla 41 fig.50) el IHO tiene como límite superior el Θ_{cc} y el inferior a Θ_{PMP} hasta una $D_s \leq 1,35 \text{ g.cm}^{-3}$. Cuando la $D_s \geq 1,43 \text{ g.cm}^{-3}$, el límite superior de Θ_{cc} es sustituido por Θ_{PA} y el inferior es Θ_{Rmp} y cuando la $D_s > 1,5$ el IHO = 0.

Tabla 7. Determinación del intervalo hídrico óptimo en los suelos sin cobertura vegetal, riego suprafoliar.

Densidad aparente	Porosidad de aireación	Capacidad de campo	Punto de marchitez permanente	Resistencia a la penetración	IHO
g.cm-1	θ_a	Θ_{cc}	θ_{rpm}	θ_{rpm}	cm-3cm-3
1,1	0,485	0,316	0,239	0,124	0,077
1,2	0,447	0,326	0,238	0,151	0,088
1,3	0,409	0,320	0,232	0,176	0,088
1,4	0,372	0,313	0,246	0,247	0,066
1,5	0,334	0,338	0,232	0,300	0,034

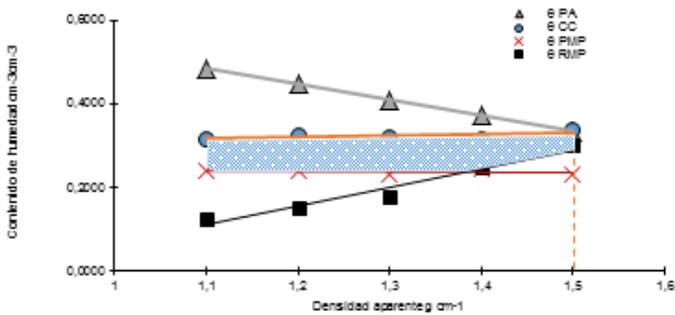


Figura 4. Representación gráfica del Intervalo Hídrico Óptimo de los suelos de la Finca El Carmen, sin cobertura vegetal y riego Suprafoliar.

En el suelo con cobertura vegetal el IHO fue definido por Θ_{cc} y Θ_{PMP} cuando $D_s \leq 1,3 \text{ g.cm}^{-3}$. A mayores

densidades del suelo, Θ_{Rmp} , sustituye a Θ_{PMP} como límite inferior y Θ_{PA} sustituye a Θ_{cc} . En suelos sin cobertura vegetal con los tipos de sistemas de riego para valores de $D_s \leq 1,37 \text{ g.cm}^{-3}$, el límite superior e inferior de IHO es Θ_{cc} y Θ_{PMP} respectivamente y a mayor densidad del suelo de $1,37 \text{ g.cm}^{-3}$, la Θ_{PA} y Θ_{Rmp} , sustituyen a los señalados.

La incorporación de aireación del suelo, la resistencia del suelo a la penetración en la definición del IHO para el crecimiento de plantas resulto un parámetro más sensible a cambios en la estructura del suelo que el agua disponible. Para los suelos con cobertura vegetal y sistemas de riego subfoliar y suprafoliar el IHO varía de 0 a $0,162 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$, mientras que el agua disponible vario a medida que varía la densidad del suelo En el suelo sin cobertura vegetal el IHO desde $0,034$ a $0,077 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$., mientras que los valores del agua disponible variaron a medida que aumenta la densidad del suelo a valores más pequeños.

Se puede señalar, que el IHO fue más sensible a las variaciones de la estructura del suelo que el agua disponible, reflejando mejor la calidad física del suelo. La importancia de la resistencia a la penetración en la limitación del IHO corrobora con los resultados presentados por da Silva et al. (1994).

Tabla 8. Determinación del intervalo hídrico óptimo en los suelos sin cobertura vegetal, riego subfoliar.

Densidad aparente	Porosidad de aireación	Capacidad de campo	Punto de marchitez permanente	Resistencia a la penetración	IHO
g.cm-1	θ_a	Θ_{cc}	θ_{rpm}	θ_{rpm}	cm-3cm-3
1,1	0,485	0,403	0,279	0,180	0,124
1,2	0,447	0,397	0,276	0,208	0,121
1,3	0,409	0,389	0,288	0,220	0,101
1,4	0,372	0,381	0,289	0,265	0,083
1,5	0,334	0,379	0,287	0,328	0,060

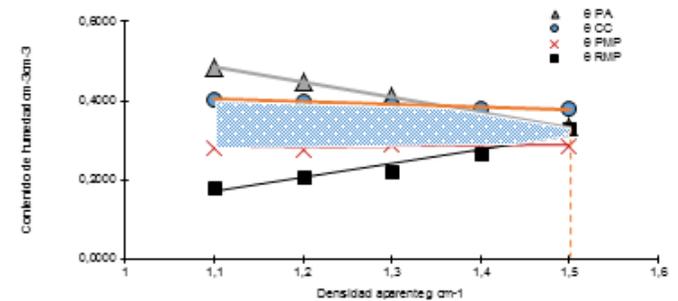


Figura 5. Representación gráfica del Intervalo Hídrico Óptimo de los suelos de la Finca La Fátima, sin cobertura vegetal y riego Subfoliar.

CONCLUSIONES

El IHO fue mayor en los suelos con cobertura vegetal y sistemas de riego suprafoliar y subfoliar, respecto a los suelos sin cobertura vegetal.

La densidad crítica del suelo fue de (d_{scIHO}) = 1,5 $g.cm^{-3}$ en las fincas con suelos francos arenosos y franco limosos determinada en el punto donde el IHO = 0 y por lo tanto representa condiciones restrictivas para el crecimiento de la planta.

El límite superior del IHO estuvo marcado por Θ_{cc} en densidades de suelo de 1,1 hasta 1,35 $g.cm^{-3}$ para los suelos con cobertura vegetal y los dos sistemas de riego y el límite inferior Θ_{PMP} , para mayores densidades el límite superior es Θ_{PA} y el límite inferior Θ_{RMP} para suprafoliar y Θ_{PMP} para subfoliar con cobertura.

El límite superior del IHO es Θ_{cc} en densidades de suelo de 1,1 a 1,37 $g.cm^{-3}$ para los suelos de las fincas sin cobertura vegetal y los dos sistemas de riego y como límite inferior el Θ_{PMP} y para valores mayores a 1,37 $g.cm^{-3}$ el límite superior es Θ_{PA} y límite inferior es Θ_{rpm} .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blainski, E., Folegatti, M., Tormena, C., Muylaert, R., & Andrade, A. (2009). Intervalo hídrico ótimo núm. nitossolo vermelho distroférrico irrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33, 273-281. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1802/180214232005.pdf>

Da Silva, A. P., Kay, B. D., & Perfect, E. (1994). Characterization of the Least Limiting. *Water Range of Solis. Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58(6), 1775-1781. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9534388>

Damiano, F., & Moschin, R. (2011). Intervalo hídrico ótimo en suelos argiudoles plantados con *Eucalyptus dunnii* MAIDEN. *Ciencia del suelo*, 29(1), 1-11. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-damiano.pdf>

Granton, M., Benavides, R., Valenti, R., & Arevalo, E. (1998). Características hídricas. Método de Laboratorio y estimaciones: su evaluación y aplicaciones para suelos de Entre Ríos. XVI Congreso Argentino de la Ciencia de Suelos. Villa Carlos Paz.

Imhoff, S., Da Silva, A .P., Días Junior, M., & Tormena, C.A. (2001). Quantificacao de pressoes críticas o crecimiento das plantas. *R. Bras. Ci. Solo*, 25(1), 11-18. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v25n1/02.pdf>

Letey J. (1985). Relationship between soil physical properties and crop production. En, B. A. Stewart, *Advances in soil Science. Volume I.* (Pp. 277-294). Springer- Vertag New York: Inc.

Mestas, R. (2011). Régimen hídrico del suelo y evapotranspiración en áreas agrícolas y forestales. (Tesis Doctoral). La Coruña: Universidad Da Coruña.

De Orellana, J., Pilatti, M. A., & Grenón, D. (1997). Soil quality: An approach to physical state assessment. *Journal of sustainable agriculture*. The Haworth Press, Inc, 9, 91-108.

Pilatti, M. A., & De Orellana, J. (1993). Posibles indicadores edáficos de sostenibilidad. II: El intervalo hídrico ótimo. XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mendoza.

Pilatti, M., Orellana, J., Imhoff, S., & Da Silva, A. (2012). Actualización de los límites críticos del intervalo hídrico ótimo. *Ciencia del suelo*, 30(1), 9-21. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/84814/CONICET_Digital_Nro.8224aa60-c266-49d4-b621-3e6a4c049a82_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Serafim, M., De Oliveira, G., Vitorino, A., Montoani, B., & Carducci, C. (2013). Qualidade física e intervalo hídrico ótimo em latossolo e cambissolo, cultivados com cafeeiro, sob manejo conservacionista do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(3), -742. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832013000300020

Tormena, C. A., Da Silva, A.P., & Libardi, P.L. (1998). Caracterizacao do intervalo hídrico ótimo de un latossolo roxo sob plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 22(4), 573-581. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n4/02.pdf>

Valadão, S. E. (2014). Intervalo hídrico optimo del suelo y estado de humedad de las plantas en sistemas integrado de producción agrícola y pecuaria en el subtropico de Brasil. *Rio Grande do Sul: Universidad Federal de Rio Grande Do Sul.*

06

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE FUNGICIDAS COMERCIALES SOBRE EL CONTENIDO DE CLOROFILA EN EL CULTIVO DE BANANO (*MUSA AAA*)

EFFECT OF COMMERCIAL FUNGICIDE APPLICATIONS ON CHLOROPHYLL CONTENT IN BANANA CULTIVATION (*MUSA AAA*)

Abrahan Rodolfo Cervantes Alava¹

E-mail: acervantes@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6223-8661>

Adriana Beatriz Sánchez-Urdaneta²

E-mail: usanchez@fa.luz.edu.ve

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3108-0296>

Cioly Beatriz Colmenares de Ortega²

E-mail: ciolybc@fa.luz.edu.ve

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8545-2959>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

² Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Cervantes Alava, A. R., Sánchez-Urdaneta, A. B., & Colmenares de Ortega, C. B. (2019). Efecto de las aplicaciones de fungicidas comerciales sobre el contenido de clorofila en el cultivo de banano (*Musa AAA*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 45-49. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El manejo químico de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) ha llevado al uso de fungicidas de modo acción sistémicos y protectantes en emulsiones, o en mezcla con aceite mineral, para disminuir su daño en las hojas. La investigación se realizó en la Hacienda El Playón, cantón Pasaje, provincia de El Oro, Ecuador, con el objetivo de evaluar el contenido de clorofila en la tercera hoja de la planta de banano dos horas antes y dos horas después de las aplicaciones de fungicidas comerciales en dos sitios, denominados alto impacto (lindero, AI) y bajo impacto (centro, BI) en el clon 'Williams'. El área de ensayo fue de dos hectáreas con 1.500 plantas•ha⁻¹, el diseño experimental fue bloques al azar (DBA), con arreglo factorial, el análisis se realizó con el programa estadístico Statgraphics. Los factores incidentes fueron: las aplicaciones de los fungicidas Difeconazole, Fenpropimorf, Epoxiconazole y Dithane, el sitio de aplicación (AI y BI) y el tiempo de lecturas SPAD. El análisis de la varianza detectó diferencias estadísticas por el efecto de los fungicidas, ubicación y tiempo de muestreo. El contenido de clorofila, fue estimado con el SPAD, de modo rápido, directo y no destructivo. Los resultados mostraron que la aplicación de los fungicidas comerciales Difeconazole mas Fenpropimorf presentó menor cantidad de clorofila en la hoja 3. Los valores de probabilidad para los factores fungicida, sitios de aplicación AI y BI y tiempo de evaluación fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,00001$, 0,0179 y $P < 0,0007$, respetivamente), Fenpropimorf mas Dithane Resulto con mayor contenido de clorofila.

Palabras clave:

Contenido de clorofila, sitios aplicación, fungicidas, SPAD.

ABSTRACT

Chemical management of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) has led to the use of systemic and protective mode of action fungicides in emulsions, or in mixture with mineral oil, to reduce damage to leaves. The research was carried out at Hacienda El Playón, Pasaje canton, El Oro province, Ecuador, with the objective of evaluating the chlorophyll content in the third leaf of the banana plant two hours before and two hours after commercial fungicide applications at two sites, denominated high impact (boundary, AI) and low impact (center, BI) in the 'Williams' clone. The test area was two hectares with 1,500 plants•ha⁻¹, the experimental design was random blocks (DBA), according to factorial, the analysis was performed with the statistical program Statgraphics. The incident factors were: the applications of the fungicides Difeconazole, Fenpropimorf, Epoxiconazole and Dithane, the site of application (AI and BI) and the time of readings SPAD. Variance analysis detected statistical differences in fungicide effect, location and sampling time. The chlorophyll content was estimated with the SPAD, in a fast, direct and non-destructive way. The results showed that the application of the commercial fungicides Difeconazole mas Fenpropimorf showed less amount of chlorophyll in leaf 3. The probability values for fungicide factors, AI and BI application sites and evaluation time were statistically different ($P < 0.00001$, 0.0179 and $P < 0.0007$, respectively), Fenpropimorph plus Dithane Result with higher chlorophyll content.

Keywords:

Chlorophyll contents, application sites, fungicides.

INTRODUCCIÓN

Las plantas verdes producen clorofila como fuente principal de energía, el papel de la clorofila en la fotosíntesis es la absorción de fotones de luz con la conversión de energía luminosa en energía química. Esta clorofila se produce en las hojas cuya lectura se mide en un rango de radiación fotosintética de 400 a 700 nanómetros. La clorofila es afectada por agentes externos y para el caso del cultivo de banano (*Musa AAA*), esta disminuye cuando existe el ataque o infección en las hojas, especialmente cuando la invade *Sigatoka negra* (SN, *Mycosphaerella fijiensis* Morelet), enfermedad que en muchos casos el daño se manifiesta con manchas negras muy pequeñas (conocidas como pizcas) que se presentan en la cara abaxial de las hojas, especialmente el daño es supervisado en las hojas tres a la cinco, ya que en función de la incidencia y severidad de la enfermedad que se presenta en estas tres hojas, es necesario establecer los mecanismos de control. Las manchas de SN crecen lentamente (estrías y manchas) y comienzan a cambiar su color a una tonalidad marrón (quema) y están delimitadas por las nervaduras. En la medida que el hongo se va propagando los colores de las rayas se hacen más oscuros, algunas incluso llegan a presentar un matiz púrpura, que se hace visible en la superficie adaxial de la hoja. Se ha establecido una estrecha relación entre los contenidos de clorofila y niveles de N, en los tejidos vegetales de la planta (Rincón y Ligarreto, 2010). En este contexto, la clorofila es importante en la planta para realizar la fotosíntesis (Castañeda, Almanza, Pinzón, Cely & Serrano 2018).

Robinson & Galán (2012), indicaron que la radiación fotosintética en las hojas está dada por la intensidad lumínica que recibe la planta, en un día despejado la hoja de banano produce $1.974 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ y en un día nublado alcanza $470 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Salisbury y Ross (2000), mencionaron que los tilacoides, al captar la luz, la transforman en energía reductiva (e^-) y química (ATP), la cual se utiliza en el ciclo de ciclo de Calvin, para convertir el CO_2 en azúcares. Saldívar (2013), indicó que las reacciones lumínicas (reacciones de Hill) ocurren en los cloroplastos de todas las células verdes, cuando los rayos de la luz visible inciden sobre las hojas. Absorben luz roja entre 700 nm y luz azul en la zona de 500 nm. Sainz & Echeverría (1998), al estudiar la relación de la clorofila en los diferentes estadios del maíz encontraron que en el año 1995/96 alcanzaron el 95% de rendimiento y el valor de las unidades Spad de clorofila oscilaron entre 51,6 y 61; pero para el próximo año de cosecha 1996/97 los niveles variaron entre 47 y 54.

El objetivo fue evaluar el efecto de las aplicaciones de fungicidas comerciales sobre el contenido de clorofila en el cultivo de banano (*Musa AAA*), las cuales se hicieron a través de lecturas absolutas (SPAD) en la tercera hoja de banano, dos horas antes después de las aplicaciones de los fungicidas comerciales, en los

linderos denominados alto impacto (AI) y en el centro de la bananera bajo impacto (BI) en la Hacienda El Playón, provincia de El Oro, Ecuador.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló entre junio y noviembre de 2018, en la Hacienda El Playón, ubicada en la parroquia La Peaña, del cantón Pasaje, provincia de El Oro, Ecuador, entre las coordenadas 628798 E y 9634470 N, registrado con un GPS navegador de Garmin.

Como material genético, la Hacienda El playón tiene 106 hectáreas sembradas de banano clon Williams (*Musa AAA*), se marcaron dos lotes de 1 hectárea con un promedio de siembra de $1.500 \text{ plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$, donde se identificaron dos lotes: el lote # 1, centro de la bananera donde se seleccionaron 30 planta (unidades experimentales) y del lote # 2, de linderos, también se seleccionaron 30 plantas, todas de un altura promedio de 2,5 m y con seis hojas funcionales totalmente expuestas, libres de plantas vecinas que traslaparán sus hojas. Se identificó la zona central de la finca como de bajo impacto (BI) y zona de linderos como de alto impacto (AI).

Contenido de clorofila

Antes de las lecturas del SPAD se seleccionaron previamente 10 plantas y con la ayuda de una escalera tipo metálica, se realizó el registro del contenido de clorofila en las hojas, evaluado en dos etapas. Epata 1: dos horas antes se hizo la primera lectura visual en la pantalla del SPAD para medir el contenido de clorofila, este dato se tomó sobre la hoja 3, en 10 plantas prontas (2,5 m) y su registró en unidades Spad ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$). Etapa 2: dos horas después luego de cada aplicación de los fungicidas en mezcla según las combinaciones: epoxiconazole mas dithane, fenpropimorf mas dithane y difeconazol mas fempropimorf, se registró también la lectura que marcaba el medidor Spad sobre la hoja 3. Estos datos se pasaron a una planilla diseñada en el programa Microsoft Office Excel para su posterior tabulación y análisis.

Factores en estudio y diseño experimental

Los factores incidentes en la variable respuesta fueron:

Fungicidas aplicados: se evaluó el factor fungicida a tres niveles: difeconazol mas fenpropimorf (F1), epoxiconazole mas dithane (F2) y fenpropimorf mas dithane (F3), cuyas dosis aplicadas fueron de acuerdo las recomendaciones comerciales dadas por los técnicos para el control de *Sigatoka negra*.

Sitio de aplicación: este factor se evaluó a dos niveles, la zona de los linderos nombrada como de alto impacto (AI) y la zona central nombrada como de bajo impacto (BI), la cual incidió directamente en el control de *Sigatoka negra*.

Tiempo de evaluación: este factor se estudió 2 horas antes de la aplicación (sin fungicida) y 2 horas después de la aplicación (con fungicida).

El diseño experimental utilizado en la investigación fue en bloques totalmente al azar (DBA) con arreglo factorial de los tratamientos. Los datos fueron analizados con el programa estadístico Statgraphics versión Centurión.

Medición de las variables

La evaluación del contenido de clorofila se registró en 10 plantas previamente seleccionadas para cada tratamiento, los datos de las lecturas se hicieron con el medidor CCM-200, en el borde derecho de la tercera hoja de la planta de banano. Esta herramienta determina la cantidad relativa de clorofila presente en las dos regiones de longitud de absorción de luz (400-700 nm), una en las regiones de la luz roja y la otra en longitud cercana a la infrarroja, utilizando estas dos transmisiones el medidor, calcula el valor numérico en unidades Spad ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$).

Tabla 1. Factores en estudio evaluados en el efecto de las aplicaciones de fungicidas comerciales, sitio y tiempo de aplicación sobre el contenido de clorofila en el cultivo de banano (Musa AAA).

Sitio de aplicación (AI)		Sitio de aplicación (BI)	
Tiempo		Tiempo	
2 horas antes	2 horas después	2 horas antes	2 horas después
Epoxiconazole + Dithane (F1)			
Fenpropimorf + Dithane (F2)			
Difeconazole + Fenpropimorf (F3)			

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procesamiento estadístico de los datos se hizo a través de un ANOVA y una prueba de rangos múltiples de Tukey al 95%, los cuales presentaron diferencias estadísticas por efecto de las aplicaciones de fungicidas comerciales ($P < 0,00001$), del sitio de aplicación ($P < 0,0179$) y el tiempo de medición ($P < 0,0007$), afectando el contenido de clorofila en la hoja 3 de las plantas de banano.

La prueba de rangos múltiples de Tukey, mostró diferencias estadísticas entre la aplicación de la mezcla de fungicidas Difeconazole + Fenpropimorf con respecto a Epoxiconazole + Dithane y Fenpropimorf + Dithane, aunque sin diferencias estadísticas entre estas últimas mezclas aplicadas. La aplicación de Difeconazole + Fenpropimorf presentó el valor más bajo de contenido de clorofila ($38,698 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$),

seguido de la mezcla de Epoxiconazole + Dithane con $45,8513 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ y la aplicación de Fenpropimorf + Dithane con el mayor valor ($46,2212 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$; figura 1).

Pérez (2006), manifestó que el uso de fungicidas protectantes no ayudó en el control de SN, pero el uso de ingredientes activos que penetran las barreras estructurales naturales de la planta y se incorporan al apoplasto, donde fueron traslocados hacia los puntos de mayor transpiración, mejoró de manera importante el control de SN, debido a una distribución y protección de la superficie tratada de la hoja más completa, y en el proceso de expansión a la posibilidad de acceso a estructuras fúngicas que se desarrollaron en el interior de los tejidos, y a una mayor resistencia a los factores ambientales.

Por otro lado, el microclima ambiental interno de la plantación incidió sobre la severidad de SN, donde periodos calurosos con temperaturas mayores a 21 y 28 °C favorecieron el desarrollo de la enfermedad, horas con temperaturas menores de 20 °C redujeron el crecimiento del hongo; en otras palabras, la relación clima-inóculo influyó sobre la enfermedad cuando fue favorecida con lluvias frecuentes, rocío, humedad relativa alta y temperaturas mayores a 23 °C (Nava, 2002).

Se generó una ecuación de regresión lineal $y = 36,057 + 3,765x$ con $R^2 = 0,7868$. Hidalgo, Tapia, Rodríguez & Serrano (2006), mencionaron que *M. fijiensis* compromete el proceso fotosintético al reducir la conductividad estomática de la cual depende la tasa fotosintética de la planta, la radiación fotosintéticamente activa incidente sobre las hojas fue en promedio de $227 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en la primera medición y la fotosíntesis neta alcanzó valores de cero en clorofila, cuando la infección llegó al 45%.

Los resultados obtenidos en cuanto al control de SN, permitieron considerar que en las mezclas de Epoxiconazole + Dithane y Fenpropimorf + Dithane hubo una mayor incidencia de la enfermedad (estos productos son emulsificantes) y, por lo tanto, la cobertura sobre las hojas fue menor, y por ello, los contenidos de clorofila también fueron mayores al permitir un mayor paso de la luz solar. Por otro lado, hubo una mayor efectividad de control con la aplicación de Difeconazole + Fenpropimorf y mayor cobertura de la hoja, generando un menor contenido de clorofila, debido a que ambos tienen acción sistémica, presencia de aceites, generando cierre de los estomas y de esa manera se afectó la producción de clorofila sobre la hoja 3. Moyano & Jiménez (2009), mencionaron que al inocular esporas de SN en plántulas de banano y aplicarle tres fuentes de silicio vs. concentraciones de Zumsil (complejo ionizado de silicio e hidrógeno) y Biosil, el contenido de clorofila fue igual para todos los tratamientos con un promedio de $30 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ y con relación a la severidad en la hoja 1, 2 y 3 el grupo de

Zumsil (dosis 150 a 250 ppm) tuvo menor índice de infección y los de mayor infección para la hoja 1 y 3 fue para Zumsil (500 ppm). Reigosa, Pedrol & Sánchez (2004), han señalado que el papel principal de las hojas es el de funcionar como el órgano que atrapa la luz solar y sirve para realizar la fotosíntesis; por lo tanto, la hoja debe estar adaptada bioquímicamente para absorber niveles de radiación fotosintéticamente activa (PAR, generalmente entre 400 y 700 nanómetros).

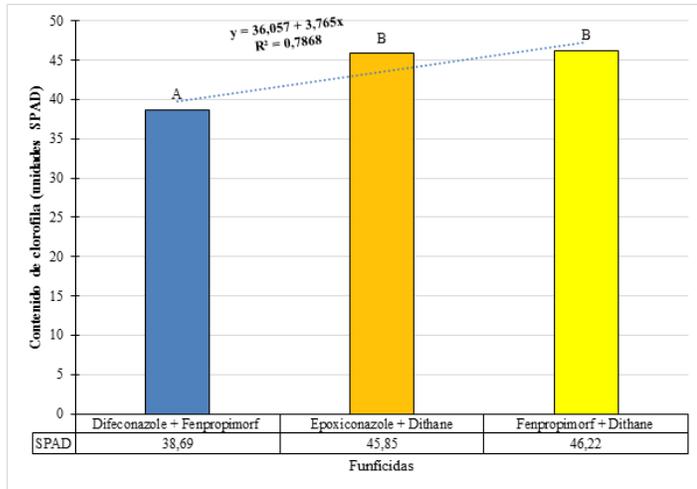


Figura 1. Contenido de clorofila obtenido con el SPAD CCM-200, por efecto de la aplicación de fungicidas en la hoja 3 de bananos (Musa AAA), provincia de EL Oro, Ecuador.

Los resultados de la figura 2 muestran el efecto de la ubicación del sitio de muestreo (lindero y centro). La prueba de rangos múltiples de Tukey mostró diferencias estadísticas entre el contenido de clorofila, siendo superior al evaluarse en la parte central con valores de 44,58 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, mientras que para el lindero fue de 42,60 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$.

Estas diferencias se sugieren están relacionadas con de la doble aplicación de fungicidas que recibieron las hojas de los linderos, aunado a la cantidad del aceite que acompaña al fungicida, lo cual hace que la hoja presente menor transpiración al cerrarse los estomas, pero a la vez podría estar influenciado por una menor cantidad de cloroplastos producto de una menor área foliar expuesta totalmente a la luz.

Por otro lado, en la figura 3 se presentan los contenidos de clorofila generados por la hora de evaluación de la aplicación de los fungicidas, mostrando que hubo diferencias estadísticas en el contenido de clorofila dos horas antes y dos horas después (tiempo) de haberse realizado la aplicación, debido a la influencia que tuvieron los fungicidas aplicados sobre las plantas, notándose un incremento en el contenido de clorofila dos horas antes de la aplicación de los productos.

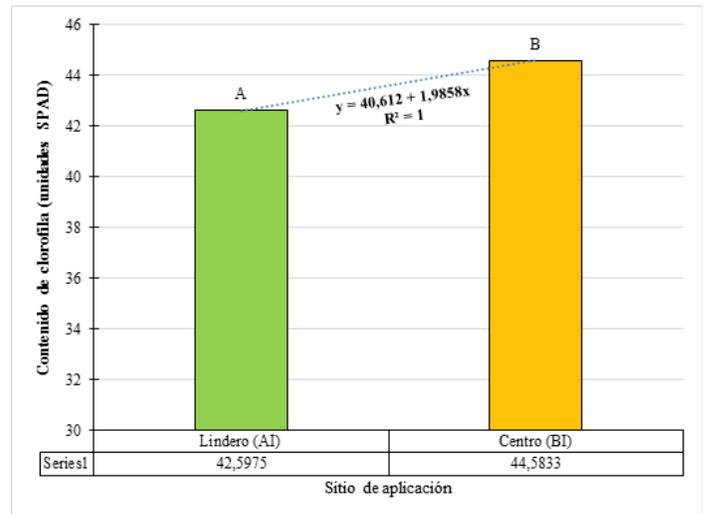


Figura 2. Contenido de clorofila obtenido con el SPAD CCM-200, por efecto del sitio de aplicación de fungicidas en la hoja 3 de bananos (Musa AAA), provincia de EL Oro, Ecuador.

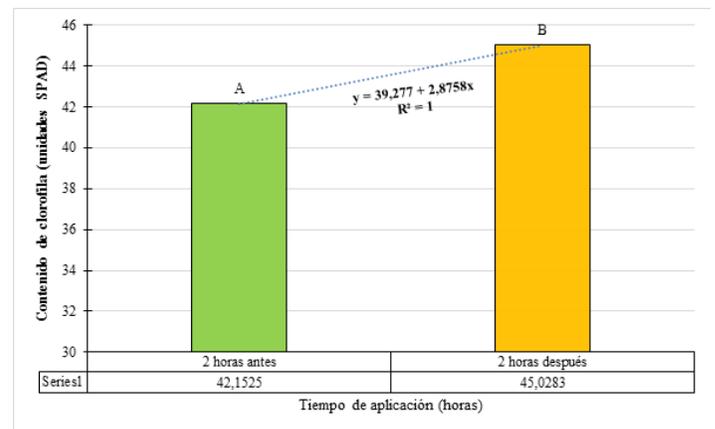


Figura 3. Contenido de clorofila obtenido con el SPAD CCM-200, por efecto de la hora de evaluación antes y después de la aplicación de fungicidas en la hoja 3 de bananos (Musa AAA), provincia de EL Oro, Ecuador.

CONCLUSIONES

Para lograr un mayor contenido de clorofila se hace necesario utilizar productos protectantes que son de menor carga química en su estructura y permiten una mayor penetración de la luz solar. El solapamiento de los productos aplicados con presencia de aceite mineral, sugiere un impedimento para la penetración de la luz solar a las hojas y por ende se afecta el contenido de clorofila en las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañeda, C. S., Almanza, P. J., Pinzón, E. H., Cely, G. E., & Serrano, P.A. (2018). Estimación de la concentración de clorofila mediante métodos no destructivos en vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Riesling Becker. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 12(2), 329-337. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/4e37/d0ce455030a-bebfb286e22dbedcb51ae6c3d.pdf>

- Hidalgo, M., Tapia, A., Rodríguez, V., & Serrano, E. (2006). Efecto de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijienses*) sobre la fotosíntesis y transpiración foliar del banano (*Musa* sp. AAA, cv. Valery). *Agronomía Costarricense*, 30(1), 5-41. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/436/43630103.pdf>
- Moyano, B., & Jiménez, M. (2009). Establecimiento de la línea base de productos formulados con silicio y estudio de los efectos de los parámetros de desarrollo y sanitario de plantas de banano Cavendish (AAA), variedad Williams. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Nava, C. (2002). Las enfermedades del plátano en Venezuela, su control. Maracaibo: Ediciones Astro Data S.A.
- Pérez, L. (2006). Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra en bananos: estado y perspectivas. *Revista Fitosanidad*, 10(1), 55-72.
- Robinson, J., & Galán, V. (2012). Plátanos y banano. Asturias: Eujoa Artes Gráficas.
- Salisbury, F., & Ross, C. (2000). *Fisiología de las plantas*. Madrid: Closa Orcoyen S.L.
- Sainz, R., & Echeverría, H. (1998). Relación de las lecturas del medidor de clorofila (Minolta Spad 502) en distintos estadios del cultivo del maíz y del rendimiento en grano. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 103(1), 37-44. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/69410/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Saldívar, R. (2013). *Fisiología vegetal*. Primera edición. México: Trillas S.A.
- Reigosa, M., Pedrol, N., & Sánchez, A. (2004). *La fisiología vegetal. Una ciencia de síntesis*. Madrid: Graficas Rogar.
- Rincón, Á., & Ligarreto, G. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila en maíz asociado con pastos en el piedemonte llanero colombiano. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 122-128. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945029003.pdf>

07

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA MIEL DE MELIPONAS EN ECOSISTEMAS PERIURBANOS Y AGRÍCOLAS DEL CONSEJO POPULAR HORQUITA

MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MELIPONAS HONEY IN PERI-URBAN AND AGRICULTURAL ECOSYSTEMS OF THE HORQUITA PEOPLE'S COUNCIL

Neldis Cordero Fernández¹

E-mail: nfernandez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2044-7323>

Suleira Urra Montero¹

E-mail: smontero@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0809-3307>

Yanisley Riquelme Rivero¹

E-mail: yriquelme@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0007-3544>

Magaly Sosa González¹

E-mail: msosa@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6105-9936>

Liana Ponce Hidalgo¹

E-mail: lpidalgo@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5630-0406>

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Cordero Fernández, N., Urra Montero, S., Riquelme Rivero, Y., Sosa González, M., & Ponce Hidalgo, L. (2019). Caracterización microbiológica de la miel de meliponas en ecosistemas periurbanos y agrícolas del Consejo Popular Horquita. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 50-56. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La miel de abejas por ser un alimento de consumo directo por las personas debe estar exenta de microorganismos patógenos y debe cumplir con los límites máximos permitidos para recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales, hongos y levaduras. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar desde el punto de vista microbiológico las mieles de colmenas de Abejas Meliponas en el consejo popular Horquita. Mediante un diseño completamente aleatorizado se tomaron muestras de miel (250 mL) de 20 colmenas ubicadas en ecosistemas periurbanos y agrícolas de la localidad. Las muestras fueron enviadas al Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de la provincia Santa Clara donde fueron analizadas. En todos los ecosistemas existió integración agricultura-ganadería o crianza de traspatio, y en algunos casos aguas residuales dentro del rango de vuelo de las abejas. Las mieles analizadas cumplieron con las exigencias internacionales presentando, en todos los casos, características microbiológicas óptimas para su consumo y comercialización. Se propone como parámetros microbiológicos para la miel en el territorio menos de 10 UFC/g, tanto para microorganismos a 30oC (bacterias, hongos y levaduras) como para coliformes totales.

Palabras clave:

Ecosistemas, miel, bacterias, hongos, levaduras.

ABSTRACT

Honey bees as a food directly consumed by humans should be free from pathogenic microorganisms and should meet the maximum permitted limits for mesophilic aerobic counting, total coliforms, fungi and yeasts. The aim of this study was to characterize from a microbiological point of view the honeycombs of Abejas Meliponas hives in the Horquita popular council. Using a completely randomized design, samples of honey (250 mL) were taken from 20 hives located in local peri-urban and agricultural ecosystems. The samples were sent to the Provincial Hygiene and Epidemiology Center of the Santa Clara province where they were analyzed. In all ecosystems there was agriculture-livestock integration or backyard rearing, and in some cases wastewater within the range of bees flying. The honeys analyzed met international requirements by presenting, in all cases, optimal microbiological characteristics for consumption and marketing. It is proposed as microbiological parameters for honey in the territory of less than 10 CFU/g, both for microorganisms at 30oC (bacteria, fungi and yeasts) and for total coliforms.

Keywords:

Ecosystems, honey, bacteria, fungi, yeasts.

INTRODUCCIÓN

Las abejas de la especie *Melipona Beecheii* Bennett (1831) se consideran muy importantes para la conservación de los bosques tropicales, ya que son eficientes agentes polinizadores de muchas especies de plantas. Sus criadores se benefician de la polinización, que permite obtener mayores y mejores frutos o semillas, y la producción de miel de las colonias a partir de los cultivos.

Según Borges & Blochtein (2005), el número de colonias de Abejas sin Aguijón ha disminuido debido a la reducción de los bosques tropicales por la tala indiscriminada, incendios forestales, desastres naturales, antropización irrefrenable con fines agropecuarios, uso de agroquímicos y acción predatorias de los mieleros.

A estos factores se añaden; su baja productividad en comparación con las abejas de género *Apis* y el consumo ascendente de edulcorantes derivados del maíz y otros productos agrícolas. A pesar de ello, la disponibilidad de colmenas y el escaso conocimiento sobre la necesidad de polinización, constituyen las principales limitantes al desarrollo de la meliponicultura.

Obregón (2000), hace referencia a la aplicación de métodos ineficientes para la multiplicación de colonias (los productores dependen del trasiego de nidos silvestres para obtener nuevas o más colonias), al desconocimiento de medidas de control sobre algunas plagas y enfermedades, a la falta de alimentación artificial durante las épocas críticas del año, y a la ausencia de selección para mejorar los rendimientos de miel, como factores limitantes para incrementar la meliponicultura.

Aunque son reconocidas por su efectividad como polinizadores, desde los años 50, la abeja europea *Apis mellifera* empezó a desplazar aceleradamente a las abejas nativas de la producción comercial de miel, de tal forma que la miel que se comercializa a nivel mundial generalmente es producida por esta especie.

La sustitución partió del convencimiento de que las abejas europeas son más productivas. Sin embargo, al comparar conjuntamente rendimientos de *Apis mellifera* y la especie nativa más productiva, *Melipona beecheii* Bennett (1831) respecto a: espacios requeridos para su establecimiento, ubicación de colmenares con relación a áreas urbanas, y riesgos de manipulación, se perfila una posibilidad de usar *Trigonas* y *Meliponas* para la producción rentable de miel, aún en las zonas donde prospera la producción con *Apis mellifera* (Obregón, 2000).

También la miel de especies nativas suele considerarse con mayor valor que la miel de las abejas europeas, debido a ciertas propiedades benéficas para la salud humana que le son atribuidas. En los últimos 10 años, a raíz de prácticas agrícolas sostenibles para las poblaciones ubicadas en áreas de protección

ambiental la crianza de estas abejas ha crecido, conquistando el interés de investigadores, productores y organizaciones de apoyo a la agricultura familiar.

Entre las diversas peculiaridades de la miel de las Abejas sin Aguijón, destacan su mayor acidez y contenido de agua, así como la forma de almacenar la miel en sus nidos, pues después de colectada y deshidratada es depositada en potes de cerumen contruidos con una mezcla de cera y resina vegetal, los que además de conservarla influyen en su sabor y color. Estos factores le confieren a la miel de *Meliponas* características suficientes para ser tratadas por los investigadores y órganos reguladores como un producto aparte que necesita ser caracterizado para su comercialización.

Los estándares de calidad para esta miel, a diferencia de la miel de *Apis mellifera*, no han sido establecidos aún, lo cual resulta necesario para cualquier intento de controlar su uso.

Salamanca, Henao, Moreno & Luna (2001), plantean que la miel de *Apis mellifera*, como todo producto de origen natural, presentan una flora microbiana propia con un comportamiento microbiológico característico.

En la construcción de sus nidos estas abejas utilizan diversos materiales como: cera pura, cerumen (mezcla de cera + própolis o resinas que colectan de árboles y arbustos heridos) y en algunos casos batumen (mezcla de propóleos + barro). Elementos que destinan para la delimitación del espacio interno.

Debido al alto contenido de humedad que posee la miel de estas abejas y el hecho de emplear barro en la construcción de sus nidos, unido a malas técnicas de extracción, puede provocar la contaminación de la miel durante el proceso de colecta si no se toman las medidas de manejo e higiénicas adecuadas. Por lo que sería conveniente evaluar microbiológicamente la miel procedente de estas colmenas antes de comercializarlas.

DESARROLLO

Según Obregón (2000), los métodos eficaces de multiplicación artificial son fundamentales para captar y conservar la variación genética de la especie y hacer uso de esa diversidad en el mejoramiento de sus rendimientos.

Muchas veces, surge la necesidad de generar nuevas colonias manifestada por la presencia de machos alrededor de una de las cajas. Tal fenómeno, en diversas condiciones refleja la existencia de una reina virgen, presta a realizar su vuelo nupcial.

Las abejas sin aguijón son agentes polinizadores de las plantas con flor. Ellas cumplen un papel importante no sólo en la polinización de la vegetación nativa de los trópicos y subtrópicos, sino que también se

pueden criar para extraer su miel y utilizarlas en la polinización de cultivos importantes en la agricultura.

Entre las abejas sin aguijón la especie *Melipona Beecheii* Bennett (1831) es económicamente una de las más importantes en el sureste de México. El pueblo Maya ha sido el único en el mundo en domesticar y cultivar de forma intensiva, colonias de esta especie. Quezada-Euán, May-Itzá & González-Acereto (2001), plantean que desde la colonización europea en México, la crianza de estas abejas ha disminuido y está cerca de la extinción.

Según Vázquez, et al. (2011), la variedad de esta especie presente en Cuba (*Melipona Beecheii* Bennett (1831) *Fulvipes* Guerin), aunque produce menos miel que las del género *Apis*, posee ventajas que justifican su empleo en la apicultura moderna:

- Por su tamaño relativamente pequeño, abarcan más diversidad de especies de la flora en el pectoro, proporcionando un amplio beneficio a plantas nativas y cultivadas.
- Son poco vulnerables a plagas y enfermedades como *Varroajacobsoni*, debido a su rusticidad
- Por su docilidad y fácil manejo se emplean mejor como polinizadores en la agricultura urbana y suburbana.
- Tienen un solo orificio de entrada y salida en la colmena, lo que facilita su protección y bioseguridad.
- Presentan poca actitud defensiva ante la manipulación de sus colonias (no aguijonean).
- Pueden ser cultivadas en áreas de características muy variables.
- No requieren de altos insumos para su crianza.
- Producen miel con abundantes propiedades medicinales, óptima para su empleo en la industria farmacéutica.

Es importante destacar que la relación costo /beneficio en las técnicas establecidas para la crianza de meliponinos, se desplaza hacia los beneficios económicos, ecológicos y sociales. Esto se debe al bajo nivel de insumos, consistentes en azúcar para alimentación artificial, madera, guano y puntillas para la construcción de meliponarios, tarimados y colmenas. Materiales que en muchas ocasiones son generados por la carpintería como residuos (recortería de madera) o constituyen recursos locales. Sin embargo, la actividad genera grandes beneficios en relación al ambiente, la salud y producción agrícola. Los gastos en salario tampoco son significativos, pues por la facilidad del trabajo un solo hombre puede asistir de 7-10 meliponarios con aproximadamente 40-50 colmenas cada uno. Por lo que la actividad puede generar fuentes de empleo sano y productivo a diferentes sectores de la sociedad sin importar edad, ni sexo (Vázquez, et al., 2011).

Se entiende por polinización, el acto mediante el cual el polen es trasladado de una flor hacia otra (figura 4), garantizando la fecundación de los óvulos presentes en los órganos sexuales femeninos, para la producción de semillas. El proceso de polinización puede ocurrir por acción del viento o por medio de agentes polinizadores como aves, murciélagos y diferentes especies de abejas. En el primer caso las flores son poco vistosas, sin perfume, ni néctar, el polen es muy abundante, liviano y poco nutritivo (con reservas de almidón). En el segundo caso, las flores presentan nectarios, olores, corolas atractivas por sus colores y formas que se destacan en el paisaje formando parches. El polen es de variado tamaño, con distintas estructuras que favorecen la adherencia y tiene mayor valor nutritivo.

Su efectividad como agentes polinizadores está dada por la adaptación a los árboles tropicales con flores pequeñas, de cáliz profundo y estrecho, que solamente pueden recibir abejas de porte pequeño, es decir, a ciertas especies de abejas nativas.

Se plantea que la miel de *Meliponas* contiene propiedades antisépticas, cicatrizantes y nutritivas. En la medicina tradicional es usada en combinación con plantas medicinales para afecciones respiratorias, de la vista, en la piel, afecciones de la garganta y llagas en la boca. Como cicatrizante es recomendada en fórmulas para úlceras y en el cáncer de próstata, mientras que mezclada con ron se recomienda como estimulante. Mezclada con diversas sustancias se ha empleado como medicamento en la cicatrización de heridas, en la disentería para aliviar la constipación y en forma de fomentos aplicados sobre quemaduras. También se ha empleado como tónico para las mujeres recién paridas, hemorroides, amebiasis, catarro, conjuntivitis, diarreas y otras afecciones. Además contribuye al rebrote de los dientes, al cierre de la mollera en los recién nacidos y a la recuperación de los niños desnutridos.

De igual forma el propóleo es utilizado con múltiples propósitos en la medicina humana y veterinaria, así como en la agricultura, apicultura y ebanistería. Se emplea en la conservación de alimentos y fabricación de cosméticos. Es considerado un excelente antibiótico natural y la amplitud de su utilización está condicionada por su acción antiinflamatoria, antimicrobiana, antiviral, antifúngica, analgésica, regeneración y fortalecimiento capilar, y estimulante de los factores específicos e inespecíficos de la inmunidad.

En las colmenas en estado silvestres de montes pedregosos, se ha encontrado el lacre, sustancia empleada para la extracción de espinas y como pegamento. Es una resina sólida de color rojizo por fuera y amarillo verdoso por dentro (Vázquez, et al., 2011).

Estudios realizados han señalado que hay dos tipos de agentes antimicrobianos en la miel. La que tienen origen en el peróxido de hidrógeno, producida por la

glucosa oxidasa y la debida a componentes diferentes al peróxido de hidrógeno, incluyendo la actividad de la lisozima, la presencia de ácidos aromáticos y volátiles. Siendo la acción no-peróxido más insensible a la luz y mantiene su actividad por largos periodos de tiempo. También asocian su efecto antiséptico a factores físicos y químicos que pueden estar relacionados con diferentes fuentes florales y abejas de diferentes orígenes y por otro lado con la osmolaridad que provoca la salida de líquidos de los tejidos, creando un ambiente húmedo aséptico que inhibe microorganismos patógenos.

La miel de abejas por ser un alimento de consumo directo por las personas debe estar exenta de microorganismos patógenos y debe cumplir con los límites máximos permitidos para recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales y hongos y levaduras. También debido a que esta miel de Meliponas se utiliza en tratamientos antiinflamatorios, cicatrizantes y antimicrobianos, es necesario considerar la carga microbiológica para que no represente un riesgo sobre heridas, úlceras y abrasiones (Zamora & Arias, 2011).

Una primera forma de contaminación de la miel puede ser con microorganismos provenientes del polen, del tracto digestivo de las abejas, del medio ambiente o del néctar. Una segunda forma puede ser a partir de prácticas antihigiénicas durante la manipulación de la misma. En este caso las fuentes de esta contaminación residen en la manipulación incorrecta de la miel, el uso de material incorrectamente desinfectado, locales inapropiados, incidencia del viento, presencia de otros insectos y permanencia de otros animales domésticos. Entre estos microorganismos existen diferentes géneros, pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae y algunos otros patógenos de las abejas (Coll, Villat, Laporte, Noia & Mestorino, 2008).

Los agentes de contaminación primaria son de muy difícil control, mientras que los de contaminación secundaria pueden ser controlados mediante el empleo de buenas prácticas de manufactura.

El estudio se realizó en cuatro ecosistemas del Consejo Popular Horquita, municipio Abreus, provincia Cienfuegos. Todos con una variada flora melífera, dos periurbanos; uno en el asentamiento Babiney y otro en una finca diversificada de la localidad de Horquita. De los restantes uno destinado a la producción de cultivos varios perteneciente a la Granja 7 de la Empresa Agropecuaria Horquita y el otro destinado a la producción de frutales en la Finca Privada La Anaya.

Las muestras fueron colectadas en el mes de marzo del año 2019. Esta fecha corresponde al período de escasas precipitaciones en el área, temperaturas medias y radiación solar no muy intensa. Para caracterizar el área se determinaron los sistemas de riego empleados para la irrigación de los cultivos, las fuentes de abasto de agua, las fuentes de aguas

superficiales, la presencia de fosas y lagunas de oxidación y las crianzas de otros animales. Todo incluido dentro del rango de vuelo efectivo de las abejas (750 m) (Vázquez, et al., 2011). Para ello se entrevistaron los trabajadores de la campaña antivectorial y se empleó la observación en los ecosistemas.

Mediante un diseño completamente aleatorizado se tomaron muestras de miel (250mL) de 20 colmenas, cinco por cada ecosistema. Para la toma de muestras se destaparon las colmenas separando la cría de los anillos, los cuales, después de limpiar con un pincel los restos de batumen, fueron invertidos, sobre un recipiente de aluminio cubierto por una tela fina esterilizada para filtrar la miel. Posteriormente la miel se envasó en pomos de cristal con el protocolo correspondiente para el envío al Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de la provincia Santa Clara donde fueron analizadas.

Se determinaron las variables:

- Colonias de microorganismos presentes en la miel (Bacterias, Hongos filamentosos y Levaduras) determinadas mediante la Técnica de Placa Invertida a 30 oC, incluida en la NORMA CUBANA ISO 4833:2011.
- Coliformes totales presentes en la miel mediante la Técnica del Número más Probable, incluida en la NORMA CUBANA ISO 4831:2010.

Después de caracterizada la miel se compararon los resultados con los obtenidos en otras partes del país y reportados en la literatura nacional e internacional y se establecieron patrones de calidad para la miel a comercializar en la empresa.

Las primeras muestras correspondieron a un centro de reproducción de abejas Meliponas ubicado en la Granja 7 de la Empresa Agropecuaria Horquita (ecosistema agrícola). Las condiciones zoonológicas del lugar eran excelentes, los cultivos adyacentes se riegan por aniego y con máquinas Kubans. Existió estancamiento de aguas superficiales en zonas arroceras cerca del meliponario y una instalación porcina que vierte sus residuales en una fosa herméticamente cerrada.

El segundo meliponario muestreado estuvo ubicado en el asentamiento Babiney (ecosistema periurbano). Es común en estos lugares la crianza de traspatio con los residuales que habitualmente este sistema genera, no obstante no predominan fosas destapadas. En este sentido, Coll, et al. (2008), plantean que la presencia de otros insectos y permanencia de animales domésticos pueden ser fuentes de contaminación microbiológica de la miel, existiendo diferentes géneros de microorganismos pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae y algunos otros patógenos de las abejas. Se debe tener presente que este meliponario colinda con el litoral de la Ciénaga de Zapata, uno de los humedales más representativos del país.

Para el caso de la finca de frutales La Anaya (ecosistema agrícola), el meliponario está ubicado cerca de un corral de cerdos cuyos residuales se vierten en una pequeña laguna de oxidación y también los cultivos se riegan por aniego, existiendo zanjas de irrigación que permanecen secas o con pequeños depósitos de agua mientras no se efectúa el riego.

El último meliponario muestreado fue el de la finca diversificada perteneciente al Ingeniero Osmany Vázquez (ecosistema periurbano), ubicada en el consejo popular Horquita. Al contactar con el personal de la campaña antivectorial, reportaron que existía una fosa que vierte sus residuales al medio en un patio incluido dentro del rango de vuelo de las abejas, no obstante no predominaron otras fosas ni tanques de almacenamiento de agua destapados. Aquí también los cultivos se riegan por sistema de aniego siendo frecuente el agua encharcada en zanjas y desagües.

Salamanca & Henao (1999), plantean que los conteos microbiológicos en la miel suelen ser muy bajos ya que es un producto ácido (pH 3.7 a 4.5) y que en la flora microbiana de la miel se pueden encontrar tanto microorganismos propios de la miel como los ocasionales o accidentales. Estos últimos son considerados el principal riesgo para la salud humana y son introducidos en la miel principalmente por manejo inapropiado del procesador, por descuidos en prácticas de extracción y procesamiento o sencillamente por falta de conocimiento de Buenas Prácticas Apícolas.

La norma cubana ISO 4833: 2011, define un microorganismo como una bacteria, levadura y hongo filamentosos formando una colonia contable, que se desarrolla en medio sólido después de la incubación en aerobiosis a 30°C.

Los microorganismos aerobios mesófilos indican la calidad sanitaria del alimento y se utilizan para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en los alimentos. Estos se encuentran en el agua, el suelo y en los organismos superiores, son el tipo más común de microorganismo estudiado. En este grupo se incluyen todas las bacterias que pueden desarrollarse a 30°C, pero pueden hacerlo en rangos bien amplios de temperaturas inferiores y mayores. Todas las bacterias patógenicas de origen alimenticio son mesófilas.

La tabla 1 representa los parámetros microbiológicos para la miel de abejas según el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para plantas exportadoras de miel de abeja, emitido por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria en el 2007.

Tabla 1. Parámetros microbiológicos de la miel.

Parámetro	Máximo permisible
Aerobios mesófilos	1 x 10 ⁴ UFC/mL

Hongos y levaduras	1 x 10 ² UFC/mL
Coliformes totales y fecales	Ausencia

La tabla 2 muestra la cantidad de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) por gramo de muestras en las mieles de los diferentes ecosistemas en estudio. Los valores representados se encuentran dentro del rango permitido por la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, la cual plantea: que para la miel y sus similares la cantidad permisible o límite mínimo aceptable de microorganismos por gramos para mesófilos aerobios y mohos es de 10³ y 10¹ UFC/g respectivamente, ver anexo 3.

Tabla 2. Microorganismos presentes en las mieles a 30°C.

Ecosistema	Conteo de Microorganismos a 30°C
Granja Agropecuaria No. 7	< 10 UFC/g
Asentamiento Babiney	< 10 UFC/g
Finca de frutales La Anaya	< 10 UFC/g
Finca Diversificada Horquita	< 10 UFC/g

Maradiaga (2005), evaluó los aspectos físicos, químicos y microbiológicos de 64 muestras de miel no descristalizadas de 32 comunidades hondureñas en los departamentos de Copán, La Paz, Intibucá, El Paraíso y Ocotepeque. Los resultados indicaron que todas las muestras no excedían el límite máximo de aerobios mesófilos (<10000 UFC/mL), 3% de las muestras no cumplieron los límites máximos de hongos y levaduras (<100 UFC/mL).

Para el caso de los recuentos de hongos y levaduras, los resultados promedio, observados por Noia, et al. (2009), en mieles de *Apis mellífera*, fueron de 1.02 x 10² UFC/g, correspondiendo con el valor máximo permitido (1.02.10² UFC/g) por el Código Alimentario Argentino. En esta investigación los resultados fueron muy inferiores a este valor en cada meliponario muestreado. También fueron inferiores a los reportados por Pedraza, et al. (2014), para la miel de *Apis mellífera* la miel de Yateí.

Nótese que no hubo diferencias entre ecosistemas, independientemente de que en la Finca Diversificada Horquita y Finca de Frutales La Anaya, las abejas podían tener acceso a fuentes de aguas contaminadas como se explicó en el acápite de la caracterización de los ecosistemas.

Según Noia, et al. (2009), en las normativas vigentes se acepta hasta un máximo de 10⁴ UFC/g para el recuento de Microorganismos Mesófilos Totales, así los recuentos hallados en su investigación (1.48 x 10³ UFC/g) resultaron acordes a lo requerido por el Código Alimentario Argentino.

En este sentido Zamora & Arias (2011), analizando la calidad microbiológica de 30 muestras provenientes de diversas zonas geográficas de Costa Rica, encontraron que el 87% de las muestras tenía recuentos bacterianos y de esporas iguales o menores a 1.0×10^1 UFC/g.

Rodríguez (2014), estudiando las características microbiológicas de la miel de *Meliponas Beecheii*, evaluando dos modelos de producción (en caja y en tronco) comparándolos con los parámetros de calidad, establecidos para la miel de *Apis mellifera*, encontró que los tres modelos cumplieron con la norma costarricense para la miel: de tener menos de 10 000 UFC/g, sin embargo el sistema de producción de miel de *Meliponas* en tronco no cumplió con la norma mexicana: de tener menos de 1000 UFC/g. El alto recuento de aerobios mesófilos en sistema de troncos se debió a malas condiciones de extracción o también que sellar los troncos con lodo ocasiona que a la hora de cosecha de la miel se obtiene un producto que arrastra en su contenido partículas de tierra.

Aunque las mieles de abeja sin aguijón tiene mayor porcentaje de humedad que la miel de *Apis mellifera*, lo cual pudiera favorecer la fermentación, se conservan fácilmente sin fermentar por tener una alta acidez y presencia de sustancias antibióticas.

La NC-ISO 4831 (Cuba. Oficina Nacional de Normalización, 2010) define a los coliformes como Bacterias que fermentan la lactosa con producción de gas a temperaturas entre 30°C y 37°C, bajo las condiciones de ensayo especificadas en dicha norma.

El conteo de coliformes totales es una medida que refleja la exposición de la miel a material fecal. En la tabla 3 se reportan los valores de estos microorganismos encontrados en las muestras de miel de los ecosistemas bajo estudio. En todos los casos la miel presentó menos de 10 UFC/g. coincidiendo con Zamora & Arias (2011), quienes no encontraron coliformes totales ni fecales en muestras de miel de abejas sin aguijón en Costa Rica y reportaron que no obtuvo ningún resultado positivo en la determinación de la presencia de *Clostridium botulinum*.

Tabla 3. Coliformes presentes en las mieles.

Ecosistema	Conteo de Coliformes totales a 30-37 °C	Conteo de Coliformes a 45°C
Granja Agropecuaria No. 7	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
Asentamiento Babiney	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
Finca de frutales La Anaya	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
Finca Diversificada Horquita	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g

Estos resultados coincidieron con lo estipulado por el Código Alimentario Argentino, el cual también prevé

que la miel debe cumplir con la ausencia de Coliformes, *Salmonella* y *Shigella*, pues de acuerdo al Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (2007), cuando los resultados de coliformes totales y fecales estén por debajo del límite de detección del método, se declara como una completa ausencia.

Maradiaga (2005), encontró que el 13% de las muestras de miel, evaluadas en su investigación, no cumplieron los límites máximos de coliformes totales (completa ausencia) aunque ninguna muestra presentó coliformes fecales.

Ninguna de las muestras de miel de *Meliponas* analizadas por Rodríguez (2014), presentaron coliformes totales, cumpliendo con el reglamento técnico para miel de abejas emitido por el Servicio Nacional de Salud Animal (2009) de Costa Rica.

Las propiedades intrínsecas de la miel tal como un bajo pH, una alta osmolaridad y una actividad de agua baja, son algunas características que resultan inhibitorias hacia bacterias y son las responsables de los bajos recuentos de bacterias y de la ausencia de coliformes totales y fecales; sin embargo permiten el crecimiento de levaduras (Zamora & Arias, 2011).

En este sentido Prost & Le Conte (2006), plantean que aunque la miel cuente con propiedades antibacterianas o bactericidas, es necesario que las prácticas de higiene estén presentes en todo su procesamiento desde la extracción hasta el embalaje para así garantizar la inocuidad y no comprometer la salud de los consumidores.

Entendiéndose por microorganismos a 30°C bacterias mesófilas aerobias, hongos y levaduras. Coll, et al. (2008), plantean que una forma de contaminación de la miel puede ser a partir de prácticas antihigiénicas durante la manipulación de la misma. En este caso las fuentes de esta contaminación residen en la manipulación incorrecta de la miel, el uso de material incorrectamente desinfectado, locales inapropiados, incidencia del viento. Por tales motivos, para extraer miel de *Meliponas* con estos parámetros microbiológicos, se sugiere establecer las siguientes normas técnicas para su cosecha:

- Castrar en el período comprendido entre los meses de noviembre a abril.
- Emplear utensilios esterilizados mediante ebullición durante la castración.
- Filtrar la miel con paños estériles.
- Almacenar la miel en pomos de cristal (color ámbar) previamente esterilizados y guardar en lugares secos y protegidos de la luz.
- Evitar los retrasos en la comercialización del producto.

CONCLUSIONES

En todos los ecosistemas existió integración agricultura-ganadería o crianza de traspatio, y en algunos casos aguas residuales, dentro del rango de vuelo de las abejas. Las mieles analizadas cumplen con las exigencias internacionales presentando, en todos los casos, características microbiológicas óptimas para su consumo y comercialización. Se propone como parámetros microbiológicos para la miel en el territorio menos de 10 UFC/g, tanto para microorganismos a 30°C (bacterias, hongos y levaduras) como para coliformes totales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borges, F., Von B., & Blochtein, B. (2005). Atividades externas de *Meliponamarginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 22(3), 680-686. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v22n3/26188.pdf>
- Coll, F., Villat, C., Laporte, G., Noia, M., & Mestorino, M. (2008). Características microbiológicas de la miel. Revisión bibliográfica. *Veterinaria Cuyana*, 3(1 y 2), 29-34.
- Costa Rica. Servicio Nacional de Salud Animal. (2009). Reglamento Técnico Para Miel De Abejas. San José: SENASA.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (2010). Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable. La Habana: ONN.
- Noia, M. A., et al. (2009). Características físico-químicas y microbiológicas de mieles de La Pampa. *Ciencia Veterinaria*, 11(1), 32-36. Recuperado de <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/1880>
- Obregón, H. F., & Guzmán Díaz, M.A. (2000). Rendimiento de miel de *Scaptotrigona mexicana* en la ribera del Suchiate, Chiapas. *Apitec*, (13), 8-10.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2007). Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para plantas exportadoras de miel de abejas. Recuperado de <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/ManualBPMexportadorasMIEL.pdf>
- Pedraza, M. L., Suárez, A., & De Luca, J. M. (2014). Estudio de propiedades medicinales de la miel de Meliponas en el tratamiento oftalmológico en ratas. II Congreso Virtual de Ciencias Morfológicas.
- Prost, P., & Le Conte, Y. (2006). *Apicultura: Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Quezada-Euán, J.J.G., May-Itzá, W.J., & González-Acereto, J.A. (2001). Meliponi culture in Mexico: problems and perspective for development. *Bee World*, (82), 160-167.
- Rodríguez, G. E. (2014). Caracterización física, química y microbiológica de la miel de *Meliponabeecheii*. (Tesis de Pregrado). , Departamento de Agroindustria Alimentaria. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Salamanca, G., & Henao, C. (1999). Características microbiológicas de las mieles tropicales de *Apis mellifera*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Salamanca, G., Henao, C., Moreno, G., & Luna, A. (2001). Características microbiológicas de las mieles tropicales de *Apis mellifera*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Vázquez, M., Almeida, H., Navarro, J.M., Yanes, N., Febles, H., & Marrero, A. (2011). Tecnología de crianza de Abejas de la Tierra (*Meliponabeecheii* Bennett, 1831). Empresa Cultivos Varios Horquita. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Zamora, L., & Arias, M. L. (2011). Calidad microbiológica y actividad antimicrobiana de la miel de abejas sin aguijón. *Rev. Biomed*, 22(2), 59-66. Recuperado de http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=88482&id_seccion=136&id_ejemplar=8701&id_revista=22

08

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

EFFECTS ANTIOXIDANTES DE MORINGA OLEIFERA LAM EN VITROPLANTAS DE BANANO CLON WILLIAMS ENRAIZADAS EN SISTEMAS DE INMERSIÓN TEMPORAL RITA

ANTIOXIDANT EFFECTS OF MORINGA OLEIFERA LAM IN VITRO WILLIAMS CLONE BANANA PLANTS ROOTED IN RITA TEMPORARY IMMERSION SYSTEMS

Franklin Miguel Ordoñez Castillo¹

E-mail: fordonez_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3534-9726>

María de los Ángeles Bernal Pita Da Veiga²

E-mail: angeles.bernal@udc.es,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3217-5986>

Nieves Pilar Vidal Gonzalez³

E-mail: nieves@iiag.csic.es,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8046-3133>

Alexander Moreno Herrera¹

E-mail: amoreno@utmachala.edu.ec ,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8898-4195>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

² Universidad de Coruña. España.

³ Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. España.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Ordoñez Castillo, F. M., Bernal Pita Da Veiga, M. A., Vidal Gonzalez N. P., & Moreno Herrera, A. (2019). Efectos antioxidantes de Moringa oleifera LAM en vitroplantas de banana clon Williams enraizadas en sistemas de inmersión temporal RITA. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 57-63. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La producción bananera es la segunda actividad económica de El Oro, pero con plantaciones de 40 años de edad que requieren renovar sistemas tradicionales con plantas jóvenes vigorosas. La micropropagación, como alternativa para obtener plantas de banana, propone sistemas de inmersión temporal RITA®. Por otra parte, los extractos de Moringa oleifera LAM (MOL) muestran gran potencial de actividad antioxidante. En este trabajo se determinó el contenido de fenoles solubles y antioxidantes en diferentes órganos en MOL, así como el efecto de añadir extractos de esta planta a vitroplantas de banana enraizadas en RITA®. Se evaluaron diferentes ciclos de inmersión (3, 6 y 8 ciclos), así como sistemas convencionales semisólidos, permitiendo valorar la elicitación de vitroplantas enraizadas para reducir el estrés oxidativo. Los órganos de MOL con mayor contenido en fenoles fueron las hojas y las flores, con 6.35 y 6.53 mg de equivalentes de ácido gálico /g peso seco respectivamente. Los mayores niveles de capacidad antioxidante se encontraron en las hojas (24.36 % de reducción del 2,2- Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH)). En RITA®, con la aplicación de 8 inmersiones diarias se obtuvieron raíces más largas y mayor masa fresca que con 3 y 6 inmersiones y con medio semisólido. La elicitación con extractos acuosos de hoja de MOL a bananos cultivados en RITA® permitió potenciar el contenido de fenoles y antioxidantes, de modo que con 8 ciclos de inmersión se obtuvieron 6.32 mg GAE/g peso seco de fenoles y un 13.60 % de reducción del DPPH, reduciendo el estrés oxidativo de vitroplantas Williams en fase de enraizamiento.

Palabras clave:

Moringa, RITA®, fenoles, micropropagación.

ABSTRACT

Banana production is the second economic activity of El Oro, and 40-year-old plantations require renovation of traditional systems with vigorous young plants. Micropropagation, as an alternative to obtain banana plants, proposes RITA® temporary immersion systems. The extracts of Moringa oleifera LAM (MOL) demonstrated the existence of organs with great potential for antioxidant activity. The content of soluble phenols and antioxidants in different organs in MOL, as well as banana vitroplants rooted in RITA® were evaluated. Different immersion cycles (3, 6 and 8 cycles) as well as conventional semi-solid systems were used to evaluate the elicitation of rooted vitroplants to reduce oxidative stress in these conditions. The phenolic contents obtained in MOL were 6.35 and 6.53 mg equivalents of gallic acid /g dry weight in leaf and flower extracts. Leaf extracts also showed antioxidant potential, with a significant 24.36% reduction of DPPH. Explants cultured in RITA® with 8 immersion cycles produced longer roots and higher fresh mass than those cultured with 3 or 6 cycles and semi-solid medium. The elicitation with aqueous MOL leaf extracts in RITA® at 8 immersion cycles allowed to increase the phenol content to 6.32 mg GAE / g Dry Weight, as well as to enhance antioxidants by 13.60 % reduction in DPPH, reducing the oxidative stress of Williams vitroplants in rooting phase.

Keywords:

Moringa, RITA®, phenols, micropropagation.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la producción bananera es la segunda de mayor importancia económica, ubicando al país como el mayor productor latinoamericano y en cuarto lugar a nivel internacional, generando la necesidad de obtener plantas robustas, de alta calidad y capacidad de producción. Tradicionalmente este cultivo se propaga en forma vegetativa por cormos separados de la planta madre y sembrados por individual. Sin embargo, este método estimula el ataque y proliferación de poblaciones de insectos y plagas a las plantas jóvenes, disminuyendo la tasa de multiplicación. Por este motivo la propagación *in vitro* presenta una alternativa eficaz para reproducir plantas sanas en tiempo relativamente menor (Ubilla-Navarro, 2016).

Los Sistemas de Inmersión Temporal (SIT) desarrollado por Alvared, et al. (1993), para la micropropagación de musáceas y posteriormente adaptado por Escalant, Teisson & Cote (1994), para cultivar embriones somáticos, promueve momentos adecuados de inmersión que reducen el tiempo de contacto entre planta y medio líquido. Estos sistemas favorecen la morfología y el comportamiento fisiológico de los cultivos haciéndolos semejantes a los que se presentan en ambientes *ex vitro*, mejorando calidad de las vitroplantas. En este proceso eficiente de obtención de plantas se puede reducir el estrés oxidativo para generar mayor capacidad de multiplicación y mejorar calidad morfológica de vitroplantas (Basail, et al., 2013).

Factores abióticos como temperatura, luz, heridas, CO₂ y humedad relativa generan condiciones de estrés oxidativo por incremento de radicales libres. La presencia de estrés oxidativo demanda de antioxidantes para disminuir dichas concentraciones. Las condiciones de crecimiento *in vitro* demandan fortalecer la fisiología de cultivos, y los extractos vegetales de *Moringa oleifera* Lam son una fuente fortificante natural. Las hojas son fuente de antioxidantes como fenoles, ácido ascórbico y glutatión ubicados en altas

concentraciones en los cloroplastos, esenciales en la defensa frente al estrés oxidativo, además de ascorbatos, carotenoides, calcio y potasio necesarios en el crecimiento vegetal (Basra & Afzal, 2015).

Considerando lo antes expuesto se propone evaluar el efecto fortificante de extractos de *Moringa oleifera* LAM para potenciar la actividad antioxidante y reducir el estrés oxidativo en vitroplantas de banano clon Williams en fase de enraizamiento mediante elicitación en bioreactores de inmersión temporal RITA®.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de mayo hasta agosto del 2019 en el laboratorio de Micropropagación vegetal e invernadero correspondiente, ubicados en los predios de la granja "Santa Inés" de la Facultad de Ciencias Agropecuarias pertenecientes a la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) en el cantón Machala, parroquia el Cambio, provincia de El Oro y georeferenciado como (3° 17'30" S; 79° 54'51" w). Esta investigación conto con el apoyo del proyecto Bioali-CYTED a través de la red BIOALI (P117RT0522).

Para establecer el experimento, en la caracterización de extractos potenciales, se utilizaron plantas de MOL con más de dos años de edad que permitieron obtener órganos como raquis, tallo, semilla, raíz, hojas, flor y soporte floral. El material vegetal que se utilizó fueron plantas de banano clon "Williams" (AAA) *in vitro* en medio de cultivo semisólido en fase de multiplicación.

Proceso de extracción de muestras de MOL.

Estas muestras fueron secadas en estufa a 70 °C durante 24 horas, tiempo determinado para lograr un secado uniforme. Posteriormente se maceraron en mortero de porcelana hasta obtener polvo fino de cada órgano, almacenándolos en frascos estériles con tapa a temperatura ambiente y oscuridad total para pruebas antioxidantes.

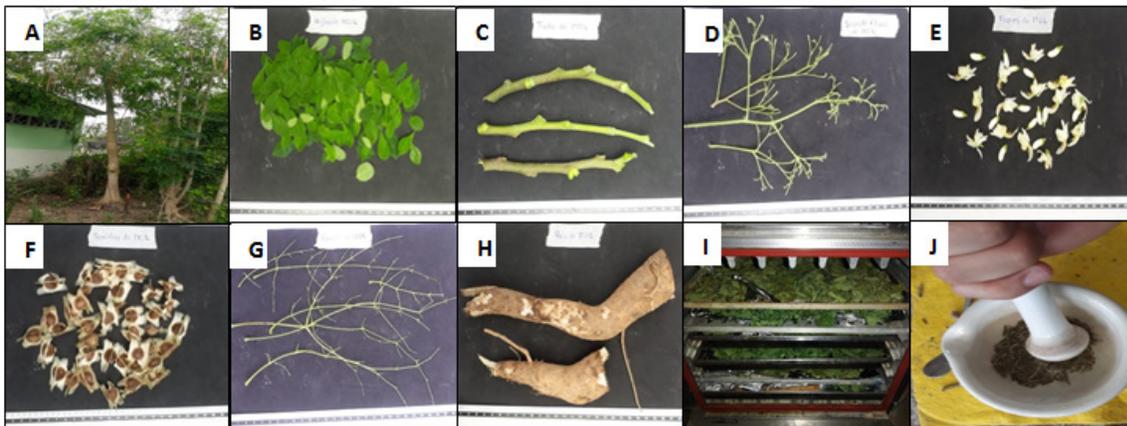


Figura 1. Órganos utilizados en el proceso de extracción de muestras de planta adulta de *Moringa oleifera* Lam: árbol de MOL (A), hojas (B), tallo (C), soporte floral (D), flores (E), semillas (F), raquis (G), raíz (H), secado de órganos de MOL en estufa (I), obtención de polvo de órganos en mortero (J).

Contenido de fenoles solubles del material vegetal.

Las valoraciones de fenoles solubles se realizaron mediante el método de Folin-Ciocalteu (Meeting & Society, 1977) modificado por Kraujalyte, Rimantes, Pukalsckas, Cesoniene & Daubaras (2015).

Esta determinación necesitó la elaboración una recta de calibrado con un ácido fenólico a proporción 1:10 (v:v) según el método modificado que reduce el consumo de reactivos. Empleando ácido gálico se preparó una solución madre de 1mg/1ml para elaborar la recta de calibrado que permitió calcular la cantidad de fenoles presentes en las muestras, en su elaboración se utilizó tres soluciones de ácido gálico en metanol al 80% a concentraciones: 0.01mg/ml de ácido gálico/ml de metanol, 0.02mg/ml, 0.05mg/ml, 0.1mg/ml, 0.2mg/ml. A partir de las cuales se tomaron 100 µl por triplicado y se añadió 1000 µl de reactivo Folin Ciocalteu diluido 10 veces. Tras 4 minutos de incubación en oscuridad, le añadimos a cada tubo 1000 µl de Na₂CO₃ al 7% y 400 µl de agua destilada, volviendo a incubar los tubos durante 90 minutos en oscuridad para hacer lecturas espectrofotométricas. La recta de calibrado permitió obtener la ecuación: Absorbancia 760nm=3.8292 [equivalentes de ácido gálico]+0.0303 con R² = 0.997, para el cálculo del contenido de fenoles solubles totales.

A partir de una solución de 0,1 gramos de muestra en 3 ml en agua destilada, y 3 ml de metanol al 80% a cada uno de los órganos, incubados a baño maría en agua destilada a 70° C por 30 minutos y luego reposo por 10 minutos, y puestos a centrifugación a 10000 g por 15 minutos a temperatura ambiente en centrifuga (MiniSpin plus-Eppendorf AG, Hamburg). La extracción del sobrenadante se lleva a cabo cuidadosamente con pipeta graduada y puesto en tubos de ensayo milimetrados enrasados a 5 ml con metanol al 80%. Posteriormente se subdivide cada muestra en tres tubos adicionando 100 µl de extracto y agregando 1000 µl de Folin-Ciocalteu más 1000 µl de CO₃Na y 400 µl de agua destilada a todas las muestras. Se deja reposar por 90 minutos y se procede con las lecturas en el espectrofotómetro calibrado a 760 nm. Los datos obtenidos en espectrofotómetro permitieron identificar el órgano con alto contenido de fenoles, mediante recta de calibrado antes obtenida.

Contenido de actividad antioxidante del material vegetal.

La actividad antioxidante se determinó por el descenso de la absorbancia a 515 nm de una solución metanólica de radical difenil 1-picrilhidrazil (DPPH) en presencia de las distintas muestras, en donde la solución del radical DPPH es la absorbancia inicial (A0). El DPPH con el radical oxidado presenta un color inicial morado que a medida que se va reduciendo se torna amarillo. Esta diferencia de color permite

cuantificar el porcentaje de DPPH reducido mediante la siguiente fórmula:

% DPPHreducido = ((A0 – Am) /A0) ·100, siendo Am la absorbancia de la muestra.

Preparamos una solución de DPPH 1mM (40 mg de DPPH en 100 ml de metanol absoluto), que se diluye con metanol hasta llegar a valores de absorbancia cercanos a 0,800. Las medidas de absorbancia se realizaron a 515 nm, utilizando metanol absoluto como blanco y haciendo reaccionar, directamente en la cubeta y sin tiempo de incubación, 50 µl del estándar antioxidante con 950 µl de DPPH.

Condiciones del cultivo in vitro.

Las vitroplantas de banano en fase de enraizamiento permanecieron en cámara de crecimiento por 21 días. Se ajustaron las condiciones ambientales para controlar la temperatura a 25°C ± 1°C, mientras que la iluminación se realizó con luz solar indirecta y lámparas de luz con fotoperiodos de 16 horas luz, y luminosidad entre 48,0y62.5 µ mol m⁻² s⁻¹. La Humedad relativa dentro del cultivo osciló entre 90% y 100%.

Medio de Cultivo para la fase de enraizamiento in vitro.

El medio de cultivo utilizado fue el MS (Murashigue y Skoog, 1962) como suplemento nutricional, siguiendo el protocolo de Basail, et al. (2013). En la fase de enraizamiento se utilizó 1.30 mg L⁻¹ de ácido indolacético, 30 g L⁻¹ de sacarosa y se ajustó el pH a 5.8. Los medios de cultivo se esterilizaron en autoclave a 121° C durante 20 minutos (Cejas, et al., 2011).

Sistema de Inmersión Temporal RITA®.

Para el enraizamiento de las vitroplantas se utilizaron Recipientes de Inmersión Temporal Automatizado RITA® (Cirad, Francia). Cada sistema cuenta con dos compartimentos, el inferior para almacenar el medio líquido y el superior para los explantes. Se utilizaron dos filtros (HEPA-VENT microfibra 0.3µm de la empresa General Electric) para esterilizar el aire e impedir el ingreso de agentes contaminantes al frasco. El filtro de ingreso conecta a una manguera de silicona que mediante un compresor de aire conduce el medio líquido hasta sumergir los explantes. El tiempo y la frecuencia de alimentación del cultivo se automatizó mediante un temporizador (Timer IIIWoods®) que activa la circulación de aire.

Ciclos de inmersión en Recipientes RITA®

Para la determinación de un ciclo eficiente para el enraizamiento se utilizaron los parámetros descritos en la tabla 1, basados en el estudio de Basail, et al. (2012), donde se estableció el volumen de medio líquido de 50 ml/explante y 4 minutos de inmersión para clones del grupo Cavendish. Los recipientes contienen 200 ml de medio MS y cuatro explantes por recipiente. Los

ciclos de inmersión fueron establecidos para un periodo de 24 horas.

Tabla 1. Ciclos de inmersión en vitroplantas de Williams en fase de enraizamiento.

Ciclos de Inmersión (*24 horas)	Tiempo de inmersión (minutos)	Medio de cultivo (ml/explante)
3 ciclos	4	50
6 ciclos		
8 ciclos		



Figura 2. Establecimiento de vitroplantas Williams en sistemas RITA® y semisólido: recipiente RITA® con filtros HEPA-VENT (A), establecimiento de tratamientos en sistemas RITA® en el área *in vitro* (B), testigo Williams enraizadas en semisólido (C).

Preparación y elicitación del extracto de MOL

Los extractos etanólico (80%) y acuoso de MOL se obtuvieron a partir de polvo de hojas conservadas a temperatura ambiente y oscuridad. Los extractos se prepararon a una concentración de 0.75 mg L⁻¹ (Yáñez, et al., 2017). Las muestras fueron colocadas en baño maría a 50° C por 30 minutos, tras lo cual se filtraron para obtener los extractos finales que se aplicaron a los sistemas RITA® en fase de enraizamiento usando jeringas de 5ml y filtros MILLEX® Millipore Express® de 0.22µm (tabla 2). Las plantas estuvieron en fase de enraizamiento durante 21 días.

Tabla 2. Elicitación de vitroplantas de banano Williams enraizadas en sistemas Rita® con extractos de MOL.

Tratamientos	Elicitación (mgL ⁻¹)	Ciclos de Inmersión (*24 horas)	Tiempo de Inmersión (minutos)
RITA® + extracto acuoso MOL	0.75	8	4
RITA® + extracto etanólico MOL			

Procedimiento estadístico

Para determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes extractos de los órganos de la planta de MOL (raíz, tallo, hoja, flor, soporte floral, raquis, semilla) en función de los fenoles solubles y el porcentaje de reducción de DDPH, se realizó un ANOVA de un factor intergrupos, previo cumplimiento de los requisitos de independencia de observaciones (se garantizó con el diseño del experimento y la toma de la muestra), normalidad de datos

(se verificó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (Test de Levene). El mismo procedimiento fue aplicado para el caso del tipo de sistema y el ciclo de inmersión en función de las variables morfológicas (Longitud pseudotallo, diámetro pseudotallo, número hojas, longitud hojas, ancho hojas, número raíces, largo raíz mayor, masa fresca, masa seca).

Para conocer entre que grupos se encuentran las diferencias o las similitudes se aplicaron pruebas post hoc (rangos múltiples de Duncan).

Los procedimientos anteriores se utilizaron para seleccionar el mejor extracto y el mejor sistema y ciclo de inmersión. Se aplicó prueba U de Mann Whitney en grupos independientes para determinar si existen o no diferencias significativas entre ellos cuando se utilizaron extracto etanólico y acuoso en función de fenoles solubles y reducción del porcentaje de DPPH.

El procesamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS Inc. (versión 25.0 de prueba para Windows), con una fiabilidad del 95% (α=0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de MOL se caracterizan por su alto contenido de fenoles solubles, distribuidos a lo largo de toda su estructura en distintas concentraciones. La distribución de fenoles solubles (Figura 3) mostró diferencias significativas entre los órganos de la planta, y los órganos con mayor contenido que difieren estadísticamente tenemos la flor, hoja y soporte floral (6.53, 6.35 y 5.28 mg GAE/g peso seco).

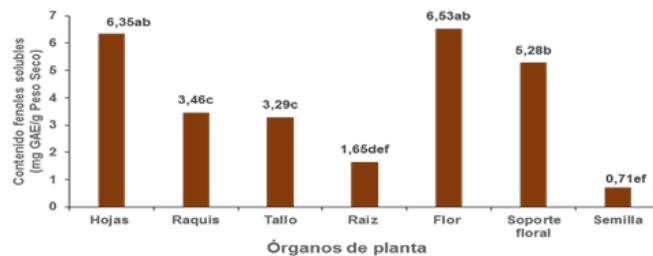


Figura 3. Contenido de fenoles solubles en plantas de MOL en estado de desarrollo. N=21, Error estándar de la media=±0.34. *Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0.05. (Prueba Duncan).

El contenido de fenoles solubles encontrados en hojas muestran los mayores valores para plantas con más de tres años de edad, semejantes resultados presentan plantas en desarrollo de 18 meses de edad que revelaron valores de 9.10 mg GAE g⁻¹ para peso seco (Cabrera, Jaramillo, Dután, Cún, Garcí & Rojas 2017). Lo que confirma que existe una disminución de fenoles solubles de acuerdo a la edad de la planta. En otras plantas la utilización de este método de extracción en hojas de *Psidium guajava* confirmó valores de 58.07 mg GAE g⁻¹ para peso seco.

Potencial antioxidante en órganos de planta de MOL

Las plantas de MOL en desarrollo son fuente importante de antioxidantes, estos ejercen un papel fundamental en sus órganos y se encuentran a distintas concentraciones. El contenido de antioxidantes totales (Figura 4) presentó diferencias significativas, mostrando las hojas mayor proporción de actividad antioxidante y estas mostraron un incremento del 10% ante órganos de flor como segundo mayor porcentaje de reducción.

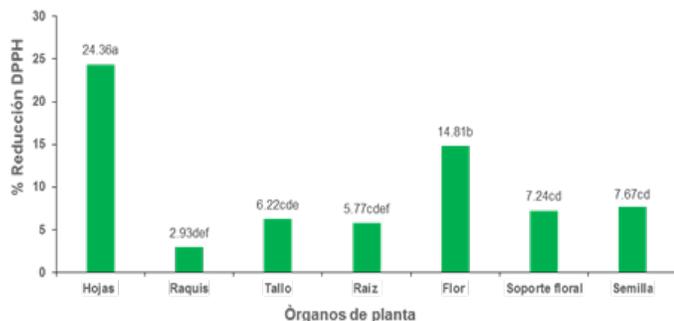


Figura 4. Actividad Antioxidantes totales en plantas de MOL en estado de desarrollo. N= 21, error estándar de la media= ± 1.10 . (*) Letras diferentes difieren estadísticamente p-valor<0.05. (Prueba Duncan).

El contenido de antioxidantes totales presenta valores máximos en extractos de hojas de MOL, con un 24.36% de reducción de DPPH. Este resultado es similar al observado por Pari, Karamać, Kosińska,

Rybarczyk & Amarowicz (2007), que obtuvieron una reducción de 65% de DPPH al usar extracto crudo a una concentración de 0.2 mg L⁻¹.

Calidad in vitro plantas Williams en fase de enraizamiento.

La calidad de vitroplantas Williams en fase de enraizamiento presentó diferencias significativas entre semisólido y sistemas RITA®. Dentro de los sistemas, los ciclos de inmersión en medio líquido fue un factor favorable para el crecimiento de raíz, superando una de las desventajas del medio semisólido.

En la tabla 3 se observa que la longitud de pseudotallo es mayor en semisólido que en RITA®, aunque las diferencias solo son significativas para 3 ciclos. El diámetro de pseudotallo presentó una disminución significativa en RITA®. El mayor número de hojas se observó en RITA® con 3 ciclos y en medio semisólido, mientras que la longitud y ancho de hojas de los RITA® superan al semisólido significativamente, independientemente del número de ciclos. El sistema radicular presentó valores significativamente más altos en sistemas de 6 y 8 ciclos, así como semisólidos para número de raíces, mientras que en largo de raíz los valores significativos fueron mayores cuando se utilizó sistema RITA® de 8 ciclos. La mayor masa fresca de las vitroplantas se obtuvo en medio semisólido, seguidos de RITA® de 8 ciclos. La calidad demostrada confirmó valores mayores significativos a 3, 8 ciclos y semisólidos.

Tabla 3. Calidad de vitroplantas Williams enraizadas en sistemas RITA® a diferentes ciclos de inmersión y semisólido.

Tipo de sistema y ciclos de inmersión	Longitud Pseudotallo (mm)	Diámetro Pseudotallo (mm)	Número Hojas (u)	Longitud Hojas (mm)	Ancho Hojas (mm)	Número Raíces (u)	Largo Raíz Mayor (mm)	Masa Fresca (g)	Masa Seca (g)
SS	38.22±3.02 a	9.06±0.53 a	7.2±0.48 a	21.12±2.05 b	12.73±1.04 b	18.2±2.47 a	22.68±1.43 c	2.82±0.001 a	0.18±0.0005 a
RITA® + 3 ciclos	23.86±1.92 b	4.41±0.36 b	6.00±0.44 ab	29.58±2.81 a	16.78±1.34 a	9.00±1.14 b	62.62±1.86 b	1.76±0.007 d	0.18±0.0005 a
RITA® + 6 ciclos	33.27±2.99 a	4.86±0.49 b	5.8±0.37 b	32.74±3.20 a	19.37±1.67 a	19.2±2.08 a	67.4±7.84 b	2.37±0.001 c	0.15±0.0004 b
RITA® + 8 ciclos	30.82±2.28 ab	5.61±0.70 b	5.60±0.40 b	36.82±1.86 a	18.11±0.91 a	15.0±1.30 a	130.00±15.00 a	2.75±0.039 b	0.18±0.0089 a
ANOVA	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Los valores obtenidos presentan el número de muestras para N=20. Tiene diferencia significativa P<0.05 según prueba de rangos múltiples de Duncan

El empleo de sistemas RITA® incrementa la tasa de crecimiento de raíz (Figura 5) en comparación con medios semisólidos debido a que en medio líquido los nutrientes poseen mayor movilidad y disponibilidad para las vitroplantas, como se observó en variables como altura de planta, diámetro del pseudotallo y número de raíces de vitroplantas de banano Williams obtenidas en sistemas RITA® con 8 ciclos de inmersión.

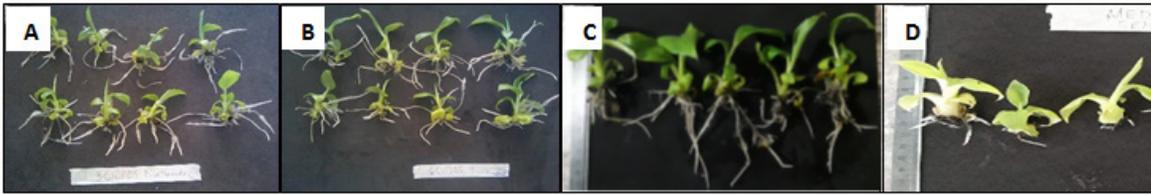


Figura 5. Calidad de vitroplantas Williams enraizadas en sistemas RITA® a diferentes ciclos de inmersión y semisólido. Frecuencias de inmersión: 3 ciclos (A), 6 ciclos (B), 8 ciclos (C), semisólido (D).

Elicitación de vitroplantas Williams en fase de enraizamiento

Los resultados presentados en la figura 6, muestran que el extracto acuoso de hojas de MOL, aumentaron significativamente el contenido de fenoles solubles, en comparación con sistemas de medio Ms se obtuvo un incremento de 3.59 mg GAE/g masa seca. La actividad antioxidante presentó 13.60 % de poder reductor de DPPH en extracto acuoso, para obtener diferencias significativas de $p < 0.05$.

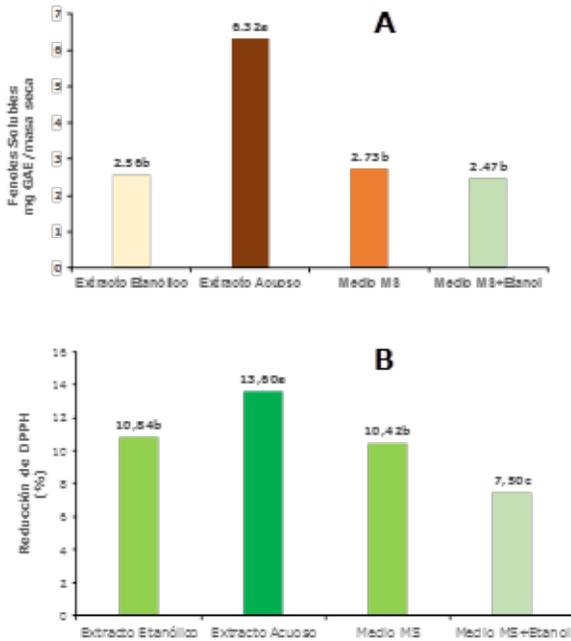


Figura 6. Elicitación de vitroplantas Williams en sistemas de inmersión temporal RITA® con extractos etanólico y acuoso de MOL, medio de cultivo (MS) y medio con etanol. A) Fenoles solubles, en mgGAE/g masa seca, error estándar de la media= ± 0.28 . B) Actividad antioxidante en porcentaje de reducción de DPPH. Error estándar de la media= ± 0.39 . (Prueba de Duncan®) para muestras independientes. N=36.

Los resultados muestran que el extracto acuoso permite obtener los valores mayores de fenoles solubles y antioxidantes totales, demostrando mejor calidad en vitroplantas de banana Williams. Este incremento en fenoles se confirma de igual forma cuando se aplica extracto acuoso de MOL a *Eruca vesicaria subsp sativa*, con valores de 11.84 y 0.70 mg GAE/g masa seca para ácido ascórbico como potencial antioxidante

(Abdalla, 2013). Resultados semejantes se obtienen al utilizar extractos de MOL en suspensiones celulares de *C. annuum* provocando a las 72 horas de elicitación un incremento significativo en el contenido de fenoles (Yáñez, et al., 2017).

En cuanto a la actividad antioxidante, los extractos acuosos de MOL contienen una amplia especificación de antioxidantes como fenoles, flavonoides, β -caroteno, α -tocoferol (vitamina E) y enzimas antioxidantes. Extractos de MOL estimularon el crecimiento radicular y calidad de vitroplantas Williams (figura 7). Estudios realizados en vitroplantas de banana Williams en condiciones de aclimatación, empleando extractos de hoja de MOL al 0.18 mg/L, permitió obtener mayor calidad de plantas demostrado en las variables como diámetro del pseudotallo, masa fresca, masa seca y ceniza, así como en las variables altura y masa fresca en plantas cohetes con extracto de hojas de MOL comparadas al control (Abdalla, 2013). De forma similar, plantas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) elevaron los parámetros de crecimiento con pulverización foliar de extracto de hoja de MOL sobre plantas de control sin extracto, confirmando que el contenido de proteínas y hormonas (auxinas y citoquininas) de MOL generan formación de protoplasma y favorecen la división, multiplicación celular y aumentan significativamente el desarrollo vegetativo en plantas tratadas.

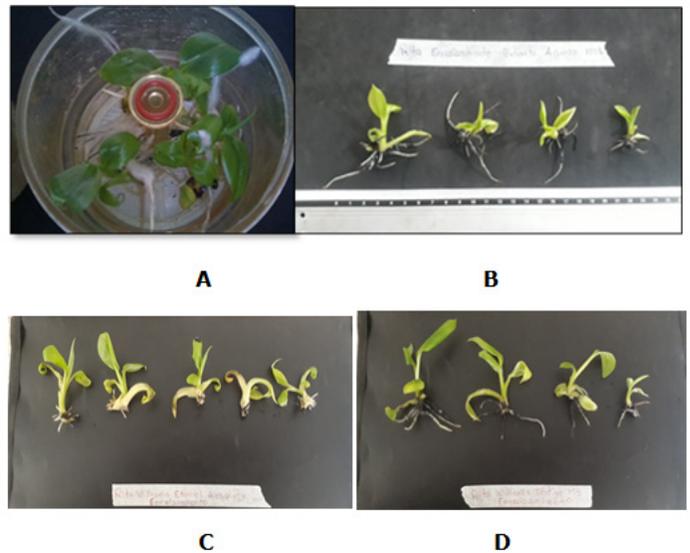


Figura 7. Vitroplantas Williams en sistemas RITA® con elicitación de extracto acuoso de MOL en desarrollo (A-B), vitroplantas en medio MS+etanol (D), vitroplantas en medio MS (D)

CONCLUSIONES

Se ha determinado que las hojas son el órgano con mayor potencial antioxidante de las plantas de MOL en desarrollo. Mediante el empleo de sistemas de inmersión temporal RITA® con 8 ciclos de 4 minutos se obtuvieron los mejores contenidos de masa seca y la mayor longitud de raíces para fase de enraizamiento. El extracto acuoso de hoja de *Moringa oleifera* Lam en elicitación permitió potenciar el contenido de fenoles solubles y antioxidantes para reducir el estrés oxidativo de vitroplantas de banano clon Williams enraizadas en los sistemas de medio líquido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abdalla, M. M. (2013). The potential of Moringa oleifera extract as a biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plants. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry Full*, 5(3), 42–49. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/1fac/0173464627df48090878018c3943d203c057.pdf>

Basail, M., et al. (2013). Nueva alternativa para la micropropagación en inmersión temporal del cultivar de plátano vianda “INIVITPV-2011” (AAB). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(1), 98–107. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/39842>

Basra, S., & Afzal, I. (2015). Potential of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Extract as Priming Agent for Hybrid Maize Seeds Potential of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Extract as Priming Agent for Hybrid Maize Seeds. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13: 1006–1010. Recuperado de http://www.fspublishers.org/published_papers/3860_pdf

Cabrera, J., Jaramillo, C., Dutan, F., Cun, J., García, P., & Rojas, L. (2017). Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa oleifera* Lam. en función de su edad y altura. *Bioagro*, 29(1), 53–60. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/857/85750098006.pdf>

Cejas, I., et al. (2011). Optimización del protocolo de propagación del plátano cv . CEMSA ¾ en Biorreactores de Inmersión Temporal Optimizing protocol of plantain propagation cv . CEMSA ¾ in Temporary Immersion Bioreactors. *Agrociencia Uruguay*, 15(1), 13–18. Recuperado de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S2301-15482011000100002

Escalant, J. V., Teisson, C., & Cote, F. (1994). Amplified somatic embryogenesis from male flowers of triploid banana and plantain cultivars (MUSA SPP.). *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, 30(4), 181-186. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02823029>

Kraujalyte, V., Rimantes, P., Pukalsckas, A., Cesoniene, L., & Daubaras, R. (2015). Antioxidant properties , phenolic composition and potentiometric sensor array evaluation of commercial and new blueberry (*Vaccinium corymbosum*) and bog blueberry (*Vaccinium uliginos* ... Antioxidant properties , phenolic composition and potentiometric s. *Food Chemistry*, 188, 583–590.

Pari, L., Karamać, M., Kosińska, A., Rybarczyk, A., & Amarowicz, R. (2007). Antioxidant activity of the crude extracts of drumstick tree (*Moringa oleifera* LAM.) and sweet broomweed (*Scoparia dulcis* L.) leaves. *Polish Journal Of Food and Nutrition Sciences*, 57(2), 203–208. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/56f7/2699ea203586bb412eb4b7efe71b51b0eb64.pdf>

Ubilla-Navarro, L. (2016). Propagación in vitro de Banano (*Musa acuminata*) -variedades Gros Michel y Williams- a partir de meristema. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.

09

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

EFICIENCIA DEL POLICULTIVO MAÍZ-FRIJOL-CALABAZA BAJO MANEJO ORGÁNICO EN LA FRAILESCA, CHIAPAS, MÉXICO

EFFICIENCY OF THE CORN-BEAN-SQUASH POLY CULTURE UNDER ORGANIC MANAGEMENT IN LA FRAILESCA, CHIAPAS, MEXICO

Carlos Ernesto Aguilar Jiménez¹

E-mail: ejimenez@unach.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6332-1771>

José Galdámez Gadámez¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2931-1596>

Franklin B. Martínez Aguilar¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2666-5863>

Francisco Guevara Hernández¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1444-6324>

Héctor Vázquez Solís¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3865-9922>

Jaime Llaven Martínez¹

¹Universidad Autónoma de Chiapas. México.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Aguilar Jiménez, C. E., Galdámez Gadámez, J., Martínez Aguilar, F. B., Guevara Hernández, F., & Vázquez Solís, H. (2019). Eficiencia del policultivo maíz-frijol-calabaza bajo manejo orgánico en la Frailesca, Chiapas, México. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 64-72. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La investigación se efectuó durante el secano 2017, con el objetivo de evaluar la eficiencia de los sistemas de cultivo: maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-frijol-calabaza, maíz, frijol y calabaza manejados bajo el enfoque orgánico. Se utilizó el diseño completamente al azar, con tres repeticiones. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el sistema maíz monocultivo con 2688.88 kg ha⁻¹, mientras, el menor rendimiento se tuvo con el sistema de cultivo maíz-frijol-calabaza con 1668.08 kg ha⁻¹. Para frijol, el mayor rendimiento se obtuvo con en el monocultivo con 382.21 kg ha⁻¹ y el menor rendimiento se cuantificó para el sistema maíz-frijol con 202.12 kg ha⁻¹. El mejor rendimiento total de fruto de calabaza fue para el sistema maíz-calabaza con 3715.27 kg ha⁻¹. En cuanto al uso de la tierra, las mayores eficiencias (UET), se tuvieron con los policultivos, al sembrar el sistema maíz-calabaza se obtuvo un UET de 2.94; el sistema maíz-frijol-calabaza arrojó un índice de 1.92, y finalmente el sistema de maíz-frijol arrojó un indicador de 1.46. Se concluyó que, en los agroecosistemas tropicales, los policultivos son más eficientes en el uso de la tierra con relación a los monocultivos de las especies básicas cuando se manejan bajo el enfoque de la agricultura orgánica, lo cual señala que las interrelaciones ecológicas que suceden en los cultivos múltiples benefician al sistema integral, contribuyendo con la producción sostenible e inocua de maíz, frijol y calabaza.

Palabras clave:

Cultivo, ecológico, producción, sistemas, sostenible.

ABSTRACT

This research was carried out during the 2017 dry season, aiming at evaluating the productive efficiency of six farming systems: maize-beans, maize-squash, maize-beans-squash, maize, beans and squash; managed under an organic strategy. Three repetitions were settled up under a completely randomized design. The highest grain yield was achieved by the monoculture maize system with 2688.88 kg ha⁻¹, while the lowest yield was showed by the maize-bean-squash farming system with 1,668.08 kg ha⁻¹. For beans, the highest yield was reached by the monoculture system with 382.21 kg ha⁻¹ and the lowest yield was showed by maize-bean system with 202.12 kg ha⁻¹. The best yield of squash fruit was reached by the maize-squash system with 3715.27 kg ha⁻¹. Regarding the use of the land equivalent ratio, the best efficiencies (LER) were obtained with polycultures. When sowing the maize-squash system, a LER of 2.94 was obtained; the maize-bean-squash system showed 1.92, and finally the maize-bean system displayed a 1.46 LER. As conclusion, in tropical agroecosystems, polycultures are more efficient regarding the land equivalent ratio in relation to monocultures, especially when crops are managed under an organic strategy. This implies that the ecological interrelationships that occur between multiple crops benefit the integral system, contributing to the sustainable and healthy production of maize, beans and squash.

Keywords:

Beans, maize, organic, polyculture, squash

INTRODUCCIÓN

La Revolución Verde, surgida en los países desarrollados a principio del siglo XX e introducida como política de desarrollo agropecuario en América Latina en las décadas 1960 y 1970, trajo beneficios en el incremento de la productividad en el corto plazo; sin embargo, en el mediano y largo plazo surgieron problemas ambientales, económicos y sociales. Los dos más importantes son los daños ambientales y la gran cantidad de energía que se emplea en este tipo de agricultura tecnificada. Además, la agricultura moderna exige fuertes inversiones de capital y su principal objetivo es la alta producción de alimentos en el corto plazo, cuya tendencia llevaron a la agricultura al monocultivo, la dependencia de insumos externos de síntesis artificial, el uso de semillas mejoradas, la mecanización y la pérdida u ocultamiento de conocimientos tradicionales de respeto por la naturaleza.

La historia del maíz en México se reproduce en el sistema denominado milpa cuya característica principal es la siembra del maíz asociado a otros cultivos. Es un sistema de cultivo característico de Mesoamérica que ha persistido probablemente por más de 5,000 años. Las plantas que la integran tradicionalmente son el maíz, el frijol y la calabaza, conocidas como la "tríada mesoamericana", el maíz una especie con alrededor de sesenta razas nativas, el frijol con cinco especies y diversas razas, la calabaza con cuatro especies y algunas razas. Además, se asocian a una amplia variedad de plantas comestibles (quelites, verduras tiernas, chiles, tomates), plantas condimenticias, plantas medicinales y animales adaptados a vivir en este agroecosistema. Se caracteriza por una sinergia entre los tres cultivos que favorece su rendimiento en conjunto y genera resiliencia ante perturbaciones externas. La milpa es además un policultivo complementario de plantas C3 y C4, en donde se reduce la densidad de siembra del cultivo principal (en el caso de la milpa, el maíz) para dejar espacio para uno o varios cultivos asociados y aprovechar de manera más eficiente la radiación solar.

Sin embargo, en muchos sistemas de agricultura convencional y tradicional de Mesoamérica, el sistema milpa diversificada está desapareciendo debido al uso del monocultivo con herbicidas que suprimen el desarrollo simultáneo de especies cultivadas y de flora arvense benéfica para la biodiversidad y alimentación de las familias campesinas. La agricultura tradicional Mesoamericana se caracteriza por ser diversificada. La cultura del diseño de sistemas de cultivos múltiples por parte de las sociedades endémicas constituye una respuesta a las condiciones ecológicas, así como una estrategia local para manejar favorablemente los contextos socioeconómicos, culturales y tecnológicos, obteniendo así ventajas comparativas que benefician al colectivo familiar y comunal.

En el territorio tropical subhúmedo de la Frailesca Chiapas, México, la puesta en marcha del modelo de la agricultura tecnificada ha traído consigo, después de cinco décadas, la degradación de los suelos, la erosión de los recursos fitogenéticos, de las prácticas culturales y la alta dependencia de insumos externos. Esto ha llevado a problemas ecológicos, económicos y sociales en los sistemas de producción de cultivos básicos. En este sentido, se destaca la reducción alarmante de la superficie sembrada con cultivos básicos y por consiguiente de la baja oferta a los mercados locales y regionales, la migración campo-ciudad y efectos en la inocuidad alimentaria. Se estima que, a principios de 1990, en la Frailesca Chiapas, se sembraban aproximadamente 100,000 ha de maíz; mientras que el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de México (2017), reporta estimaciones de 59,000 ha. Lo anterior señala una disminución importante de la superficie cosechada, originada por los factores ambientales, económicos y socioeconómicos señalados.

Este contexto se ha impuesto la necesidad de buscar formas alternativas de producción de alimentos, mediante la agricultura ecológica. La agricultura orgánica es un sistema de producción de alimentos de forma sostenible y compatible con el ambiente, que renuncia a la utilización de productos químicos de síntesis artificial, respeta el equilibrio ecológico, la biodiversidad y los ciclos naturales, como una forma de producción primaria que promueve la conservación sistemática de los recursos naturales y la inocuidad alimentaria. Este enfoque se fundamenta en la ciencia agroecológica desde donde utiliza la visión holística para el análisis y diseño de los sistemas de producción. Se promueven sistemas productivos que mantienen la salud de los ecosistemas y las personas; sobre la base de estimular y respetar procesos ecológicos, la biodiversidad y ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar de desplazarlos con el empleo de insumos agroindustriales, de efectos adversos.

La práctica de los policultivos en la Región Frailesca, es parte de un agroecosistema tradicional de los agricultores, mismo que se ha erosionado progresivamente con la utilización del modelo de producción convencional, principalmente por el uso de herbicidas de origen sintético, que evitan el desarrollo simultáneo de los policultivos; además, los programas de desarrollo en los últimos años han promovido la práctica del monocultivo como estrategia de incremento de la producción. Lo anterior indica la necesidad regional de buscar enfoques alternativos de producción de los cultivos básicos, destacándose la agricultura orgánica para esta nueva realidad. Bajo este proceso se promueve la diversificación de los cultivos y la utilización de prácticas agroecológicas que impacten positivamente desde la perspectiva ecológica,

económica y social, los sistemas de producción de cultivos básicos de esta parte de Chiapas, México.

Al ser el maíz un cultivo básico para la alimentación de las sociedades Mesoamericanas, que se requiere conservar y/o recuperar sistemas tradicionales milenarios de producción para las regiones tropicales y ante la necesidad de desarrollar formas alternativas de su producción con principios de sostenibilidad e inocuidad alimentaria, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia en el uso de la tierra de los policultivos maíz-frijol, maíz-calabaza y maíz-frijol-calabaza en comparación a los monocultivos de las especies básicas, manejadas bajo un enfoque de producción orgánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en terrenos del “Centro Universitario de Transferencia de Tecnología, CUTT San Ramón”, Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas, municipio de Villaflores, Chiapas; México, en el paralelo 16° 15' 13.9" de Latitud Norte y meridiano 93° 15' 14.2" Longitud Oeste. La altitud es de 610 msnm. De acuerdo a Köppen modificado por García (1987), el clima que prevalece es el cálido-subhúmedo AW₁ (W") (i) g con una temperatura media anual de 22 °C y una precipitación pluvial media anual de 1200 mm.

Caracterización edáfica del sitio experimental y del abono orgánico

Al inicio del ciclo de cultivo, se realizó un muestreo compuesto de suelo a una profundidad de 0 a 20 cm, utilizando el método de zig-zag de acuerdo a lo propuesto por Mallavia & Martínez (2007), para caracterizar las propiedades físicas y químicas de interés agronómico. Las determinaciones se desarrollaron con los siguientes métodos: N (Macro-Kjendhl), P (Olsen ppm), K (meq/100 g de suelo), Ca (meq/100 g de suelo), Mg (meq/100 g de suelo), C.E (1.5 H₂O mmhos/cm), M.O (Walkley y Black), C (meq/100 g de suelo), pH (potenciómetro 2:1 H₂O), Da (probeta), textura (Hidrómetro de Bouyoucos). La fertilización de los sistemas de manejo se realizó con abono orgánico tipo composta, por lo que se le realizó un análisis químico para determinar las propiedades: N (Kjendahl), M.O (Walkley y Black), K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn (espectrometría de absorción atómica), P (Colorimetría).

Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo de parcelas divididas con seis sistemas de cultivo: maíz, maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-frijol-calabaza, frijol y calabaza, cada uno con tres repeticiones, en total se implementaron 18 unidades experimentales. Cada parcela experimental midió 4.8 m de ancho y 10 m de largo, con una separación entre repeticiones de 1.5 m y 2 m entre tratamientos.

El área experimental midió 38.8 m de longitud y 33 m de ancho.

Manejo del experimento

La preparación del suelo se realizó una vez establecidas las lluvias, en junio de 2017, con un paso de chapeadora para el control de arvenses y su incorporación al suelo.

La siembra se realizó en forma manual para los tres cultivos, con apoyo de una macana o barreta. Para todas las especies de cultivos (maíz, frijol y calabaza) se utilizaron semillas criollas o nativas. En el caso del monocultivo maíz, la siembra se realizó el día 11 de junio, a una separación entre filas de 80 cm y 40 cm entre plantas, depositando dos semillas por punto. El frijol se sembró a una distancia de 80 cm entre filas y 40 cm entre puntos, se depositaron dos y tres semillas por punto. Finalmente, la calabaza se sembró a una distancia de 2 m entre puntos y 1.5 m entre filas depositando dos semillas por punto. La densidad de población inicial para el maíz fue 62500 plantas por hectárea, para el frijol 78125 plantas por hectárea y para la calabaza 6670 plantas por hectárea. La siembra de los cultivos asociados se realizó ocho días después. Para el sistema maíz-frijol, el frijol se sembró el 11 de junio, mientras que el maíz fue el 18 de junio (ocho días después), entre las filas de frijol. Para el sistema maíz-calabaza, ambas especies se sembraron el 11 de junio de manera imbricada. Finalmente, en la asociación maíz-frijol-calabaza, primero se sembró el frijol (11 de junio) y ocho días después se sembraron en medio de las filas y de manera imbricada el maíz y la calabaza.

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes con 50 g de composta en cada punto de siembra de maíz, frijol y calabaza. Con esta dosis (100 g por punto de siembra), se aplicaron 3125 kg ha⁻¹ de material orgánico. Para los policultivos maíz-frijol-calabaza y maíz-calabaza, se requirieron 6250 kg ha⁻¹ de composta. Finalmente, para el sistema de calabaza en monocultivo, se requirieron 333 kg ha⁻¹ de composta. La primera aplicación, se realizó a los 20 días después de la primera fecha de siembra, mientras que la segunda aplicación se hizo a los 15 días después de la primera aplicación.

Durante las fases de crecimiento y desarrollo de los cultivos, se realizaron cuatro aplicaciones de fertilización foliar con ácido húmico en concentración de 400 ml, disueltos en 20 litros de agua, para las dos primeras ocasiones, luego se incrementó la dosis a 600 ml para las dos últimas. Las aplicaciones comenzaron pasados 25 días después de la siembra y se realizaron con un intervalo de 15 días.

El control de arvenses se realizó en forma manual utilizando una coa (apero regional) como herramienta de trabajo. Las arvenses que predominaron en los sistemas de cultivo fueron: flor amarilla (*Melampodium*

divaricatum (L. C. Rich.) DC., zacate estrella (*Cynodon plectostachyus* (K.Schum.) Pilger, mozote (*Panicum máximum* Jacq.) y coquillo (*Cyperus rotundus* L.).

Para el manejo de los insectos plaga se utilizaron los métodos de control biológico y etológico. Para el control biológico se usó *Beauveria bassiana* para controlar la gallina ciega (*Phyllophaga spp*); la cual se asperjó en combinación con el fertilizante foliar en dosis de 50 g de *B. bassiana* por 20 L de agua. El control etológico consistió en la utilización de una trampa cónica cuyas dimensiones fueron de 1 m de diámetro y 1.2 m de alto, a la que se le agregó un atrayente elaborado de la mezcla de 1 kg de guayaba (*Psidium guajava* L.), 1 L de cebada, 250 g de levadura de pan y 1 kg de melaza, el compuesto fue sustituido cada 15 días; el propósito de este atrayente fue capturar las palomillas de lepidópteros, en específico de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Las plagas que se presentaron en los sistemas de cultivo fueron gusano trozador (*Agrotis ypsilon* H.), gusano cogollero (*S. frugiperda*), diabrotica (*Diabrotica balteata* L.).

Uso equivalente de la Tierra

El uso equivalente de la tierra (UET) es un indicador de la eficiencia de los policultivos o cultivos múltiples en la utilización del suelo, con respecto a los monocultivos. Para el cálculo del UET o índice equivalente de la tierra, se utilizó el modelo propuesto por Mead & Willey (1980):

$$UET = La + Lb = \frac{Ma}{Sa} + \frac{Mb}{Sb}$$

Dónde:

La y Lb= rendimiento relativo para los cultivos individuales.

Ma y Mb= rendimientos de los cultivos en policultivos.

Sa y Sb= rendimientos de los cultivos solos.

Análisis estadístico

Las variables de interés agronómico colectadas en campo fueron, para maíz: área foliar, altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, longitud de mazorca, perímetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera, número de granos por mazorca, peso de 100 granos y rendimiento de grano; para frijol: peso seco de grano, número de vainas por planta y número de granos por vaina, para calabaza: número de frutos, peso total de frutos, peso de semilla fresca y seca y peso de pulpa; se sometieron a un análisis de varianza de acuerdo al modelo utilizado (completamente al azar), con el fin de determinar diferencias estadísticas entre los sistemas de cultivo; además, se corrió la prueba de rango múltiple de medias de Tukey (95 %), para determinar los mejores sistemas, utilizándose para todo el proceso de análisis

de datos, el programa estadístico SPSS¹. Así mismo, se realizó un análisis de correlación de Pearson, para las variables de maíz y calabaza, considerando en la discusión únicamente aquellas que tuvieran significancia estadística y un coeficiente de determinación superior al 70 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización física y química del suelo del área experimental

A partir del análisis de suelo se identificó una textura del tipo Franco-Arenoso y una Da de 1.13 g cm⁻³, características adecuadas para establecer cultivos básicos como el maíz, frijol y calabaza. El pH de 6.6, indica un suelo ligeramente ácido (Tabla 1) característicos de los suelos cultivados con maíz en la Región Frailesca. El contenido de materia orgánica (1 %) indicó ser un suelo muy pobre, esta propiedad es importante por su influencia en las propiedades físicas, químicas y biológicas, y, por lo tanto, en la fertilidad de los suelos. Al respecto, Porta, López & Roquero (2003), menciona que la materia orgánica fresca (biomasa muerta o necromasa) procedente de plantas, animales y microorganismos y sus productos de alteración, son los que permiten explicar principalmente, la presencia de materia orgánica en los suelos, cuyo contenido aumenta considerablemente en las etapas iniciales de formación del suelo. Este suelo se ha cultivado de manera consecutiva por más de 30 años bajo los principios de manejo de la agricultura convencional y con el monocultivo maíz, lo que afecta ésta y otras propiedades de los suelos agrícolas de la región. Desde hace tres años, se ha iniciado un proceso de reconversión al manejo orgánico, sobre la base de la utilización combinada de prácticas agroecológicas. En este sentido Sánchez, Prager, Naranjo & Sanclemente (2012), consideraron que en términos de Edafología, la estructura del suelo es resultado de la interacción del material parental constituido por minerales primarios o formados por cristalización, los cuales, al degradarse originan los minerales secundarios: arenas, limos y arcillas, quienes junto con la acumulación de la materia orgánica en sus diferentes manifestaciones (biota y los restos orgánicos) propician la presencia y disponibilidad de nutrientes, agua y un ambiente atmosférico con manifestaciones micro y macroscópicas.

Tabla 1. Caracterización física y química del suelo del sitio experimental "Centro Universitario de Transferencia de Tecnología" San Ramón, en Villaflores, Chiapas, México.

Elementos	Suelo
Textura	Franco-Arenoso
Arena (%)	69.12
Limo (%)	22.18

¹ Statical Package for Social Sciences

Arcilla (%)	8.70
Da (g cm-3)	1.13
pH (Relación agua suelo)	6.6
M.O (%)	1.0
N (ppm)	0.06
P (ppm)	47.2
K (meq/100 g) (Cmol (+) /kg)	1.00
Ca (meq/100 g)	2.0
Mg (meq/100 g)	0.1
CIC (meq/100 g)	3.1
Fe (ppm)	54.6
Cu (ppm)	0.4
Zn (ppm)	2.0
Mn (ppm)	5.4

El contenido de nitrógeno total (0.06 ppm) indica que se trata de un suelo muy pobre. El nitrógeno es uno de los elementos principales para la vida de las gramíneas por el tipo de fotosíntesis que realizan. Es esencial para las plantas porque estimula el crecimiento por encima del suelo, y contribuye al brillante color verde característico de las plantas saludables. El contenido de fósforo (47.2 ppm) indica que es alto. El potasio (1.00 ppm) se puede considerar en un nivel alto. Este mineral actúa a nivel del proceso fotosintético, en la translocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas y mejora la nodulación de las leguminosas, entre otras funciones. Además, una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades.

Se identificó una pobre capacidad de intercambio catiónico. Esto afecta la capacidad del suelo para ceder nutrientes a la solución del suelo, y en consecuencia reduce la disposición de estos para las plantas e impacta negativamente en el desarrollo de los cultivos. Los microelementos son de gran importancia para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y los necesitan en pequeñas cantidades. Los minerales hierro, zinc y manganeso (Fe, 54.6 ppm; Zn, 2.0 ppm y Mn, 5.4 ppm) se encuentran en niveles adecuados, mientras, el cobre (Cu, 0.4 ppm) se encontró en un nivel marginal. Se observó pobreza en nutrientes secundarios como el magnesio y el calcio, 0.1 y 2 ppm respectivamente.

Caracterización química de la composta

La fertilidad del abono orgánico (composta) se muestra en la Tabla 2. Presentó un pH alcalino de 9.3. Al respecto, Rosal, Pérez, Arcos & Dios (2007), mencionan que la composta mejora la estructura del suelo, estimula su actividad microbiológica, incrementa su contenido en carbono y aporta nitrógeno entre otros nutrientes. Se observó riqueza en el contenido de nitrógeno total (1.47 %) en correspondencia con esta propiedad de los abonos orgánicos.

Tabla 2. Caracterización química de la composta utilizada en los sistemas de cultivo, del sitio experimental, "Centro Universitario de Transferencia de Tecnología" San Ramón, en Villaflores, Chiapas, México.

Elementos	Composta
pH (Relación agua suelo)	9.3
Nt (%)	1.47
M.O (Walkley y Black)	13.1
C (%)	7.63
P (%)	0.49
K (%)	0.4
Ca (%)	0.38
Fe (%)	769
Mg (%)	252
Cu (ppm)	15.5
Mn (ppm)	120
B (ppm)	29.7
C/N	5.19

Se observaron proporciones adecuadas de carbono y fósforo (7.63 y 0.49 % respectivamente). Van Reeuwijk (1999), señaló que valores superiores al 5 o 6% de carbono indica suelos ricos en materia orgánica de la cual el carbono orgánico debe representar la mitad del contenido total de materia orgánica (MO/2), o sea, entre 2.5 y 3%. Por otra parte, Urbano (2001), menciona que los fosfatos absorbidos pasan a los puntos de mayor actividad vegetativa. Estos compuestos juegan un papel fundamental en las transferencias de energía, hojas, yemas, embriones y demás órganos de reproducción vegetativa, o se acumulan en órganos de reserva, semillas, tubérculos, raíces, rizomas y bulbos.

Variables agronómicas

Los análisis de varianza para las variables de interés agronómico del maíz se presentan en la Tabla 3. De manera genérica el monocultivo maíz es superior estadísticamente a los sistemas de cultivos asociados, lo cual es reflejo de la no competencia interespecífica por los recursos comunes (agua, nutrientes, luz y oxígeno), resultados similares son reportados por González (2004), para condiciones ecológicas y de manejo afines. En este sentido Gliessman (2002), hace referencia a que la competencia que se presenta en un ambiente donde los recursos son limitados para los miembros de la relación de asociación, y aun cuando uno de ellos puede terminar dominando al otro, al final, ambos resultan afectados durante la interacción. Los organismos tienen interacción entre sí, dado que cada uno remueve del ambiente algo que ambos necesitan. Específicamente para el área foliar puede observarse superioridad estadística en el sistema maíz-calabaza, lo cual indica un efecto positivo de la cobertura de la cucurbitaceae, en la retención de humedad y regulación de la temperatura para

favorecer el mayor desarrollo de las plantas de maíz, esto es reconocido por Altieri & Toledo (2011,) como la sobrecosecha vegetal. Sin embargo, el análisis de los cultivos múltiples debe centrarse en la producción total del agroecosistema, es decir, en la suma de la producción de las especies cultivadas que se han diseñado con el propósito de eficientizar el uso del suelo, esta diversidad biológica desempeña un papel clave para el funcionamiento de los sistemas campesinos tradicionales; en los policultivos generalmente el rendimiento de un cultivo es altamente determinado por su competencia intraespecífica; en este sentido Iverson *et al.*, (2014) afirman que en un policultivo suplementario, una sustitución parcial del cultivo principal por otro incrementa su nivel de producción por una reducción de la competencia intraespecífica.

Tabla 3. Variables agronómicas del cultivo de maíz.

Sistema de Cultivo	Área foliar (cm ²)	Altura de planta (m)	Altura de mazorca (m)	Diámetro de tallo (cm)	Rendimiento kg ha ⁻¹
Maíz	8382.85 ab	3.12 a	1.86 a	3.30 a	2688.88
Maíz-Calabaza	10416.66 a	2.74 b	1.58 b	2.64 b	2506.03
Maíz-Frijol	7598.41 b	2.69 b	1.53 b	2.96 ab	2536.00
Maíz-frijol-calabaza	7654.87 b	2.48 b	1.42 b	2.67 b	1668.08

* Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey 0.05)

El análisis de varianza para rendimiento de maíz no presentó diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos. Sin embargo, se observó determinada tendencia a mayor rendimiento con el sistema maíz monocultivo con 2688.88 kg ha⁻¹, seguido de maíz-frijol con 2536.00 kg ha⁻¹. Mientras que el menor rendimiento fue para el tratamiento de maíz-frijol-calabaza con 1668.08 kg ha⁻¹. La tendencia de mayor rendimiento en el maíz monocultivo podría deberse a la mayor disponibilidad de condiciones ecológicas adecuadas para su crecimiento y desarrollo y al mayor requerimiento de radiación solar por ser C4, agua y nutrientes que imponen los policultivos, sistemas donde las interacciones interespecíficas e intraespecíficas pueden originan competencia. Sin embargo, las interacciones que suceden en esos sistemas múltiples originan beneficios ecológicos para el desarrollo de las diferentes especies cultivadas. Además, los sistemas de policultivo, como el sistema milpa, o diversas variantes actuales, persisten a través del tiempo y se proponen como un modelo para diseñar sistemas de cultivo sustentables y resilientes.

De acuerdo con el análisis de varianza, para el rendimiento de grano de frijol se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los sistemas

evaluados. El mayor rendimiento de grano se tuvo con el sistema frijol monocultivo con 382.21 kg ha⁻¹, seguido del sistema policultivo maíz-frijol-calabaza con 284.30 kg ha⁻¹, finalmente el menor rendimiento se cuantificó con el policultivo maíz-frijol con 202.12 kg ha⁻¹ (Tabla 4). Sin embargo, en el diseño de los sistemas de producción tradicionales manejados bajo policultivos, los agricultores no consideran el rendimiento unitario de las especies cultivadas asociadas, sino la productividad total del agroecosistema. La importancia del cultivo asociado maíz-frijol, es que la legumbre es el segundo cultivo básico de importancia socioeconómica en México, teniendo un consumo per cápita de 8.5 kg por año; mientras que para el maíz es de 125 kg por año.

Tabla 4. Rendimiento de grano de frijol y frutos de calabaza.

Sistema de cultivo	Rendimiento frijol (kg ha ⁻¹)	Rendimiento calabaza (kg ha ⁻¹)
Frijol Monocultivo	382.21 a	-
Maíz Frijol	202.12 c	-
Maíz-Frijol-Calabaza	284.30 b	1027.78
Calabaza Monocultivo	-	1840.27
Maíz Calabaza	-	3715.27

* Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey 0.05)

El análisis de varianza para el rendimiento de fruto de calabaza no arrojó diferencia estadística entre los sistemas de cultivo. El mejor rendimiento de fruto de calabaza fue del sistema de policultivo maíz-calabaza con 3715.27 kg ha⁻¹, mientras que en monocultivo se tuvo 1840.27 kg ha⁻¹, finalmente el sistema maíz-frijol-calabaza se obtuvo el menor rendimiento de fruto con 1027.78 kg ha⁻¹ (Tabla 4). El policultivo maíz-calabaza no se vio afectado por la asociación debido a que al combinar ambas especies, se sobreponen en formas y momentos adecuados, esto permitió potencializar los efectos ecológicos entre las plantas de ambas especies, cuyo estructura vertical es diferenciada, de esta forma, la calabaza mostró una eficiencia al asociarse con el maíz modificando el ambiente en un sentido positivo para su beneficio, específicamente en la retención de humedad en el suelo y en el control de la flora arvense. La asociación maíz calabaza es el sistema de policultivo más practicado por los agricultores de la Frailesca Chiapas; teniendo como principal beneficio ecológico la retención de humedad por la cobertura de la calabaza, beneficiándose ambas especies cultivadas.

Los tres cultivos básicos para la alimentación de la sociedad Mesoamericana, manejados bajo los principios de la agricultura orgánica, respondieron positivamente al manejo ecológico, específicamente para los

suelos pobres de la región de estudio debe destacarse el beneficio de la incorporación de abono orgánico; Román, Martínez & Pantoja (2013), señalan que la incorporación de materia orgánica a los suelos agrícolas degradados: facilita el manejo del suelo para las labores de siembra, aumenta la retención de agua en el suelo, reduce el riesgo de erosión, ayuda a regular la temperatura edáfica, reduce la evaporación del agua y regula la humedad, aporta macronutrientes, y micronutrientes, mejora la capacidad de intercambio catiónico, mejora la actividad biológica, aporta organismos (como bacterias y hongos) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en nutrientes para las plantas y degradar sustancias nocivas y aporta carbono para mantener la biodiversidad de la micro y macrofauna (lombrices).

El análisis de la matriz de correlación de los componentes del crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz mostró que los indicadores, *Granos por Mazorca y Perímetro de la mazorca* son los que muestran mayor

número de correlaciones con el resto de los indicadores, en este caso: *Altura de la planta, Altura de mazorca, Hileras por Mazorca y Granos por hileras* (Tabla 5). Este grupo de indicadores correlacionados apuntan a la productividad de la mazorca, sin embargo, el rendimiento real por hectáreas está asociado al *Número de mazorcas por hectárea y al Perímetro de la mazorca*. En el caso de los maíces criollos, es frecuente esta regla de asociación del rendimiento total del cultivo con el tamaño y grosor de la mazorca. Pero el indicador decisivo para estos manejos es el *Número de Mazorcas por hectárea* que se deriva de la densidad de población, para esta investigación el número de mazorcas por planta fue menor a uno (0.75), lo que impactó también en el bajo rendimiento de grano de maíz manejado bajo principios de agricultura orgánica; Espinosa, Mendoza & Ortiz (2004), señalan que mayores densidades de población originan mayor número de mazorcas, lo que repercute en el mayor rendimiento por hectárea.

Tabla 5. Análisis de correlación del maíz manejado bajo el enfoque orgánico, en el Rancho San Ramón, Villaflores, Chiapas, México.

Indicador		Área foliar	Altura de planta	Altura de mazorca	Hileras por mazorca	Granos por hilera	Granos por mazorca	Perímetro de mazorca	Mazorca por hectárea
Altura de mazorca	r	NS	0.975	-	NS	NS	NS	NS	NS
	Sig.	NS	0.000	-	NS	NS	NS	NS	NS
Granos por mazorca	r	NS	0.792	0.806	0.805	0.819	-	NS	NS
	Sig.	NS	0.002	0.002	0.002	0.001	-	NS	NS
Perímetro de mazorca	r	NS	0.780	0.815	NS	0.817	0.910	-	NS
	Sig.	NS	0.003	0.001	NS	0.001	0.000	-	NS
Largo de mazorca	r	0.891	NS	NS	NS	0.772	NS	NS	NS
	Sig.	0.000	NS	NS	NS	0.003	NS	NS	NS
Rendimiento por hectárea	r	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.745	0.935
	Sig.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.005	0.000

En el caso de la calabaza, el *Número de frutos* resultó ser el más correlacionado con el resto de los indicadores, incluido el *Rendimiento por hectárea* (Tabla 6). Al respecto, Sánchez, Mejía, Villanueva, Sahagún, Muñoz & Molina (2006), observaron las correlaciones fenotípicas más altas para el peso de fruto con otros caracteres, tales como el ancho de fruto, largo de fruto y grosor de la pulpa. Al realizar el análisis de correlación para peso de pulpa con rendimiento por hectárea indica que existe una relación entre estas variables, por lo que muestra un valor de coeficiente de correlación de Pearson de 1.000 y una significancia de 0.000. Al respecto se puede señalar que si se tiene mayor peso de pulpa mayor será el rendimiento. Lo anterior permite concluir que el peso de pulpa es la principal variable que determina el rendimiento por hectárea de la cucurbitácea.

Tabla 6. Análisis de correlación del cultivo de calabaza manejado bajo el enfoque orgánico, en el Rancho San Ramón, Villaflores, Chiapas, México.

Indicador		Numero de frutos	Peso de semilla fresca	Rendimiento por hectárea
Peso de semilla Seca	r	NS	0.865	NS
	Sig.	NS	0.003	NS
Rendimiento por hectárea	r	0.806	NS	-
	Sig.	0.009	NS	-
Peso de pulpa	r	0.807	NS	1.000
	Sig.	0.008	NS	0.000

Tabla 7. Uso equivalente de la Tierra por sistema de cultivo: maíz, frijol y calabaza, manejados bajo el enfoque orgánico en Villaflores, Chiapas, México.

	Rendimiento monocultivo			Rendimiento policultivo			Rendimientos relativos			
	Maíz	Frijol	Calabaza	Maíz	Frijol	Calabaza	Maíz	Frijol	Calabaza	UET
M	2688.88						1.00			1.00
M-F				2536.00	202.08		0.94	0.52		1.46
M-C				2506.03		3715.27	0.93		2.01	2.94
M-F-C				1668.08	285.41	1027.78	0.62	0.74	0.56	1.92
F		382.63						1.00		1.00
C			1840.27						1.00	1.00

M: Maíz F: Frijol C: Calabaza. UET. Uso Equivalente de la tierra

La mayor cosecha por unidad de superficie que ocurre al combinar la siembra las especies asociadas en los sistemas tradicionales de Mesoamérica se debe a las sinergias que suceden vertical y horizontalmente lo cual repercute biológica y ecológicamente en beneficio del sistema total. Ebel, Pozas Cárdenas, Soria Miranda & Cruz González (2017), mencionan que la mayor producción en un policultivo como la milpa se debe a: a) efectos de selección donde prospera el cultivo dominante gracias a aportaciones de los demás o a,b) complementariedad de nicho donde las diversas plantas aprovechan nichos diferentes. En el policultivo maíz-frijol-calabaza predomina la complementariedad de nicho causada por diferencias arquitectónicas de las raíces entre maíz, frijol y calabaza que resulta en una eficiente absorción de nutriente. La siembra de los policultivos constituye sistemas típicos de la agricultura Mesoamericana, los cuales han sufrido una erosión cultural debido al uso de tecnología convencional; sin embargo, en algunas regiones como en la Frailesca Chiapas, los sistemas campesinos conservan precariamente estos sistemas que tienen como principal característica la eficiencia del uso del suelo.

Uso equivalente de la tierra

En la Tabla 7, se muestran los valores del Uso Equivalente de la Tierra (UET) obtenidos en la presente investigación. La mayor eficiencia del uso del suelo se obtuvo con el sistema maíz-calabaza con un índice de 2.94, el cual indica que, al sembrar estos cultivos asociados, se tiene 194 % más de rendimiento por hectárea en comparación a los cultivos simples, o que, para obtener los rendimientos de ambos cultivos, se requieren sembrar 1.94 ha adicionales. El sistema maíz-frijol-calabaza reportó una UET de 1.92, y finalmente se encontró con el sistema maíz-frijol el menor UET con 1.46. Los resultados anteriores permiten concluir que los sistemas de policultivos son más eficientes en el uso del suelo cuando se les maneja bajo en enfoque orgánico. El beneficio del sistema total es la consideración que han tenido los agricultores Mesoamericanos para el diseño de sistemas de producción múltiples.

CONCLUSIONES

La mayor eficiencia en el uso de la tierra se obtuvo con el sistema maíz-calabaza, seguido de maíz-frijol-calabaza; la menor eficiencia se encontró con el sistema de maíz-frijol. Los monocultivos, maíz, frijol y calabaza fueron menos eficientes en el uso de la tierra, que los policultivos maíz-frijol, maíz-calabaza y maíz-frijol-calabaza. Adicionalmente al mayor beneficio de las asociaciones maíz, frijol y calabaza, se demuestra que los sistemas de policultivos se pueden manejar de manera orgánica en la región Frailesca, la cual presenta serios problemas de contaminación ambiental y alta dependencia de insumos de síntesis artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M., & Toledo, V.M. (2011). The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587-612. Recuperado de <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/Altieri-and-Toledo-JPS-38.3-2011.pdf>

- Ebel, R., Pozas Cárdenas, J. G., Soria Miranda, F., & Cruz González, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimientos de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35(2), 149-160. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v35n2/2395-8030-tl-35-02-00149.pdf>
- Espinosa, T. E., Mendoza, M. C., & Ortiz, C. J. (2004). Rendimiento de grano y sus componentes en poblaciones prolíficas de maíz, en dos densidades de siembra. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(1), 39-41. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61009908.pdf>
- García, E. (1987). Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. México: Instituto de geografía. Universidad Autónoma de México.
- Gliessman, S. R. (2002). Agroecología procesos ecológicos en la agricultura sostenible. Turrialba: CATIE.
- González, R. A. (2004). Producción orgánica en policultivos maíz (*Zea mays* L.)-Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)- (Calabaza (*Cucurbita moschata* L.) en Villaflores, Chiapas. (Tesis Profesional.). Chiapas: Universidad Autónoma de Chiapas.
- Iverson, A. L., et al. (2014). Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51, 1593-1602. Recuperado de <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1365-2664.12334>
- Mallavia A. H., & Martínez B. P. (2007). Toma de muestras de suelos. Manual práctico. Cantabria: Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA).
- Mead, R., & Willey, R. W. (1980). The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields from intercropping. *Exp. Agric.* 16(3), 217-228. Recuperado de http://oar.icrisat.org/3851/1/ExperimentalAgriculture_16_3_217-228_1980.pdf
- México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. México: SIAP.
- Porta, J., López, R., & Roquero, M. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Rosal, A., Pérez, J., Arcos, M., & Dios, M. (2007). La incidencia en metales pesados en compost de residuos sólidos urbanos y en su uso agronómico en España. *Información tecnológica*, 18(6), 75-82. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v18n6/art10.pdf>
- Sánchez, M. A., Mejía, J. A., Villanueva, C., Sahagún, J., Muñoz, A., & Molina, J. D. (2006). Estimación de parámetros genéticos en calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber). *Revista Fitogenética*, 29(2), 127-136. Recuperado de <http://www.revistafitotecnia-mexicana.org/documentos/29-2/5a.pdf>
- Sánchez, M., Prager, M., Naranjo, R. E., & Sanclemente, O. E. (2012). El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas. *Agroecología*, 7, 19-34. Recuperado de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/download/170971/146191/>
- Urbano, T. P. (2001). Tratado de Fitotecnia General. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Van Reeuwijk L. P. (1999). Procedimientos para análisis de suelos. Montecillo: Colegio de Postgraduados.

10

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

LA GESTIÓN FORESTAL, INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y CAPACIDAD TECNOLÓGICA: MIRADA DESDE UNA RESPONSABILIDAD SOCIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

FOREST MANAGEMENT, INNOVATION, RESEARCH AND TECHNOLOGICAL CAPACITY: VIEWED FROM A SOCIAL RESPONSIBILITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Rolando Medina Peña¹

E-mail: rolandormp74@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7530-5552>.

Greicy de la Caridad Rodríguez Crespo¹

E-mail: greicy@upr.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7917-0840>

Oswaldo Domínguez Junco²

E-mail: osvaldodj@upr.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7897-998X>

¹ Universidad Metropolitana. Ecuador.

² Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca" Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Medina Peña, R., Rodríguez Crespo, G. C., & Domínguez Junco, O. (2019). La gestión forestal, innovación, investigación y capacidad tecnológica: mirada desde una responsabilidad social para el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 73-79. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Reflexionar en torno a determinados Objetivos y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, a partir de algunas problemáticas que exigen ser superadas, a nuestro juicio, será el objetivo de este trabajo. La crisis ecológica es también un problema del internalismo consuetudinario rural y urbano, un modo de vida acuciado por el subdesarrollo impuesto por el orden económico depredador mundial, calificativo al cual no llega la Agenda 2030, este orden constituye el soporte de la otra cara, el tecnológico sin control que soslaya las condiciones vitales de preservación de los ecosistemas, entre estos, los bosques tomado aquí de ejemplo. Se emplean métodos como el exegetico, el histórico lógico, el analítico sintético y del nivel empírico el análisis de documentos. Los resultados lo podemos asociar a la constante preocupación por la preservación del Medio Ambiente.

Palabras clave:

Gestión forestal, bosques, Desarrollo sostenible, evaluación del impacto ambiental.

ABSTRACT

Reflecting on certain Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development, based on some issues that require to be overcome, in our view, will be the objective of this work. The ecological crisis is also a problem of customary rural and urban internalism, a way of life driven by the underdevelopment imposed by the world predatory economic order, which is not the case for the 2030 Agenda, this order is the support of the other side, the uncontrolled technological one that undermines the vital conditions of ecosystem preservation, including forests taken here as an example. Methods such as exegetic, logical history, synthetic analytical and empirical level analysis of documents are used. The results can be associated with the constant concern for the preservation of the environment.

Keywords:

Forest management, forests, sustainable development, environmental impact assessment.

INTRODUCCIÓN

El identificar algunos retos, que sirva tanto para reafirmar y clarificar los fundamentos de la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015), como para hacer una revisión crítica, aunque somera, de su aplicación centrará nuestro análisis. A su vez debemos aclarar en este sentido, que podríamos suscitar que el legislador, impulsado por una sociedad más consciente de la importancia de proteger el medio ambiente, procure actualizar el ordenamiento jurídico ambiental de forma ante los nuevos peligros, pero tamaño dimensión no está en nuestros propósitos. Si fuese así, tendríamos como finalidad dejar clarificado conceptos o categorías del Derecho Ambiental y la búsqueda de soluciones en el Derecho Comparado a cuestiones técnico-jurídicas.

La Agenda (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015), debidamente aprobada Asamblea General de las Naciones Unidas, nos señala una brújula visionaria durante los próximos 15 años enmarcados en la necesidad de transformar el presente y viajar hacia el logro de la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron.

En reiteradas oportunidades se ha debatido a escala regional sobre el papel histórico que esta agenda significa para América Latina y el Caribe, originado por los novedosos y prioritarios temas que abarca, algunos de los cuales abordaremos, entre estos: la Innovación, investigación y capacidad tecnológica y la Gestión forestal.

El papel biocéntrico (pone la dignidad y la igualdad de las personas en el centro) de esta agenda es otra de sus características esenciales, reclamando por sí misma la participación unida de todas las estructuras sociales, económicas, política y estatales, para cumplir con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que la conforman, constituyendo estos ODS instrumentos poderosos para lograr una planificación coherente en aras a ese desarrollo sostenido, incluso en armónico con el medio ambiente propuesto.

A su vez los resultados forman parte del proceso investigativo que se desarrolla como parte del proyecto de investigación científica: Fundamentos jurídico-metodológicos para un sistema de pagos por servicios ecosistémicos en bosques del Ecuador (Medina, Domínguez & Medina, 2017), perteneciente a la Universidad Metropolitana del Ecuador, Sede Machala.

DESARROLLO

Como punto de partida, referimos que la Agenda (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015), en el Objetivo 9, meta 9.5, plantea que *“aumentar la investigación científica y mejorar la*

capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo”. (pp.31-32)

Núñez (2007), al respecto señala que *en América Latina puede constatarse que se nota un moderado avance en la creación de capacidades de investigación y desarrollo (I+D)*, y añade: *varios países han cristalizado comunidades científicas e instituciones de muy buen nivel pero más vinculadas con la ‘transnacional de la ciencia’ que con los aparatos productivos de sus países*. De este modo, un problema cardinal a superar para alcanzar dicha meta consiste en que los sectores transnacionales logran apropiarse de los conocimientos en ciencia y tecnología, incluso llegan a determinar el precio monopólico.

En cuanto a la I+D y su conexión con la economía hay abundancia de literatura. Podría definirse que la problemática predominante es las economías y sociedades basadas en el conocimiento. David & Foray (2002), estiman que gran parte del capital intangible está constituido por inversiones en, actividades de I y D, información y coordinación, es decir –añaden-, por inversiones consagradas a la producción y a la transmisión del conocimiento. Se trata de que las economías industriales han venido transformándose de forma progresiva, en otras inspiradas en el saber, a través de inversiones en capacitación, instrucción e investigación y desarrollo, identificada con el llamado capital intangible.

De singular interés resulta el trabajo de Forero & Jaramillo (2002), cuando enfatizan que *“los nuevos paradigmas de la ciencia requieren la colaboración de los científicos que trabajan en diversos contextos... para un meta-análisis. Esta ‘investigación sobre la investigación’ –indican- se beneficia de la integración de más científicos ubicados en un conjunto más amplio de regiones de todo el mundo”*. (p.147)

Estos autores, más adelante aseveran: El uso de este conocimiento también es sensible al contexto, y la conversión del meta-análisis en términos de conocimientos aplicables exige la participación de investigadores de esos diversos entornos.

Ese meta-análisis, a nuestro juicio, acerca de la investigación, al cual pudiéramos añadir la innovación y la capacidad tecnológica, no debe perder de vista el sistema tecnológico, porque exige que tanto I+D (investigación y desarrollo) como EIA (evaluación de impacto ambiental) constituyan un análisis de impactos sobre el medio ambiente, esto requiere no solo la *integración* de científicos, sino también del desarrollo de instrumentos económicos, administrativos y jurídicos, base de la gestión política de la ciencia donde está

presente, precisamente, la colaboración del mundo académico. El objetivo superior sería evaluar tecnologías para que Administración Pública asigne recursos y potencie determinados diseños a favor de los administrados o ciudadanos.

De esta forma, convertimos dicho meta-análisis en uno orientado por el principio de introducción de la variable ambiental en la toma de decisiones. La Carta Mundial de la Naturaleza (Organización de las Naciones Unidas, 1982) dio forma, por primera vez, a este principio. El principio 11, apartado b, dispone que *“las actividades que puedan entrañar graves peligros para la Naturaleza serán precedidas de un examen a fondo*, mientras el apartado (c) especifica: *las actividades que puedan perturbar la Naturaleza serán precedidas de una evaluación de sus consecuencias y se realizarán con suficiente antelación estudios de los efectos que puedan tener los proyectos de desarrollo sobre la Naturaleza”*.

La Declaración de Río (Casas, 2002) en su principio 17, también recoge este principio: *“Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente”*. (p. 20)

El artículo 14 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Biológica, 2002), también hace alusión a la evaluación del impacto:

1. Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

- a. Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos. (p. 52).

Esa EIA es un proceso de análisis técnico-administrativo, cuyo objetivo es anticipar futuros impactos ambientales, negativos y positivos que pudieran derivarse de proyectos inversionistas, luego se maximizan los beneficios y disminuyen los impactos no deseados. Debe contar, necesariamente, con regulaciones jurídicas que obliguen a un enfoque preventivo y cauteloso. Drnas (2008), señala al respecto que *“la acción cautelar implica, básicamente, la proscripción de una actividad o, en caso de autorización, la gestión del riesgo, que sigue a la evaluación y consiste en medidas legislativas o de regulación relativas a un riesgo considerado aceptable. Tanto las medidas proscriptivas como las limitativas deben corresponderse con el interés general”*. (p. 66)

De ahí que derivemos las siguientes fases generales del enfoque preventivo y cauteloso de riesgos en función del desarrollo sostenible:

- 1) Identificación de causa-efecto.
- 2) Cálculo de los efectos y magnitud de los impactos.
- 3) Interpretación de dichas consecuencias.
- 4) Prevención de los efectos ambientales.

Gestión forestal

Este aspecto aparece reflejado en la Agenda (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015), en el Objetivo 15, metas 15.2 y 15.b, donde se plantea:

Meta 15.2 De aquí a 2020, promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar considerablemente la forestación y la reforestación a nivel mundial.

Meta 15.b Movilizar recursos considerables de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible y proporcionar incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2015), expresa apoyar a los países latinoamericanos y caribeños en el proceso de implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Especifica que *“el 30% de la superficie terrestre está cubierta por bosques y estos, además de proporcionar seguridad alimentaria y refugio -agrega-, son fundamentales para combatir el cambio climático, pues protegen la diversidad biológica y las viviendas de la población indígena. El reto consiste en que Cada año desaparecen 13 millones de hectáreas de bosque y la degradación persistente de las zonas áridas ha provocado la desertificación de 3.600 millones de hectáreas”*. (p.43)

Ello justifica que nos adentremos, al menos de forma somera, a determinadas problemáticas. Los PSAF (pagos por servicios ambientales forestales) se unen a los argumentos, en términos de beneficios económicos, a la hora del *comité de expertos* evaluar proyectos relacionados con la I+D, donde no existe un acuerdo generalizado sobre el éxito a medio y largo plazo relativo al par costo-beneficio. En efecto, dicho pago se complejiza aún más, es un procedimiento que recae en las externalidades o impactos ambientales cuyos valores no son recogidos regularmente por los precios del mercado.

La valoración económica de un ecosistema de bosque, significa la presencia de un indicador expresado en términos monetarios, así, podría aplicarse como herramienta para sopesar beneficios y costos sociales entorno a las diferentes actividades antrópicas.

La valoración está condicionada por la diversidad de servicios ecosistémicos boscosos. Cuando se paga por servicios ambientales es porque se ha reconocido que cada servicio tiene propiedades y utilidades. El PSAF se circunscribe de alguna forma al uso urbano y rural del agua, este es el interés de proteger las cuencas hidrológicas, el almacenamiento y provisión del agua, así como la forestación para la regulación de los flujos hidrológicos con esos y otros fines. Los bosques protegen el suelo, fijan nutrientes y acumulan materia orgánica y mitigan los gases de efecto invernadero, etc.

Por tanto, los planes de ordenamiento y manejo de los bosques están dirigidos a su conservación y mantenimiento. Toda actividad humana se hará sentir en la utilidad de los servicios ambientales, los cuales no quedan reducidos a la extracción de madera. La valorización del cambio económico ecológico tiene una dimensión diferente al clásico utilitarismo, si bien esas actividades generan los precios de los servicios ecosistémicos boscosos, están precedidas por un alto nivel de conciencia y conocimientos ecológicos también prestos a que dichos servicios se brinden con calidad.

Desde el punto de vista de la producción, la adquisición particularmente de la propiedad difusa del bosque establece un equilibrio competitivo en el que los propietarios maximizan su utilidad gastando, o invirtiendo en su gestión sostenible, variable introducida por el principio *pro indiviso*, a partir de la razón aditiva que este exige entre el tiempo antropológico de tala y el tiempo de regeneración; el Precio (P) es igual al Costo marginal de producción y los consumidores pagan un precio por el bien producido igual a la valoración marginal del bien. Se deriva la fórmula:

$$P = CMg = G \text{ (ganancia)}$$

Aquí, el principio *pro indiviso* sigue ubicando la ganancia en un concepto abstracto autónomo con respecto a la cosa tangible, material y de uso (leña y madera), dado que la gestión sostenible (conservación y mantenimiento) es la base de la valorización del cambio de esas cosas, por ello nunca desmedida en el sentido de un peligro grave, o daño.

En caso de daño, nosotros sugerimos integrar esa regla a la siguiente propuesta metodológica para la valoración de daños ambientales de los investigadores costarricenses (Barrantes & Di Mare, 2016). En términos matemáticos, el daño se expresaría por , el que está dado por el área entre las curvas y a partir del inicio , de modo que:

$$DA_j \int_{t_0}^x [f_1(t) - f_2(t)] dt$$

Donde,

DA: es el daño ocasionado al recurso natural *j*

$f_1(t)$: explica el comportamiento del recurso natural (o factor ambiental) sin presencia de la actividad económica particular (o sea, antes del daño)

$f_2(t)$: explica el comportamiento del recurso natural una vez que entra en operación la actividad económica (o sea, después del daño)

t: tiempo

x: tiempo que perdura la afectación en el factor *j*.

Ahora, el principio *pro indiviso*, guía de la racionalidad antro-ecológica propuesta en este trabajo, conduce a una unidad de medida o escala temporal antropológica homogénea (t_a), consistente primero en el tiempo de la actividad económica que ocasionó el daño ambiental y, segundo el tiempo empleado en la actividad que pretende restaurar los recursos naturales, o los servicios ecosistémicos boscosos tomados de ejemplo (leña y madera).

Luego se establece la razón aditiva de este tiempo antropológico (t_a) y el tiempo total en que se regenera el bosque (t_r), equivalente al tiempo que perdura la afectación en el factor *j* (*x*), el cual en principio será siempre mayor y nunca será confundido con el tiempo de restauración, a partir del cual comienza a regenerarse propiamente el bosque. Se deriva que ambos condicionan la ganancia, y el tiempo total de regeneración del bosque será menor si el tiempo antropológico es menor.

La restauración ecológica, según Newton & Tejedor (2011), es *“el restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque. Con el tiempo, los procesos ecológicos y las funciones coincidirán con las del bosque original”*. Por tanto, una gestión sostenible basada en información científica y tecnológica predefinirá ese tiempo, el cual obviamente es extenso.

Disminuir el tiempo antropológico mediante la explotación intensiva (t_e) y la rapidez de las labores de restauración (t_b) provocaría, si observamos la regla arriba señalada, una disminución del tiempo total de regeneración del bosque, si tenemos en cuenta el tiempo estimado de regeneración natural (t_n) a partir de culminada la labor de restauración:

$$t_r = (t_e) + (t_b) + (t_n)$$

Sin embargo, la propiedad cualitativa indivisible del bosque como unidad geográfica revela la correlación existente entre el tiempo antropológico y la densidad de población y la expansión de superficies de deforestación.

Esto indica que el carácter homogéneo atribuible al tiempo antropológico solo opera de forma instrumental, válido dentro de dichas reglas aditivas, porque aquella correlación constituye un sistema estructural dinámico no homogéneo, ni reducible a la cantidad. En consecuencia, el *corpus* valorativo ecológico

propuesto integra lo cuantitativo a la unidad del *logos* y el *ethos* para centrarse en las titularidades otorgadas por la Administración Pública, donde se articulan los derechos subjetivos públicos junto a los derechos subjetivos privados.

La valorización del cambio se expresa en el precio y sus determinaciones residen en inversiones, gastos en tecnología de protección, conservación, reparación, ordenamiento y la misma intensidad de la actividad material y espiritual, de ahí la mediación de la fórmula aditiva entre el tiempo antropológico y el tiempo de regeneración del bosque.

Según Harvey (1985), *“expresado en términos matemáticos... el individuo está dispuesto a intercambiar un bien por una cantidad adicional de otro, lo cual se denomina relación marginal de sustitución. Por consiguiente, una asignación eficiente de recursos, requiere que las relaciones marginales de sustitución sean iguales para todos los consumidores”*. (p. 59)

Por lo tanto, en este cambio se realiza la valoración marginal del bien y aparece la fórmula del precio señalada .

Ahora, la racionalidad antro-po-ecológica que proponemos introduce la razón aditiva entre el tiempo antropológico y el tiempo de regeneración del bosque, así $t_r = (t_e) + (t_b) + (t_n)$ en la razón entre el costo marginal del aprovechamiento del bosque (Va) y el costo marginal de conservación del bosque (Cm), se obtiene: $(Va) / (Cm) = (RMS)^{\text{consumidor 1}} = (RMS)^{\text{consumidor 2}}$
Sustituyendo $(RMS)^{\text{consumidor 1}} = (RMS)^{\text{consumidor 2}}$ por : $P = CMg$

$(Va) / (Cm) = P = CMg$

La regla aditiva entre el tiempo antropológico y el tiempo total de regeneración advierte las posibilidades de gestión sustentable en la opción de aprovechar el bosque y permitir conservarlo, o restaurarlo en caso de daño. La regla aditiva entre dichos tiempos prevé la factibilidad de la relación marginal de aprovechamiento del bosque a costa de sustituir parte de la conservación total inevitable en toda producción, siempre alertando la continuidad del ciclo.

Los problemas de externalidades, entonces, le indican a las generaciones actuales que disfrutan de sus derechos de propiedad, la responsabilidad de proteger los intereses de las generaciones del futuro. En todo caso, los títulos de propiedad generan una obligación intergeneracional. La mencionada propuesta de regla aditiva, entre el tiempo antropológico y el tiempo total de regeneración en función del aprovechamiento del bosque y su conservación, o restauración, es un ejemplo de semejante compromiso; pero ahora se trata de conjugar cierto análisis económico diferente con el enfoque de las relaciones marginales de sustitución, por el hecho de que las externalidades están referidas a un mercado inexistente.

En este sentido, Bromley (2011), alega que *“la generación actual se enfrenta con la elección de gastar hoy fondos que tendrán el efecto de reducir (o eliminar) daños futuros. Debido a que el futuro no es capaz de tener sus intereses representados en esta cuestión, sugiero que consideremos esto como un ejemplo de un mercado inexistente”*. (p. 174)

Luego este mismo autor, arriba a la siguiente conclusión: *“Hay una única solución predominante para esta externalidad asimétrica intertemporal, que empieza al reconocer que los títulos -derechos de propiedad- dominan la definición del problema y, por lo tanto, la formulación de la respuesta política apropiada. Esto se puede establecer considerando posibles instrumentos políticos desde dentro de las estructuras de títulos de propiedad alternativas”*. (p. 175)

Coincidimos con esa postura en materia de externalidades, por el hecho de atribuirle un carácter cardinal a los derechos de propiedad. Justamente, el presente trabajo trata la propia protección jurídica de los bosques como una política e instrumento del ordenamiento forestal, cuya responsabilidad corresponde a la Administración Pública y al sector privado, de acuerdo a los principios del Derecho Ambiental.

El gasto para proteger los intereses de las futuras generaciones pudiera resumirse en dos alternativas:

a) Regla de responsabilidad.

-Título de propiedad: obligación para el presente, derecho para el futuro, con las siguientes opciones.

-Opción C (compensación).

-Opción D (renta vitalicia).

b) Regla de inalienabilidad:

-Título de propiedad: obligación para el presente, derecho para el futuro, con la siguiente opción.

-Opción B (control).

La preferencia es por las opciones C y D, porque se asientan en una nueva estructura de títulos de propiedad que no observa los supuestos de tasas de descuento, solo genera la obligación de dar protección a los intereses del futuro, conocida como *eficiencia intertemporal*, sin que la actual generación sea forzada a adoptar la opción B, considerada inferior por depender de las tasas de descuento.

En otro orden, el análisis económico se ha extendido a la reparación de los daños por incumplimiento contractual, fundamentalmente en cuestiones de restitución y daño emergente. Estos modos de ejecución indirecta de las prestaciones, según Polinsky (1989), garantizan un cumplimiento óptimo, pero advierte que, *si de incentivar el grado óptimo de confianza en el cumplimiento de las obligaciones contractuales se trata, lo mejor es recurrir simplemente a la restitución del bien, o a su valor monetario*. (p. 56)

Sin embargo, desde el punto de vista del Derecho Ambiental, lo significativo es el resarcimiento del daño ecológico puro que, por regla, no es regulado por los Códigos Civiles. La responsabilidad administrativa, en estos casos, aparece con la frontera del ajeno al contrato, es decir, cuando hay una trasgresión de la titularidad patrimonial de un tercero extracontractual. Puede comprenderse la relación entre una transgresión a la titularidad individual y a la titularidad colectiva y, por ende, la constitución de una responsabilidad administrativa paralela a la responsabilidad civil.

En el asunto de las reparaciones e indemnizaciones por daño emergente, el análisis económico de los contratos se dirige a la cuantificación del perjuicio sufrido por el acreedor, pero el daño ecológico puro lo desborda, cuya definición no es susceptible de implicar con exactitud distintos tipos de reparación como sucede en los Códigos Civiles. La restitución civil que implica el hecho del deudor devolver al acreedor los beneficios que éste le confirió, o la compensación de sus pérdidas por incumplimiento de la obligación contractual, no aparece con toda nitidez en el caso de la determinación del nexo causal entre el sujeto contaminador y el daño ecológico puro.

En resumen, es imprescindible establecer una relación que implique la factibilidad de la relación marginal de aprovechamiento del bosque contemplada en la regla aditiva entre el tiempo antropológico (t_a) y el tiempo total de regeneración (t_r), la fórmula **obligación para el presente, derecho para el futuro** ante la externalidad asimétrica intertemporal, el mercado donde los consumidores o beneficiarios estarían dispuestos al PSAF, finalmente, el resarcimiento del daño ecológico puro y su correlación con la responsabilidad objetiva basada en la teoría del riesgo. Todo esto conforme a la obligación de evitar o prevenir daños graves o irreparables a los bosques.

Por otra parte, el análisis de impactos antes mencionado formula y evalúa, a través de un modelo implícito o explícito, opciones políticas para realizar los impactos significativos identificados previamente. Esto implica, dentro de la toma de decisiones políticas, la señalada valoración del ecosistema bosque y sus servicios, la cual debe convertirse en un instrumento de la propia gestión ambiental, incluye el riesgo y los costes asociados, cuestión que pasa por la concientización del papel de las ciencias naturales y la necesidad de conceptualizar la propia naturaleza en términos de capital natural y servicios, que establezca la relación entre valores intrínsecos y valores instrumentales como base para la conservación.

CONCLUSIONES

Existe la necesidad de desplegar una argumentación ecológica que parta de la posibilidad de acercarnos a la medida humana no solo cuantitativa desde el punto de vista productivo, cultural, grupal y diferenciador,

sino en sus instancias cualificadoras, cognoscitivas, valorativas, comunicativas, para comprender la relación entre la responsabilidad social y el ambiente humano latente en los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Los retos son muchos, algunos mencionados en este trabajo, tal vez, el desenlace final de las propuestas sea una racionalidad antro-po-ecológica que no tienda hacia la teoría de precios y agregados monetarios divorciados de las relaciones entre producción y ecosistema. Hecho significativo a tener presente en una propuesta de protección que logre armonizar las inquietudes ecológicas y las económicas.

De paso, se defiende todo manejo productivo caracterizado por una gestión sustentable y participativa en la distribución ecológica y social de los beneficios, incluso costos ambientales, es el primer acercamiento a una propuesta racional antro-po-ecológica de protección al respecto.

La crisis ecológica es también un problema del internalismo consuetudinario rural y urbano, un modo de vida acuciado por el subdesarrollo impuesto por el orden económico depredador mundial, calificativo al cual no llega la Agenda 2030, este orden constituye el soporte de la otra cara, el tecnológico sin control que soslaya las condiciones vitales de preservación de los ecosistemas, entre estos, los bosques tomado aquí de ejemplo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrantes, G., & Di Mare, M. (2016). Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica. Heredia: Instituto de Políticas para la Sostenibilidad.
- Bromley, D. (2011). Títulos de propiedad, mercados inexistentes e incertidumbre ambiental. En, F., Aguilera Klink y V., Alcántara (Comp), De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica. Barcelona: Icaria.
- Casas, M. (2002). Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en Manual de Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL.
- David, P., & Foray, D. (2002). Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. Recuperado de <https://es.slideshare.net/ALEJANDRAOLARTE/una-introduccion-a-la-economia-y-a-la-sociedad-del-saber-1>
- Drnas, Z. (2008). La Práctica argentina en materia de sustentabilidad ambiental a través de la aplicación del principio de precaución. Córdoba: Lerner.

- Forero, C., & Jaramillo, H. (2002). El acceso de los investigadores de los países menos desarrollados a la ciencia y la tecnología internacional. *Revista internacional de ciencias sociales*, 171, 129-140. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/notice?id=p%3A%3Ausmarc-def_0000125499_spa
- Harvey, R. (1985). *Manual de Hacienda Pública*. Barcelona: Ariel.
- Medina Peña, R., Domínguez Junco, O., & Medina de la Rosa, R. E. (2017). Fundamentos jurídico-metodológicos para un sistema de pagos por servicios ecosistémicos en bosques del Ecuador. *Revista científica Agroecosistemas*, 5 (1), 109-117. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/106/142>
- Newton, A., & Tejedor, N. (2011). *Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina*. Madrid: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas.
- Núñez, J. (2007). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana: Félix Varela.
- Organización de las Naciones Unidas. (1982). *Carta Mundial de la Naturaleza*. Resolución, 37/7. Recuperado de http://www.iri.edu.ar/publicaciones_iri/manual/Ultima-Tanda/Medio%20Ambiente/7.%20CartaMundialde la-Naturaleza.pdf
- Polinsky, A. (1989). *An Introduction to Law and Economics*. New York: Little Brown.

11

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN PROCESO EN LA EMPRESA AGROPECUARIA HORQUITA PARA EL DE CULTIVO PAPA

MANUAL OF PROCEDURES FOR THE AGRICULTURAL PRODUCTION IN PROCESS IN THE EMPRESA AGROPECUARIA HORQUITA FOR THE CULTIVATION POTATO

Evelyn Beatriz Lanza González¹

E-mail: eblanza@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4364-8870>

Jorge Luis Pérez Gutiérrez¹

E-mail: jlperez@ucf.edu.cu

Celia Alicia Silva López¹

E-mail: csilva@ucf.edu.cu

Roxana Janeiro Portela¹

E-mail: rjportela@ucf.edu.cu

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Lanza González, E. B., Pérez Gutiérrez, J. L., Silva López, C. A., & Janeiro Portela, R. (2019). Manual de procedimientos para la producción agrícola en proceso en la Empresa Agropecuaria Horquita para el cultivo de papa. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 80-88. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Los manuales de procedimientos contables son documentos primordiales que deben poseer las entidades, estos constituyen la base normativa contable de la entidad, por tanto el diseño o rediseño que se haga de estos manuales debe estar acorde a las características propias de cada institución. La Empresa Agropecuaria Horquita no cuenta con una herramienta para el registro contable de la Producción Agrícola en Proceso, lo que propicia diseñar un Manual de Procedimientos para la Producción Agrícola en Proceso Actividad Fundamental, en la Empresa Agropecuaria Horquita, U.E.B Granja no. 2, para el cultivo papa, acorde a las características de esta entidad, tal es el objetivo del presente trabajo. En la investigación se realiza una fundamentación teórica sobre la Contabilidad Agropecuaria, los Manuales de Procedimientos y el Control Interno. Se diagnostica la Empresa Agropecuaria Horquita y se presenta la metodología para el diseño y validación del Manual de Procedimientos. Una vez concluido el diseño del manual se valida a través del método: Criterio del Especialista procesado por el paquete estadístico SPSS, versión 15.0 en español. Se concluye este trabajo con los resultados de la validación de esta propuesta por parte de los Especialistas.

Palabras claves:

Manual, diseño, procedimiento, herramienta, control interno, contabilidad agropecuaria.

ABSTRACT

The manuals of countable procedures are primordial documents that should possess the entities, these they constitute the base normative accountant of the entity, therefore the design or I redraw that it is made of these manuals it should be in agreement to the characteristics characteristic of each institution. The Empresa Agropecuaria Horquita doesn't have a tool for the countable registration of the Agricultural Production in Process, what propitiates to design a Manual of Procedures for the Agricultural Production in Process Fundamental Activity, in the Empresa Agropecuaria Horquita, U.E.B Granja no. 2, for the cultivation potato, chord to the characteristics of this entity, such it is the objective of the present work. In the investigation we carry out a theoretical foundation on the Agricultural Accounting, the Manuals of Procedures and the Internal Control. The Empresa Agropecuaria Horquita is diagnosed and the methodology is presented for the design and validation of the Manual of Procedures. Once concluded the design of the manual been worth through the method: Approach of the Specialist processed by the statistical package SPSS, version 15.0 in Spanish. You concludes this work with the results of the validation of this proposal on the part of the Specialists.

Keywords:

Manual, design, procedure, tool, internal control, agricultural accounting.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura el control de las producciones agrícolas requiere de un seguimiento continuo de todos los recursos que en esta se invierten para garantizar un adecuado registro contable que propicie el cálculo de los costos de las diferentes producciones, con vista al análisis por parte de contadores y directivos para propiciar la toma de decisiones.

Para el registro de materiales, combustibles, energía, salarios, depreciación y otros gastos que se asocian directa o indirectamente a estas producciones, se precisa de una organización que abarque desde que se origina el hecho económico sustentado en un documento primario hasta su registro en la cuenta contable referida a la producción agrícola en proceso, es necesario entonces, tener procedimientos que normen las acciones organizadas entre sí, de forma lógica, para registrar las actividades relacionadas con estas producciones, estos procedimientos deben presentarse en forma de manuales, los cuales deben estar aprobados por la máxima autoridad de la entidad, y deben incluir el objeto y el alcance de cada actividad, indicar qué debe hacerse y quién debe hacerlo, cuándo, dónde y cómo debe hacerse, qué materiales y equipos y documentos deben utilizarse y cómo debe controlarse y registrarse.

La Empresa Agropecuaria Horquita, cuenta con documentos relacionados con el registro contable de los hechos económicos, pero no posee manuales de procedimientos propios, donde se establezca la base normativa contable para las producciones agrícolas en proceso acorde a las características de esta entidad, en lo referente a estructura, fijación de responsabilidades y funciones de aquellas personas que se relacionan con los procesos agrícolas, los procedimientos contables, la documentación primaria que sustenta cada hecho contable, con un enfoque hacia el control interno.

DESARROLLO

La contabilidad agropecuaria es una rama de la contabilidad general, que se encarga del **“registro y ordenamiento de la información de las transacciones practicadas en unidades económicas dentro de las empresas agropecuarias con el objeto de cuantificarlas para tomar decisiones de carácter administrativo”** (Tapia, 2011)

Es considerada como **“un sistema de información financiera, que permite en cualquier momento conocer el resultado económico y financiero... que propicia el control para... la ampliación de las alternativas de su desarrollo”** (Camacho, 2014)

La Contabilidad Agropecuaria **“permite obtener información confiable sobre el entorno que involucra al proceso de la producción, estableciendo adecuados controles y reuniendo oportuna información que sirva**

a para la toma de decisiones, teniendo así un mejor conocimiento para determinar si debe seguir en el cultivo actual, diversificarlo, combinarlo o arrendar la tierra.” (Padrón, 2016)

Velastegui (2013b), plantea que **“la contabilidad agropecuaria de gran manera puede utilizarse en cualquier tipo de explotación, lo que quiere decir que, las personas que realicen actividades de explotación tales como los cultivos, las plantaciones, los invernaderos, secano o bien, a las explotaciones ganaderas, puede utilizar la contabilidad agropecuaria como recurso fundamental para el control y la planificación de la empresa y de los nuevos emprendimientos”**.

Según Jarrin (2016), la Contabilidad Agropecuaria propicia **“otras informaciones relacionadas con el pago de impuestos, sobre la gestión empresarial y la rentabilidad del negocio, de acuerdo a los beneficios obtenidos en la explotación. Así mismo, muestra la información necesaria para reunir los requisitos solicitados por los entes financieros para el trámite de créditos”**.

Para Velastegui (2013a), la Contabilidad Agropecuaria permite **“conocer cuáles son los propios costos de producción, la proyección y diversificación de nuevos cultivos, le ayuda a tomar mejores decisiones a la hora de determinar que les es más rentable producir”**.

Viña Segovia (2011), señala que la Contabilidad Agropecuaria **“es el punto de partida para obtener información confiable sobre el entorno que involucra al proceso de la producción estableciendo adecuados controles y reuniendo información que sirva para la toma de decisiones”**. Este autor señala además que persigue los siguientes objetivos:

- Determinar el valor del capital invertido al final de cada año financiero, así como su diferencia al final y principio del año financiero.
- Conocer los motivos más importantes que hacen que aumente o disminuya el capital invertido.
- Determinar la cuenta de la ganancia o pérdida que arrojan las operaciones anuales.
- Determinar la diferencia entre el monto de las ganancias o pérdidas del año actual y del año anterior o de un mes a otro.
- Conocer los motivos más importantes de que existan esas ganancias o pérdidas.
- Determinar la forma más fácil de aumentar los ingresos de los años anteriores.
- Proporcionar información suficiente al productor agrícola que le sirva de base en la toma de decisiones concienzudas y bien fundadas.
- Proporcionar información real para las solicitudes de créditos ante los organismos e instituciones financieras.
- Facilitar los datos necesarios para aquellos compromisos contractuales.

- Suministrar los datos para utilizarlos en las declaraciones de impuestos sobre la renta de tipo legal.
- Proporcionar datos útiles a las investigaciones científicas.

En un análisis de estos objetivos, los autores de esta investigación consideran que los mismos en dos direcciones; la primera relacionada con la inversión de recursos y el resultado obtenido, y la segunda relacionada con la información para diversos fines y usuarios, tal y como se presenta a continuación:

- » Relacionados con la inversión de recursos y el resultado obtenido:
 - Variación del capital invertido en el año contable, las diferencias y causas que lo originan.
 - Resultado obtenido económico en el año contable, y la diferencia de las ganancias o las pérdidas con períodos anteriores.
- » Relacionados con la información para diversos fines y usuarios:
 - Información para la toma de decisiones por el productor agrícola
 - Información para las solicitudes de créditos
 - Suministrar los datos para confeccionar declaraciones de impuestos sobre la renta y otros tributos
 - Facilitar los datos necesarios para procesos de contratación.
 - Proporcionar datos útiles a las investigaciones científicas
 - La Contabilidad Agropecuaria tiene diversas funciones, según Jarrin (2016), estas se pueden agrupar de la forma siguiente:
 - Función Financiera: Observa la obtención de recursos monetarios, para hacer frente a los compromisos del negocio agropecuario.
 - Función Histórica: Revela los registros cronológicos de los hechos económicos que realiza una organización agropecuaria durante su vida.
 - Función Estadística: Refleja los hechos económicos, en cantidades y valores que dan a conocer una visión real.
 - Función Fiscal: Advierte cómo afectan las disposiciones fiscales, respecto a las contribuciones tributarias.
 - Función: Legal Conocer la aplicación del código de comercio y otras leyes que afecten el funcionamiento de la organización agropecuaria.
 - Barrera (2016), señala que *“la Contabilidad Agropecuaria es el punto de partida para obtener la información confiable sobre el entorno que involucra al proceso de la producción, estableciendo adecuados controles y reuniendo una adecuada información que sirva a éste para la toma de decisiones”*; pero existen dificultades al implementar lo normado para el registro contable para la actividad agrope-

cuaria:

- *“Según el destino, pueden ser considerados como factores de producción o como productos”* es decir que un cultivo como la papa cuando se vende a clientes, es un producto, si se mantiene para ser utilizado como semilla es un factor de producción.
- *“La actividad agropecuaria depende de ciertos factores difícilmente controlados por el hombre, entre ellos los climáticos.*
- *La valoración del costo de producción de los cultivos en tierra o en proceso dependen de la etapa de desarrollo del cultivo”* (Barrera, 2016)
- La producción equivalente por lo general se determina a partir de estimaciones que se realiza por personas experimentado basado en comportamientos históricos, y la cantidad real solo se conoce una vez concluida la cosecha.

El registro contable de las producciones agrícolas precisa de determinados aspectos normativos que deben presentarse en documentos oficiales, que deben estar aprobados por la máxima autoridad la entidad para su implementación, en ellos se encuentra la estructura de las cuentas contables, la desagregación por centros de costos, análisis de los elementos del costos, pero además estos documentos deben contener una referencia de la legislación oficial vigente a consultar, lo cual constituye *“la base normativa contable de cada entidad, como parte del Sistema de Control Interno...el documento que elabore la entidad a estos efectos, puede adoptar la forma de Manual o de Reglamento”*. (Cuba. Ministerio de Finanzas y Precios, 2005)

Los manuales de procedimientos constituyen documentos normativos, donde aparece la descripción detallada de todas las operaciones que se realizan en una entidad, por lo general se presentan por subsistemas contables, y los procedimientos contenidos en ellos muestran *“la manera específica de realizar una actividad, que debe estar contenida en documentos aprobados, la cual incluye el objeto y el alcance de una actividad, qué debe hacerse y quien debe hacerlo, cuándo, dónde y cómo debe hacerse, qué materiales y equipos y documentos deben utilizarse y cómo debe controlarse y registrarse”*. (Cuba. Contraloría General de la República, 2011)

La presentación de los procedimientos contables como manuales es abordada por varios autores, los cuales presentan puntos de vista diferentes, como es el caso de Gómez (2007), que indica que *“es un componente del sistema de control interno, el cual se crea para obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones o actividades que se realizan en una organización”*.

Los manuales de procedimiento van más allá de una simple descripción del procedimiento, del registro contable, en su diseño e implementación deben estar presentes algunos de los principios básicos del Sistema de Control Interno.

- División de funciones.
- Fijación de responsabilidad.
- Cargo y descargo.
- Autocontrol.

La división de funciones se aprecia en el manual de procedimientos cuando se dividen las funciones entre los diferentes directivos, especialistas y técnicos involucrados en el área, de forma tal que los procesos, actividades y operaciones se puedan controlar y supervisar con la correspondiente contrapartida.

La fijación de responsabilidades establece que existan a partir de las estructuras organizativas de la entidad, las funciones y responsabilidades implantadas para cada trabajador, señalando como hay que hacer y quien debe hacerlo, de forma tal que se fije la responsabilidad para cada trabajador.

El cargo y descargo se establece en el manual a partir de la fijación de responsabilidades, donde se especifica quien es la persona que realiza el registro de las transacciones, hechos económicos u operaciones en un año.

El autocontrol se aprecia en las medidas que se establecen para cada procedimiento del subsistema y la temática, que permitan autoevaluar su gestión de forma permanente, y antes las dificultades o insuficiencias detectadas, elaborando un plan para corregirlas.

Es necesario señalar que los manuales de procedimientos contables guardan una estrecha relación con los componentes del Sistema de Control Interno, específicamente se sustenta en el componente Actividades de Control, el cual se enfoca hacia la fiabilidad de la información financiera, al cumplimiento de las disposiciones legales y la comprobación de las transacciones, indica también qué elementos deben estar presente en los manuales de procedimientos lo cual se puede apreciar en las normas que lo integran:

- Coordinación entre áreas, separación de tareas, responsabilidades y niveles de autorización: señala la coordinación que debe existir entre las diferentes áreas que intervienen en determinado procedimiento, ante lo cual se debe precisar los niveles de aprobación, por lo cual en el manual de procedimiento se debe señalar qué funcionario es el que revisa y cuál el que autoriza, cumpliéndose con ello los principios básicos división de funciones y fijación de responsabilidades
- Documentación, registro oportuno y adecuado de las transacciones y hechos: indica que operaciones y hechos económicos que se realicen, deben tener soporte documental, por lo cual al efectuar el

registro de estos hechos debe existir un documento primario de uso obligatorio aprobado por el Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), o si procediera por un documento propio de la entidad, el cual debe estar especificado en el manual de procedimientos, donde además se debe señalar quién lo realiza, quién lo revisa, quién lo aprueba y quién lo contabiliza, lo cual tiene relación con el principio básico de cargo y descargo.

- Acceso restringido a los recursos, activos y registros: esta norma señala la importancia del acceso a los recursos, activos, registros y comprobantes, y lo relativo a su protección, donde para ello se debe establecer el permiso sólo a las personas autorizadas, las cuales deben firmar Actas de Responsabilidad por la utilización y custodia, de los recursos, esto debe estar establecido en el manual de procedimiento, especificándose qué recurso o registro se custodia, y se relaciona con el principio básico de fijación de responsabilidad.
- Rotación del personal en las tareas claves: siempre que sea posible, propicia el desempeño de los técnicos en diferentes labores, a partir de las consultas al manual de procedimiento el cual puede concebirse en ese caso como un documento para capacitarse en el puesto de trabajo, y donde se especificaran las nuevas funciones de ese técnico, lo cual se relaciona con el principio básico de división de funciones

[Diseño del Manual de procedimientos contables para la producción agrícola en proceso, en la Empresa Agropecuaria de Horquita, cultivo papa](#)

Para el diseño del manual de procedimiento se consultó lo establecido en la resolución 54 del MFP, donde se orienta que formará parte de este manual los aspectos relacionados con la organización del registro contable, subdivisiones para el registro de la información primaria (área, departamento, divisiones, entre otros), las principales características del sistema contable-financiero, lo soportado sobre tecnología de la información, los detalles del procesamiento informatizado, del procesamiento manual, el nomenclador de cuentas, las cuentas, subcuentas y análisis, tanto de uso general como específico, que deben utilizarse en la entidad, de acuerdo con las actividades que se desarrollan y el modo de procesamiento de la información, la definición del contenido y uso de las cuentas, subcuentas y análisis, en especial de las de utilización específica, establecidas atendiendo a las particularidades y actividades de la entidad, así como las aclaraciones que procedan en las de uso general.

[Estructura del manual de procedimientos](#)

El manual estará estructurado por procedimientos, que de ser muy amplios como es el caso que se presenta por los autores, estos se pueden agrupar en

partes o momentos y se estructura en las siguientes partes:

- Referencia: tiene en cuenta todos los documentos que regulan el procedimiento, es decir, las resoluciones, instrucciones, etc.
- Términos y definiciones: definir los necesarios para evitar falsas interpretaciones.
- Responsables: deben quedar claro el destino de cada procedimiento, quiénes son las personas que están obligadas a su revisión, actualización, distribución y aprobación, así como quién exige que se cumpla lo orientado.
- Descripción: en un orden cronológico las acciones a ejecutar para dar respuesta a: ¿Qué hacer?, ¿Cómo hacerla?, ¿Cuándo hacerla?, ¿Dónde hacerla? y ¿Quién hará o se responsabilizará de lo que hay que hacer? Se requiere contenidos claros, precisos y concisos; incluyen la vinculación con acciones de control interno y los asientos de diario, específicamente para el área contable.
- Registros y modelos: se relacionan los registros o modelos del Sistema Informativo asociado que serán utilizados por el procedimiento en cuestión con formato del modelo, instrucciones de llenado del modelo, indicaciones, archivo, conservación, cuadro y validación. Se asume como referencia obligada las resoluciones del MFP para los distintos subsistemas y los modelos con el objetivo, alcance, emisión, distribución, utilización y los datos de uso obligatorio.
- Modificaciones realizadas: cambios introducidos que modifican su contenido y las distintas versiones que lo actualizan.

Esquema de flujo para la temática

En este tema específico y como un aspecto novedoso en la concepción y control de las distintas actividades y su sistema informativo por cada entidad, se introduce este concepto, el cual tiene por objetivo mostrar todas aquellas actividades y relaciones funcionales que requiere un área de otra, para llevar a cabo exitosamente sus funciones y tareas. Estas actividades se obtienen a partir de un análisis que se realice de las distintas funciones y tarea asignadas a esa área en cuestión, y a la cual se hizo referencia previamente planteadas en el contexto del manual de procedimientos

En el Manual debe definirse el flujo documental, el destino de las copias y los plazos para la conservación de los documentos; para diseñar los modelos y documentos deben tenerse en cuenta los datos de uso obligatorio que deben respetarse y cumplirse con independencia del procesamiento, bien sea manual o con sistema soportado en tecnologías de la información.

Se ha establecido que en los archivos de gestión de libros, registros y submayores relacionados con la contabilidad y los documentos que amparan los asientos, así como los modelos del sistema informativo, el plazo de retención es por un término de cinco años, a partir del cierre del ejercicio contable y al utilizarse sistemas contables soportados en tecnologías de información; los soportes de respaldo de la información y los programas deberán mantenerse en condiciones de operatividad por el término de tres años a partir del cierre del ejercicio contable.

Periódicamente se debe proceder a la revisión de los Manuales de Procedimientos para comprobar su actualización y que todas las directivas e instrucciones se canalicen por medio del mismo, es decir, chequear mediante pruebas el contenido de las instrucciones confeccionadas adecuadamente, y verificando su correspondencia con la legislación vigente.

Selección del cultivo papa

Para realizar el diseño del manual de procedimiento para las producciones agrícolas en proceso se realizó un diagnóstico de la entidad acerca de documentos normativos utilizados en la UEB, el análisis del objeto empresarial, la misión y la visión, y se seleccionó de las producciones en proceso, el cultivo papa por ser uno de los más representativos; el 58% dentro de los cultivos temporales de la entidad, y la Unidad Básica Económica (UEB) Granja No. 2, por ser una de las de mayor producción del tubérculo.

Caracterización de la empresa

La Empresa Agropecuaria Horquita, perteneciente al municipio de Abreu, Provincia de Cienfuegos, Cuba, fue fundada el 15 de diciembre de 1976, se encuentra ubicada en el consejo popular de Horquita, limita territorialmente al norte con el municipio de Aguada de Pasajeros, al sur y al oeste con la Ciénaga de Zapata, y al este con el municipio de Abreu. El clima es cálido, lo cual incide en la rápida evaporación del agua y la desecación de los suelos. Las temperaturas medias en el verano son superiores a 27 °C y en invierno superiores a 22 °C, la humedad es elevada, alcanzando valores medios mensuales entre 75 % y el 85 % todo el año. Las precipitaciones promedios anuales se mueven en el rango de los 1200 a los 1400 mm, de los cuales el 82% se encuentran en los meses de mayo y octubre.

Objeto social

Producir y comprar a la base productiva para comercializar de forma mayorista frutas y hortalizas, tubérculos, raíces y otras viandas, granos y cereales, hortalizas de hojas, vegetales y frutas en estado natural o procesado artesanalmente, flores, ganado, sus carnes y carbón vegetal, papas y otras viandas fritas a partir de la industria propia de la empresa, medios de control biológico (entomófagos, entomopatógenos y

biopreparados), materia orgánica, humus de lombriz, pienso criollo, plantas condimentosas y medicinales frescas o secas, semillas botánicas, plántulas y posturas de hortalizas, comercializar los insumos fundamentales para la producción agropecuaria, artículos de alta demanda para el sector agropecuario y subproductos de las cosechas para alimento animal a las distintas formas de producción (Unidad Básicas de Producción Agropecuaria y productores individuales) que se vinculan con la empresa.

Misión

Producir y comercializar viandas, frutales, vegetales, granos, leche, carne y servicios agropecuarios para satisfacer las necesidades del mercado nacional y en divisa con alta eficiencia económica y poca afectación del medio ambiente

Visión

Es una Empresa con una estructura de dirección funcional con un incremento sostenido en la producción y en la prestación de los servicios, en un constante perfeccionamiento, con un colectivo de cuadros, técnicos y trabajadores consagrados y altamente motivados, en constante superación y un nivel creciente y sistemático de la calidad y diversidad de los servicios, un servicio de alimentación, recreación y esparcimiento que nos permite la satisfacción de las necesidades materiales y espirituales de nuestros trabajadores, una organización con alto desempeño en la gestión de los recursos humanos, con un colectivo idóneo con orgullo de pertenencia y con una elevada satisfacción laboral, una organización con un alto desempeño en el cumplimiento de los principios generales del control interno y de la contabilidad, la Planificación Estratégica y Dirección por objetivo y valores se ha consolidado y convertido en una herramienta efectiva de dirección, y con el avance en la red informática en los servicios de correo electrónico.

La estructura organizativa y la organización del proceso productivo: punto de partida para el diseño del manual de procedimiento

Otros análisis realizados de gran importancia para el diseño del manual de procedimientos lo constituyen el análisis de la estructura organizativa y de la organización del proceso productivo del cultivo papa, la primera brinda la composición de la fuerza de trabajo de la UEB, es decir, directivos, especialistas, técnicos y obreros, con sus funciones y responsabilidades definidas, la segunda proporciona las partes en las que se subdivide el proceso, y lo que permite establecer los procedimientos que se diseñarán para cada una de ellas, y en estos, se definirán las funciones que deberán cumplir los directivos, sus responsabilidades y los niveles de autorización que les corresponden y las delegadas en otros con vista a garantizar

la contrapartida, además se detallan las funciones a realizar por cada especialista, técnicos y obreros.

Estructura organizativa de la entidad

La empresa está compuesta por siete direcciones funcionales y diez U.E.B, de ellas seis subordinadas a la Dirección Técnica y de Desarrollo y cuatro a la Dirección de Contabilidad y Finanzas

- Director General
- Director Adjunto
- Puesto Dirección
- Seguridad y Protección
- Director Técnica y Desarrollo
- U.E.B Granjas Nro. 2, 4 y 7 de Cultivos Varios
- U.E.B Granja Nro. 8 Granja Urbana
- U.E.B Granja Pecuaria
- U.E.B Casas de Cultivos
- Dirección Capital Humano
- Dirección Contabilidad y Finanzas
- U.E.B Comercial y Aseguramiento Insumo
- U.E.B Comercial Productos Agropecuarios
- U.E.B Integral Servicios Técnicos
- U.E.B Centro de Gestión

Las diferentes direcciones se encargan de dirigir, organizar, y controlar la correcta aplicación del Sistema de Dirección y Gestión, que responde a la estrategia integral, donde se definen los objetivos estratégicos y el sistema de valores a cumplimentar por todos los trabajadores, así como las acciones a tomar para garantizar la rectificación de cualquier desviación negativa en el ejercicio productivo y económico, establecen las políticas relacionadas con los recursos laborales, el trabajo y los salarios, haciendo énfasis en los sistemas de vinculación, y emiten con los Estados Financieros y otros informes según los requerimientos establecidos.

Como resultado de los análisis realizados se diseñan las partes o momentos de los procedimientos y los procedimientos asociados a cada uno de ellos, tal y como se detallan a continuación:

Procedimientos

- I. Preparación de Tierra y Siembra.
 - a. Servicios Recibidos de Circulación Interna por Preparación de Tierra.
 - b. Servicios Recibidos de Circulación Interna por la Fertilización.
 - c. Servicios Recibidos de Circulación Interna por la Siembra.
 - d. Consumo Material Directo Fertilizante.
 - e. Consumo Material Directo Semilla.

- f. Consumo de Mano de Obra Directa por Fertilización y Siembra.

II. Atenciones Culturales.

- a. Servicios Recibidos de Circulación Interna por labores de aplicación de plaguicidas al cultivo.
- b. Consumo Material Directo de Plaguicidas y Bioplaguicidas.
- c. Consumo de Energía eléctrica en la actividad de riego.
- d. Consumo de la Mano de Obra Directa en labores manuales, de riego y vigilancia fitosanitaria.
- e. Consumo de Servicios Productivos y no Productivos: Consumo de Agua.

III. Cosecha.

- a. Servicios Recibidos de Circulación Interna por la actividad de saque.
- b. Consumo de la Mano de Obra Directa: Recogida.
- c. Consumo de la Mano de Obra: Pago por resultado.

IV. Gastos Asociados a la Producción.

- a. Consumo Material Indirecto.
- b. Consumo de Mano de Obra Indirecta.
- c. Consumo de Combustible.
- d. Consumo de Energía.
- e. Depreciación.
- f. Servicios Productivos y no Productivos recibidos de terceros.
- g. Traspasos de los Gastos Asociados a la Producción Agrícola en Proceso.

V. Procedimiento especial para la producción que se termina y se vende.

- a. Por la producción terminada y vendida durante la cosecha.
- b. Por la producción terminada y vendida al finalizar la cosecha.

A modo de ejemplo se presenta el siguiente procedimiento, correspondiente al momento Preparación de Tierra:

Procedimiento Consumo Material Directo: Fertilizante

Objetivo: Establecer el procedimiento a seguir para el registro contable de los fertilizantes consumidos directamente en el proceso productivo.

Alcance: Para ser aplicado en la Empresa Agropecuaria Horquita, para el registro contable de los fertilizantes consumidos directamente en la Producción Agrícola

en Proceso Actividad Fundamental, en la Granja No. 2, para el cultivo Papa.

Responsabilidades para el procedimiento:

- Director UEB: Revisa y aprueba las actividades que se realizan en la UEB referente a la fertilización.
- Especialista "A" en Agrotecnia (Jefe de Producción): Presenta al Director de la UEB la programación de la fertilización que se va a aplicar a la tierra preparada para la siembra del cultivo papa y emite la Solicitud de entrega del fertilizante que se va a utilizar al almacén en la empresa.
- Especialista "B" en Gestión (Económica): Recibe, revisa y contabiliza todos los Vales de entrega de fertilizante que se aplicaran al cultivo papa.
- Jefe de Brigada: Presenta la Solicitud de entrega del fertilizante en el almacén, y recibe el producto solicitado para aplicar en el área preparada, firmando el Vale de entrega por la cantidad recibida.

Descripción:

En la Reunión Semanal de Campaña de papa, presidida por el Director de la UEB, el Especialista "A" en Agrotecnia (Jefe de Producción) señala las labores de fertilización a realizar según la programación y de acuerdo al área preparada por productores, una vez aprobadas, se procede a emitir la Solicitud de entrega por su parte, la cual se presenta al almacén de la empresa por el Jefe de brigada que recibe el fertilizante que se va a aplicar, firmando el Vale de entrega por la cantidad recibida. La Especialista "B" en Gestión (Económica) recibe, revisa, distribuye y contabiliza en el sistema VERSAT el fertilizante consumido en el cultivo papa por cada productor.

Contabilización

Por el fertilizante consumido en el cultivo papa por cada productor:

Débitos:

Cuenta 702 Producción Agrícola en Proceso Actividad Fundamental

Subcuenta: Gastos del Período

Capítulo: Papa

Subcapítulo: Papa, Productor X Granja No. 2

Elemento: Abonos

Créditos:

Cuenta: Operaciones entre Dependencias

Subcuenta: Granja No. 2

Subcontrol: Operaciones entre Dependencia Pasivos-Otros

Documento de referencia: Vale de Entrega o Devolución

Medidas de Control Interno:

- Verificar que las cantidades de fertilizante solicitadas al almacén se correspondan con las presentadas y discutidas en la Reunión Semanal de Campaña de papa, y que estas estén acorde a las normas técnicas establecidas para este cultivo.
- Verificar que las cantidades solicitadas para aplicar al cultivo se correspondan con las despachadas según el Vale de entrega o devolución.
- Revisar que el Vale de entrega o devolución se encuentre los nombres y firmas de las personas que entregan y reciben estos productos, además del código, descripción, unidad de medida, cantidad despachada, precio unitario total, importe y saldo en existencia en el almacén de cada producto.

Validación del manual de procedimiento diseñado

Se realiza el proceso de validación con el objetivo de conocer si el manual de procedimientos diseñado se ajusta a las características de la entidad, está en función de los principios básicos de separación de funciones, fijación de responsabilidad, cargo y descargo, y autocontrol, además propicia el registro oportuno de los hechos económicos, a la organización del proceso contable de la entidad, así como la adecuación de la Guía de Autocontrol, y si cumple con las exigencias del Sistema de Control Interno en función de los objetivos trazados por la entidad, para ello se aplica un cuestionario de 11 preguntas a los 11 especialistas seleccionados, los cuales ofrecen su opinión sobre cada una de las cuestiones a través de 5 categorías evaluativas, Muy adecuado (MA), Bastante adecuado (BA), Adecuado (A), Poco adecuado (PA), Inadecuado (I), para obtener 121 posibles respuestas.

Los cuestionarios aplicados se procesaron mediante el paquete estadístico SPSS 15.0 versión en español, y se obtuvo los siguientes resultados:

- El 90,91% de los Especialistas consultados opinan que el diseño del Manual de Procedimientos en la Empresa Agropecuaria Horquita es Muy Adecuado, ya que se ajusta a las características de la entidad, está en función de los principios básicos de separación de funciones, fijación de responsabilidad, cargo y descargo, y autocontrol, además propicia el registro oportuno de los hechos económicos, a la organización del proceso contable de la entidad, así como la adecuación de la Guía de Autocontrol, y si cumple con las exigencias del Sistema de Control Interno en función de los objetivos trazados por la entidad
- El 7,27% de los Especialistas consultados opinan que el diseño del Manual de Procedimientos en la Empresa Agropecuaria Horquita es Bastante Adecuado, ya que se ajusta a las características de la entidad, está en función de los principios básicos de separación de funciones, fijación de responsabilidad, cargo y descargo, y autocontrol, además propicia el registro oportuno de los hechos económicos, a la organización del proceso contable de la entidad, así como la adecuación de la Guía de Autocontrol, y si cumple con las exigencias del Sistema de Control Interno en función de los objetivos trazados por la entidad

bilidad, cargo y descargo, y autocontrol, además propicia el registro oportuno de los hechos económicos, así como la adecuación de la Guía de Autocontrol.

- El 1,82% de los Especialistas consultados opinan que el diseño del Manual de Procedimientos en la Empresa Agropecuaria Horquita es Adecuado, ya que se ajusta a las características de la entidad, está en función de los principios básicos de separación de funciones, fijación de responsabilidad, cargo y descargo, y autocontrol, así como la adecuación de la Guía de Autocontrol.

Los resultados obtenidos se presentan resumidos en la figura 1, que a continuación se muestra:

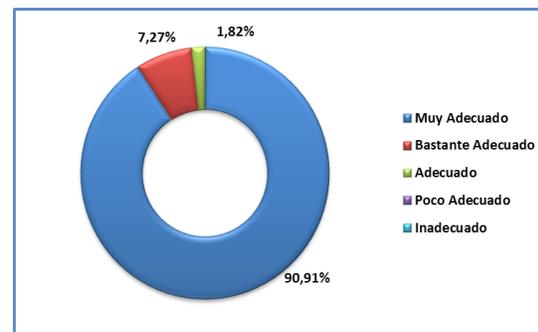


Figura 1. Resultado de la validación por criterio de Especialistas.

CONCLUSIONES

El estudio de los aspectos teóricos de la Contabilidad Agropecuaria permite comprender la importancia de esta a nivel internacional, actualizar los conocimientos y brindar los elementos sólidos para abordar los objetivos trazados para el desarrollo de la investigación.

A partir de una valoración integral de los resultados obtenidos en el diagnóstico resulta evidente la necesidad de diseñar un Manual de Procedimientos para las Producciones Agrícolas en Proceso basado en la Resolución 60/11 de la Contraloría General de la República de Cuba.

El diseño del Manual de Procedimiento para la Producciones Agrícola en Proceso de la U.E.B Granja No. 2, para el cultivo Papa ha favorecido a la Empresa Agropecuaria Horquita, al contar con una herramienta para el control y contabilización de esta temática a partir de la Normas Cubanas de Contabilidad.

El diseño del Manual de Procedimiento, fue validada por criterio de Especialistas arrojando como resultado que el 90,91% de los especialistas opinan que la adecuación es Muy Adecuada en cuanto que se ajusta a las características de la entidad, está en función de los principios básicos de separación de funciones, fijación de responsabilidad, cargo y descargo, y autocontrol, además propicia el registro oportuno de los hechos económicos, a la organización del proceso contable de la entidad, así como la adecuación de la Guía de Autocontrol, y si cumple con las exigencias

del Sistema de Control Interno en función de los objetivos trazados por la entidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera, L. (2016). La contabilidad agropecuaria y su importancia. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos89/manual-contabilidad-agropecuaria/manual-contabilidad-agropecuaria.shtml>
- Camacho, R. (2016). Contabilidad Agropecuaria. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/102680683/Contabilidad-agropecuaria>
- Cuba. Contraloría General de la República. (2011). Normas del Sistema de Control Interno. La Habana: Contraloría General de la República.
- Cuba. Ministerio de Finanzas y Precios. (2005). Elaboración de los Manuales de Normas y Procedimientos (Resolución 54). La Habana: Ministerio de Finanzas y Precios.
- Gómez, G. (2007). Manuales de procedimientos y su aplicación dentro del control interno. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/manuales-procedimientos-uso-control-interno/>
- Jarrin, L. (2016). La contabilidad agropecuaria. Recuperado de <https://www.luisajarrin.blogspot.com>
- Padrón, M. (2016). Contabilidad Agropecuaria. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/373119704/CONTABILIDAD-AGROPECUARIA-docx>
- Tapia, K. (2011). Contabilidad Agropecuaria. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/57030298/CONTABILIDAD-AGROPECUARIA>
- Velastegui Ojeda, W. (2013a). Contabilidad Agropecuaria. Recuperado de <https://es.slideshare.net/wilsonvelas/contabilidad-agropecuaria-wilson>
- Velastegui Ojeda, W. (2013b). Contabilidades Especiales: Unidad II Contabilidad Agropecuaria. Recuperado de <https://es.slideshare.net/wilsonvelas/texto-basico-contabilidades-especiales-sep-2014>
- Viña Segovia, A. (2011). Contabilidad Agropecuaria. Recuperado de <https://es.slideshare.net/vinasegovia/contabilidad-agropecuaria>

12

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE LAS CUENTAS POR COBRAR EN LA EMPRESA INTEGRAL AGROPECUARIA CIENFUEGOS, CUBA

MANUAL OF PROCEDURES FOR THE CONTROL OF THE BILLS TO GET PAID IN THE AGRICULTURAL INTEGRAL COMPANY CIENFUEGOS, CUBA

Celia A. Silva López¹

E-mail: csilva@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1703-2597>

Lilia María Seoane Rodríguez ¹

E-mail: liliam@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1193-3511>

Evelyn Lanza González¹

E-mail: eblanza@ucf.edu.cu

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Silva López, C. A., Seoane Rodríguez, L. M., & Lanza González, E. (2019). Manual de Procedimientos para el control de las Cuentas por Cobrar en la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 89-96. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La reorganización de la economía en Cuba y en la actividad agrícola en particular requiere proyectar acciones de control hacia el logro cada vez más preciso de los objetivos y metas que se traza el Ministerio de la Agricultura, en cada una de sus entidades, es por ello que las medidas que se adopten al respecto deben cumplirse por todas las personas involucradas y responsabilizadas con su implementación. La presente investigación tiene como objetivo general diseñar el procedimiento para el control interno de las cuentas por cobrar en la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos, en correspondencia con la legislación vigente. Para su desarrollo se utilizaron diferentes métodos y técnicas, tales como: el análisis documental, encuestas, cuestionarios, observación, así como otros propios de la ciencia. Los resultados de la validación por el método de especialista, demuestran la validez, viabilidad y aplicabilidad del procedimiento diseñado y su aporte científico a partir de la contribución al fortalecimiento del Control Interno que ejerce la entidad sobre los recursos materiales y financieros de los cuales dispone.

Palabras clave:

Control Interno, manual de procedimiento, cuentas por cobrar.

ABSTRACT

The reorganization of the economy in Cuba and in the agricultural activity it is particular it requires to project actions of Internal Control toward the more and more precise achievement of the objectives and goals that the Ministry of the Agriculture is traced, in each one of its entities, it is for it that the actions and measures that are adopted in this respect they should be completed by all the involved people and made responsible with its implementation. The present investigation has as general objective to design the Procedure for the internal control of the Bills to Get paid in the Agricultural Integral Company Cienfuegos, in correspondence with the effective legislation. For their development, different methods were used and technical, such as: the documental analysis, surveys, questionnaires, observation as well as other characteristic of the science. The results of the validation for specialist's method, demonstrate the validity, viability and applicability of the designed procedure and their scientific contribution starting from the contribution to the invigoration of the Internal Control that exercises the entity on the material and financial resources of which it prepares.

Keywords:

Internal control, manual of procedure, bills to get paid.

INTRODUCCIÓN

Dentro del conjunto de actividades que son necesarias conocer y dominar de la dirección de una empresa, ocupa un lugar importante el Control Interno, el cual reúne los requerimientos fundamentales de todas las especialidades contables, financieras y administrativas de una entidad. Hoy en día, los dirigentes y ejecutivos hacen fuertes exigencias y promueven las tareas a llevar a cabo para mejorar el control, el cual se establece para mantener el cumplimiento de los objetivos, la rentabilidad, logrando el éxito de su misión, y minimizando las dificultades que aparezcan. Los controles internos promueven la eficiencia, reducen los riesgos de pérdidas y ayudan a asegurar la confiabilidad de los Estados Financieros y el cumplimiento de las normas y regulaciones vigentes (Palacio, 2012).

En relación, con las condiciones antes expresadas se pone en vigor la Resolución No. 60/2011 de la Contraloría General de la República de Cuba (CGR), la que tiene como objetivo establecer normas y principios básicos sobre el control interno en función de lograr que las entidades mejoren sus resultados en cuanto a la eficiencia y el cumplimiento de los planes y metas, consecuentes con lo definido en el marco del VI y 7mo Congreso del Partido Comunista de Cuba (2011), en los "Lineamientos de la Política Económica y Social" donde se señala que ***"para descentralizar y cambiar la mentalidad, es requisito obligatorio elaborar el marco regulatorio que defina con claridad las facultades y funciones de cada eslabón, desde la nación a la base, acompañadas invariablemente por los procedimientos de control interno contable, financiero y administrativo"***.

Los resultados de la investigación que se presenta da respuesta a las indicaciones del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI), en cuanto a continuar fortaleciendo la contabilidad para que constituya una herramienta en la toma de decisiones y garantice la fiabilidad de la información financiera y estadística, oportuna y razonablemente en los diferentes niveles de organización.

En visitas de comprobación realizadas por parte de la Unidad Central de Auditoría Interna (UCAI) del MINAGRI del territorio a la Empresa Integral Agropecuaria de Cienfuegos, subordinada a la Delegación Provincial de la Agricultura de la provincia de Cienfuegos y perteneciente al grupo ganadero (GEGAN), le fueron detectadas deficiencias en la efectividad del control interno asociado a las Cuentas por Cobrar de la entidad, entre las que se encuentran: venta de productos y servicios a clientes con los cuales no se ha firmado contrato, incorrecta confección de los documentos primarios, facturas con datos obligatorios sin completar, ausencia de expedientes por clientes, saldos en los submayores de las Cuentas por Cobrar a Corto Plazo sin conciliación, envejecidos en el rango de más de 60 días por un importe de

1 000 350,00 CUP, con incidencia en la recuperación y rotación sana de las mismas.

DESARROLLO

A través de los años, se ha desarrollado una gran diversidad de conceptos y puntos de vista relacionados con el Control Interno, materializados en proyectos de leyes, reglamentos, normas profesionales y directrices, informes públicos, privados y bibliografía especializada.

En Cuba, la Ley No. 107/09 aprobada por la Asamblea Nacional del Poder Popular, define el Sistema de Control Interno como: Las acciones establecidas por la legislación especial en esta materia, que se diseñan y ejecutan por la administración.

La Contraloría General de la República de Cuba en la Resolución No. 60/11 muestra la intención del Estado y el Gobierno cubano de lograr una cultura en la que predominen las acciones de prevención y control, a partir de lo cual, define el Sistema de Control Interno como: Un modelo estándar bajo su supervisión y control, donde cada organismo, organización y entidad, diseña, armoniza, implementa y auto controla de forma sistemática de acuerdo con su misión, visión, objetivos, estrategias fundamentales, características, competencias y atribuciones, en correspondencia con lo establecido en la Ley No. 107. Además, valida cada uno de los sistemas adecuados a las dependencias que le están subordinadas de acuerdo a su estructura (Cuba. Contraloría General de la República, 2011).

En correspondencia con lo antes señalado se indica la conformación de los Manuales de Procedimiento, con la finalidad de contar con un documento que permita obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral que contenga todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones o actividades que se realizan en una organización, por lo que constituyen una herramienta básica para la coordinación y estructuración de las tareas propias de cada área, la forma en que éstas han de realizarse y todos los elementos que implican.

Caracterización de la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos

Mediante revisión a la documentación de constitución de la entidad se conoció que la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos, con domicilio legal en la calle 37 No.4807, e/ 48 y 60 en el Municipio de Cienfuegos, Provincia de Cienfuegos, Cuba, fue creada con personalidad jurídica propia mediante la Resolución número 83 con fecha de 23 de junio del 2016 por redimensionamiento empresarial. Es una de las 33 Empresas Nacionales y 678 unidades productivas, entre estatales y cooperativas campesinas, todas del sector agropecuario, del Grupo Empresarial

Ganadero (GEGAN), pertenecientes a la Organización Superior de Desarrollo Empresarial (OSDE).

A partir de constituida la Empresa en el año 2016, ha dado respuesta a las exigencias planteadas por la OSDE en cumplimiento a su **objeto empresarial**, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación, que respalda las transacciones a realizar en CUP y CUC, el cual se resume a continuación: Comercializar productos agropecuarios como concurrentes en el mercado estatal y forestal, comercializar ganado mayor y menor en pie o en bandas, a la Industria Carnina y leche de ganado mayor y menor con destino a la Industria Láctea, así como leche fresca al sistema del Comercio Interior, brindar servicios agropecuarios, de fumigación, riego, cosechas, fertilización, e inseminación artificial y tracción animal, así como de taller integral, topografía y muestreo de suelos.

Estructura

La empresa estructuralmente está conformada por 7 Unidades Económicas de Base (UEB) Integrales, estas a su vez están integradas por diferentes formas productivas, como las Cooperativas de Crédito y Comercio (CCS), las Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA) y las Unidades Básicas de Producción Cooperativas (UBPC); donde concurren el sistema de propiedad estatal con el cooperativo, cada uno de los cuales presenta características y relaciones de producción muy diferenciadas entre sí, pero que al mismo tiempo siembran, cosechan viandas y vegetales, y desarrollan la ganadería, lo que las hace similares posibilitando su inserción dentro de la estructura actual, cuenta además con 6 Granjas Urbanas, destinadas a la siembra y comercialización en los organológicos de viandas y vegetales, como parte del desarrollo de la agricultura urbana y 1 UEB de Aseguramiento y Servicios, encargada de suministrar a la Empresa en general los insumos y servicios de mantenimiento.

Análisis del saldo de las Cuentas por Cobrar

Durante el año 2018 la empresa mantuvo contratos, con 123 entidades de diferentes organismos, a partir de los cuales se establecen los términos de entrega de productos o prestación de servicios, así como de las formas y requisitos de pago y el proceder ante incumplimiento de lo pactado por una de las partes.

El análisis del saldo de las Cuentas por Cobrar al cierre de diciembre del 2018, a partir de la información que se expresa en los Estados Financieros, originadas por las ventas y prestación de servicio a los clientes contratados presentaban un saldo ascendente a 8 631 193,99 CUP, siendo la Empresa Cárnica con 7 191 500,00 CUP el principal deudor, el saldo restante pertenece a otras entidades contratadas y a las bases productivas.

Estructura del Manual de Procedimientos

En correspondencia con lo establecido en la Resolución No 54/2005 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2005a). el manual estructuralmente está conformado por: Portada principal, hoja de identificación de firma, índice, introducción, contenido, modelos a utilizar y anexos. En el contenido del mismo se detallan los procedimientos, en los que se definen los objetivos, alcance, referencia, términos, abreviaturas y definiciones, desarrollo (descripción), responsables, registros o Modelos y anexos.

Manual de Procedimientos para el control de las Cuentas por Cobrar en la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos



Ministerio de la Agricultura

Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos

Versión 01

Hoja de identificación de firma

	Nombre y apellidos	Cargo	Firma	Fecha
Elaborado por:				
Revisado por:				
Aprobado por:				

Introducción:

El Manual de Procedimientos que se presenta tiene como objetivo, dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 60/2011 de la CGR, en su Componente Ambiente de Control, Norma: estructura organizativa y asignación de autoridad y responsabilidad donde se plantea que “los órganos, organismos, organizaciones y demás entidades elaboran su estructura organizativa, para el cumplimiento de su misión y objetivos, la que se grafica mediante un organigrama, se formaliza con las disposiciones legales y procedimientos que se diseñan, se establecen las atribuciones y obligaciones de los cargos, que constituyen el marco formal de autoridad y responsabilidad”.

En el mismo se abordan todas las formas de cobros autorizadas para la referida empresa y se consideran además los principios básicos del programa computarizado utilizado, (VERSAT Sarasola, versión 8.0), para lo cual se suponen las condiciones reales de trabajo lo que permite adaptar el subsistema a una gran variedad de circunstancias, destacándose para este caso la referida a que las ventas de producciones y servicios de la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos se realizan a nivel de UEB así como sus cobros y la creciente tendencia de cambios en las legislaciones vigentes.

Procedimientos:

1. Contratación Económica
2. Facturación y Ventas de productos y/o servicios

3. Conformación de Expedientes de Cobro por Clientes
4. Conciliaciones Periódicas de las Cuentas por Cobrar
5. Cobro a clientes
6. Reclamación por incumplimiento de relaciones contractuales
7. Cancelación de las Cuentas por Cobrar

Procedimiento 1: Contratación Económica

Objetivo: Establecer el proceso de contratación con los clientes.

Alcance: Para ser aplicado por la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos en el proceso de contratación con los clientes.

Referencia:

- Decreto-Ley No. 304/201 (Cuba. Consejo de Estado, 2012)
- Decreto-Ley No. 310/2012 (Cuba. Consejo de Ministros, 2012)

Términos y Definiciones

Contrato: Pacto o acuerdo entre ambas partes para realizar conjuntamente la comercialización, u otros actos, de forma tal que queden protegidas las relaciones económicas y comerciales en el marco de la legislación vigente en nuestro país.

Desarrollo:

Se creará por resolución jurídica la Comisión de Contratación Económica, cuyos miembros son nombrados por el Director General quien la presidirá, quedando además nominalizados los cargos de Director Contable Financiero, Especialista en Asuntos Jurídicos y como invitados a sus sesiones de trabajo los Jefes de Áreas, vinculados con la ejecución del contrato objeto de análisis.

Se fijará además la periodicidad de las reuniones a desarrollar, en las cuales se debatirán las condiciones y cláusulas específicas a tener en cuenta durante el proceso de contratación, en correspondencia con las características de la venta o servicio a realizar y al cliente que corresponda, así como dictámenes de la actividad legal y financiera sobre la ejecución y cumplimiento de los diferentes contratos en que la entidad es parte, todo lo cual constará en actas.

Una vez aprobadas, las propuestas de contratos el Asesor Jurídico confecciona las Proformas de Contratos, las cuales son revisadas por el Director General o director de las UEB, en caso de que le hayan sido delegadas las facultades, procediendo a su presentación al cliente para su aprobación y firma.

Responsables:

- Director General
- Especialista en Asuntos Jurídicos
- Especialista en Gestión Contable

Modelos: Proformas según Decreto-Ley 304/2012 sobre las Normas Básicas de la Contratación Económica.

Procedimiento 2: Facturación y ventas de productos y/o servicios

Objetivo: Formalizar las ventas de productos y prestaciones de servicio mediante la facturación a entidades, así como reglamentar la venta a personas naturales.

Alcance: Para ser aplicado por la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos.

Referencia:

- Resolución No. 006/1998 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 1998)
- Resolución No. 091/2007 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2007^a)
- Resolución No. 060/2011 (Cuba. Contraloría General República, 2011)
- Resolución No. 494/2016 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2016)

Términos y Definiciones

Factura: Se confecciona por el centro para formalizar las ventas de productos y prestaciones de servicios que se efectúen, así como las entregas de productos en consignación o en depósito.

Desarrollo:

Considerando la estructura organizativa de la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos y su objeto empresarial, se aprueban las ventas de productos y servicios en las UEB Granjas Urbanas, las UEB Integrales y la UEB de Aseguramiento y Servicio, con las posibilidades de establecer relaciones de compraventa tanto con personas naturales como personas jurídicas.

UEB Granjas Urbanas: Dentro de sus actividades fundamentales se encuentra la comercialización de viandas y vegetales que se producen en los organológicos, ubicados en los municipios de la provincia. Su venta puede realizarse de forma minorista, vendiendo los productos recolectados directamente a la población en los diferentes puntos de venta habilitados a los efectos o mediante facturación cuando la venta se realiza a entidades estatales.

UEB Integrales: En las mismas se encuentran autorizadas las ventas de productos y la prestación de servicios, las que pueden originarse como resultado de sus propias actividades o a partir de las relaciones con las CCS, las CPA y las UBPC, donde cada una de ellas constituye el vínculo entre el sector campesino y empresa estatal, para realizar las operaciones de compra venta.

UEB de Aseguramiento: Es la encargada de la venta de los insumos necesarios tanto para las UEB que integran la empresa, como al sector campesino a través de las diferentes formas organizativas de producción.

Responsables

- Director General de las UEB
- Especialista "C" en Gestión Comercial de las UEB
- Contador C de las UEB
- Especialista en Gestión Contable de las UEB

Modelos: SC-2-12 –Factura

SC-2-07- Solicitud de Entrega

SC-2-08 -Vale de Entrega o Devolución

Procedimiento 3: Conformación de Expedientes de Cobro por Clientes

Objetivo: Confeccionar los Expedientes de Cobro por cliente.

Alcance: Para ser aplicado por la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos

Referencia:

- Resolución No. 014/07 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2007)
- Resolución No. 060/2011 (Cuba. Contraloría General República, 2011)

Términos y Definiciones

Expediente: Se formará expediente con aquellos asuntos que se documentan por escrito siempre que sea necesario mantener reunidas todas las actuaciones para resolver.

Desarrollo:

El área de contabilidad y finanzas de las UEB habilitarán, actualizarán y custodiarán los expedientes de cuentas por cobrar por cada uno de los clientes.

Responsable:

- Contador C de las UEB

Modelos: Expedientes de cobro por cliente.

Procedimiento 4: Conciliaciones Periódicas de las Cuentas por Cobrar

Objetivo: Realizar las conciliaciones de las Cuentas por Cobrar según las antigüedades por clientes con deudas.

Alcance: Para ser aplicado por la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos.

Referencia:

- Resolución No. 235/05 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2005b)
- Resolución No. 294/05 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2005c)
- Resolución No. 290/07 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2007b)
- Resolución No. 020/09 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2009)

- Decreto Ley No. 249/07 (Cuba. Consejo de Estado, 2007)
- Resolución No. 060/11 (Cuba. Contraloría General República, 2011)

Términos y Definiciones:

Conciliación: Acto en el cual el cliente reconoce la deuda contraída con el proveedor, se realiza por medio de un reporte que emite el programa VERSAT Sistema de Contabilidad General, Cobros y Pagos, constituyendo el respaldo documental.

Desarrollo:

En el acto de conciliación de las deudas pendientes de pago por los clientes, cuyos saldos sobrepasan los términos contractuales establecidos, quedaran reconocidas las facturas que la sustenta, su importe y la fecha de compromiso de pago.

Responsable:

- Contador C de las UEB
- Especialista "C" en Gestión Comercial de las UEB
- Especialista en Gestión Contable de las UEB

Modelos: SC-3 Conciliación

Procedimiento 5: Cobro a Clientes

Objetivo: Reglamentar la ejecución de todos los cobros en (CUP) y en (CUC) que se deriven de una relación de venta de productos y/o de prestación de servicios.

Alcance: Para ser aplicado por la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos

Referencia:

- Resolución No. 101/2011 (Cuba. Banco Central, 2011)
- Resolución 143/2013 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2013)
- Resolución No. 87/2014 (Cuba. Banco Central, 2014)

Cheques: Orden escrita girada por un depositario contra su banco para el pago de una suma de dinero al que se designe.

Desarrollo:

Considerando las formas de venta que se generan a partir del objeto empresarial de cada UEB, los cobros asumen las modalidades de cobros en efectivo o mediante un instrumento de pago.

Específicamente en las UEB Granjas Urbanas, se combinan las ventas a la población en sus organopónicos, con cobro en efectivo y ventas a entidades, aceptando para su pago instrumentos establecidos. Independientemente de las formas de relaciones de compra venta que se establezcan entre el proveedor y el cliente, el personal implicado de cada área trabajará por lograr la mayor celeridad posible en la

rotación del efectivo y en la liquidación de las transacciones, con el fin de propiciar una consecuente reducción del ciclo de cobros y de los recursos financieros en tránsito.

Responsables:

- Especialista "C" en Gestión Comercial de las UEB
- Técnico en Gestión Contable (Cajero)
- Contador C de las UEB

Modelos: SC- 3-01: Recibos de Efectivo

Estado de Cuenta

Letra de Cambio

Procedimiento 6: Reclamación por incumplimiento de relaciones contractuales

Objetivo: Regular el proceder a seguir con los clientes con incumplimientos contractuales.

Alcance: Para ser aplicado por la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos.

Referencia:

- Resolución No. 235/05 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2005b)
- Resolución No. 101/2011 (Cuba. Banco Central, 2011).
- Instrucción No. 220 de 2013 (Cuba. Tribunal Supremo Popular, 2013).
- Resolución No. 494/2016 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2016)

Términos y Definiciones:

Cuenta por Cobrar Vencida: Se considera una Cuenta por Cobrar Vencida, cuando la misma sobrepasa el límite permisible y establecido por la legislación vigente en el país, o la fecha de compromiso de pago que aparece en el Acta de Conciliación.

Desarrollo:

Una vez transcurrido el término de tiempo pactado en contrato entra ambas partes y el cliente no haber cumplido su compromiso de pago, se procederá a realizar conciliación y a establecer el proceso de reclamación.

De no solucionarse en el tiempo establecido legalmente se tramitará ante el Tribunal de Justicia.

El proceso se inicia con la información que se muestra en el expediente del cliente, contentivos de las antigüedades detalladas, conciliaciones y otros documentos probatorios, se entregaran en la Dirección Contable Financiera de la Empresa por los Especialistas de cada UEB.

Responsables:

- Contador C de las UEB:
- Especialista en Gestión Contable de las UEB

- Director Contable Financiero
- Especialista en Asuntos Jurídicos
- Director General

Modelos: Estado de Cuenta

Modelos de Reclamaciones

Procedimiento 7: Cancelación de las Cuentas por Cobrar

Objetivo: Elaborar el expediente en el caso de las Cuentas por Cobrar consideradas incobrables.

Alcance: Para ser aplicado por la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos

Referencia:

- Resolución No. 235/05 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2005b)
- Resolución No. 020/2009 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2009)
- Resolución No. 060/11(Cuba. Contraloría General, 2011)
- Resolución No. 494/2016 (Cuba. Ministerio Finanzas y Precios, 2016)

Términos y Definiciones:

Pérdidas en Investigación: Representan, de forma transitoria, el importe de las pérdidas por deterioro de los recursos por situaciones excepcionales

Desarrollo:

Una vez culminado el proceso de reclamación ante el Tribunal de Justicia si esta se diera sin lugar, se procede a la conformación del expediente correspondiente a Pérdidas en Investigación por Cuentas por Cobrar, considerando que la Empresa no tiene autorizada la creación de reservas para Cuentas Incobrables.

Responsables:

- Especialista en Asuntos Jurídicos
- Contador C de las UEB
- Especialista en Gestión Contable de las UEB
- Director General de la Empresa

Modelo: Resumen Comisión de Inventarios

Registros y Modelos del Sistema Informativo

Modelo SC-2-12 – Facturas

Modelo SC-2-07-Solicitud de Entrega

Modelo SC-2-08-Vales de Entrega o Devolución

Modelo SC- 3-01-Recibos de Efectivo

Validación del Manual de Procedimientos mediante el método de criterio de especialistas

En la validación del Manual de Procedimientos diseñado para el control de las Cuentas por Cobrar en la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos, se consideran los principios, características y objetivos

del Sistema de Control Interno, adaptado a las características de la entidad y vinculado a las diferentes actividades que complementan el trabajo del Comité de Supervisión y Control, considerando además que pueda servir como referencia a otras empresas con similares características.

Elementos metodológicos que se consideraron en la aplicación práctica del método

- La elaboración del cuestionario.
- Seleccionar los especialistas de acuerdo con los criterios establecidos
- Aplicar los cuestionarios de opiniones a los especialistas
- Procesan los resultados de las valoraciones emitidas por los especialistas utilizando el software estadístico SPSS

Resultados de la validación

Las preguntas formuladas en el cuestionario están en función de determinar la eficacia, viabilidad y aplicabilidad del Manual de Procedimientos diseñado, así como su nivel de actualización y contribución a la elevación de la eficacia del Sistema de Control Interno de la entidad, el mismo tiene la particularidad de que está confeccionado de manera que cada especialista ofrece su opinión sobre cada una de las cuestiones a través de 5 categorías evaluativas, Muy adecuado (MA), Bastante (BA), Adecuado (A), Poco adecuado (PA), Inadecuado (I).

En la selección de los especialistas se consideró su currículo, años de experiencia laboral, años vinculados al sector, su competencia, capacidad de análisis y de pensamiento, creatividad, las responsabilidades desempeñadas en la entidad y conocimientos del tema de investigación, además se precisó su disposición.

El cuestionario fue aplicado a 13 especialistas seleccionados y como resultado se obtuvo que el 90 % de los consultados opinan que el diseño del Manual de Procedimientos en la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos es Muy Adecuado, el 8% considera que es Bastante Adecuado y el 2 % piensan que es Adecuado, por lo que su diseño responde al problema que se plantea y constituye una herramienta para fortalecer el control de las Cuentas por Cobrar ya que permite dar solución a las deficiencias detectadas por las Auditorías, además cumple con los principios básicos establecido en la Resolución 60/2011 de la Contraloría de la República de Cuba, lo que incidirá en el cumplimiento de los objetivos propuesto por la entidad en esta temática.

CONCLUSIONES

La búsqueda bibliográfica realizada en el ámbito internacional y nacional sobre el tema de investigación permitió conocer criterios actualizados en cuanto

al Sistema de Control Interno y su vínculo con los Manuales de Procedimiento.

Al evaluar integralmente los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado al estado de las Cuentas por Cobrar, en la entidad objeto de estudio, demostró la necesidad del diseño del Manual de Procedimientos, en cumplimiento de lo establecido en la Resolución 60/11 de la Contraloría General de la República de Cuba.

El diseño del Manual de Procedimientos para el Subsistema de Cuentas por Cobrar considerando las características de la Empresa Integral Agropecuaria Cienfuegos, propicia establecer funciones, fijar responsabilidades y contribuir a la organización del proceso contable en esta temática.

Al validar por criterio de especialistas el Manual de Procedimientos diseñado los resultados obtenidos arrojaron que el 90 % de los especialistas consultados opinan que es Muy Adecuado por lo que constituye una herramienta de trabajo para fortalecer el Subsistema de Cuentas por Cobrar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuba. Consejo de Ministros. (2012). Decreto-Ley No. 310/2012. La Habana: Consejo de Ministros.
- Cuba. Banco Central. (2011). Resolución No. 101/2011. La Habana: Banco Central.
- Cuba. Banco Central. (2014). Resolución No. 87/2014. La Habana: Banco Central.
- Cuba. Consejo de Estado. (2007). Decreto Ley No. 249/07. La Habana: Consejo de Estado.
- Cuba. Consejo de Estado. (2012). Decreto-Ley No. 304/201. La Habana: Consejo de Estado.
- Cuba. Contraloría General República. (2011). Resolución 60/2011. **Sistema de Control Interno**. La Habana: Contraloría General República.
- Cuba. Ministerio de Finanzas y Precios. (2005a). Resolución No 54/2005. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (2005b). Resolución 235/2005. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (2005c). Resolución No. 294/05. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio de Finanzas y Precios. (2007). Resolución No 24/2007. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (1998). Resolución No. 006/1998. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (2007a). Resolución No. 091/2007. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (2007b). Resolución No. 290/07. La Habana: MFP.

- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (2009). Resolución No. 020/09. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (2013). Resolución 143/2013. La Habana: MFP.
- Cuba. Ministerio Finanzas y Precios. (2016). Resolución 494/2016. La Habana: MFP.
- Palacio, R. (2012). *Manual de Procedimientos para el control de las Cuentas por Cobrar*. Observatorio de la Economía Latinoamericana, 175. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012a/control-cuentas-cobrar.html>
- Partido Comunista de Cuba. (2011). Lineamientos de la Política Económica y Social del país. La Habana: PCC.

13

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA ANTE EL RIESGO DE DESASTRES NATURALES EN EL ECOSISTEMA MONTAÑAS DE GUAMUHAYA

METHODS AND PROCEDURES FOR THE ECONOMIC ASSESSMENT OF THE RISK OF NATURAL DISASTERS IN THE ECOSYSTEM MOUNTAINS GUAMUHAYA, CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS

Dayli Díaz Domínguez¹

E-mail: dddominguez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1966-0060>

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Díaz Domínguez, D. (2019). Procedimiento metodológico para la valoración económica ante el riesgo de desastres naturales en el ecosistema Montañas de Guamuhaya. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 97-102. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La investigación respondió a la necesidad que fue detectada por el gobierno nacional relacionado con el conocimiento del valor económico de todos los bienes y servicios que son capaces de proveer los ecosistemas, de modo que se conozca con exactitud cuánto se afectaría ante la ocurrencia de un evento extremo. Su objetivo general es diseñar un procedimiento metodológico para la valoración económica los bienes y servicios del ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua, Cienfuegos ante el riesgo de desastres naturales. Para adquirir la información primaria se empleó el Método TZ Combinado para la selección de los expertos que auxiliarían todo el trabajo. Se aplicó una encuesta para identificar los bienes y servicios más significativos del ecosistema y la información fue procesada en el paquete estadístico SPSS 23.0. Los principales resultados radican en un procedimiento que permite efectuar dicha valoración.

Palabras clave:

Bienes, servicio, valoración económica, ecosistema.

ABSTRACT

Research responded to the need that was detected by the national government related to the knowledge of all goods and services that are capable of providing ecosystem, so that is known with what exactly would be affected upon the occurrence of an extreme event. It is included in a project associated with the program. Its overall objective is to design a methodology for economic valuation of ecosystem goods and services Guamuhaya Mountains, Cumanayagua, Cienfuegos to the risk of natural disasters. To acquire primary information TZ Combined Method was used for the selection of experts that help with all the work. A survey was conducted to identify the most significant ecosystem goods and services and the information was processed in SPSS 23.0. The main results lie in a procedure to make such an assessment.

Key words:

Goods, services, economic valuation, ecosystem.

INTRODUCCIÓN

La valoración económica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad. Si se muestra que la conservación de la biodiversidad puede tener un valor económico positivo mayor que el de las actividades que la amenazan, la información que se pueda generar sobre sus beneficios ecológicos, culturales, estéticos y económicos apoyará las acciones para protegerla y conservarla productivamente, convirtiéndose en una herramienta importante para influir en la toma de decisiones gubernamentales y sociales, colectivas e individuales.

Es de notarse que la valoración económica es sólo un instrumento útil para la gestión de los recursos naturales que permite, si es adecuadamente utilizado, para la priorización de las actividades de la sociedad, siendo aplicable en todos los sistemas existentes, independientemente de los modelos de desarrollo adoptados por los diversos países.

Esta valoración a los Bienes y Servicios Ecosistémicos (BSE) permite sentar las bases para que los gobiernos intervengan corrigiendo las pérdidas producto de los Eventos Extremos (EE) y los comportamientos inapropiados en relación con los recursos naturales.

En relación con las futuras generaciones, la valoración de estos bienes y servicios podría cuantificar la carga que les significará el consumo actual, o los recursos cuyo uso debe limitarse para no cancelar las opciones en el devenir.

Un aspecto fundamental en esta tarea de valoración económica es la capacidad social de medir los beneficios que presta la naturaleza y los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, así como la adquisición de una conciencia social y una actitud responsable ante la conservación de los recursos naturales. Un valor inadecuadamente bajo, o nulo, promueve el uso abusivo del recurso y produce inequidades sociales, al tiempo que es computado como aportación mínima a la economía. La conservación de los recursos biológicos y su biodiversidad, para generaciones presentes y futuras, está en el centro mismo del objetivo del desarrollo sostenible.

El diseño de un procedimiento metodológico para la valoración económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos, constituye una herramienta que ofrece pasos específicos para posteriormente desarrollar la valoración económica antes descrita. En Montañas de Guamuha se ha tenido en cuenta las características propias del espacio. Se contribuye a identificar dónde se hace preciso ofrecer medidas preventivas con una mayor intencionalidad de modo que se preserven los recursos naturales para el disfrute de las generaciones presentes y futuras, que no es más que trabajar por un desarrollo sostenible en el área objeto de estudio

DESARROLLO

En el presente trabajo se conceptualizan términos y definiciones necesarios para el desarrollo de la presente investigación, los fundamentos económicos de la valoración que servirán como base técnica para la descripción de cada metodología.

Bienes: cualquier elemento, tangible o intangible, que sea útil para el hombre y le satisfaga, directa o indirectamente, algún deseo o necesidad individual o colectiva, o que contribuya al bienestar de los individuos. **Servicios:** funciones eco-sistémicas que benefician al hombre (regulación hídrica, belleza escénica, refugio de especies, etc.).

Valoración Económica: instrumento al servicio de la política ambiental, mediante el cual se pretende imputar valores económicos a los bienes y servicios ambientales. Es una herramienta útil y complementaria en la formulación de políticas a favor de la sostenibilidad (Machín & Casas, 2006).

Ecosistema: constituyen espacios medioambientales localizados en áreas determinadas, conformados por diferentes comunidades de organismos vivos que interactúan con los elementos físicos (aire, suelo, agua) de los sitios en que dichas comunidades bióticas se insertan. A los ecosistemas se les diferencia según sus comunidades bióticas, las características de sus hábitats y sus procesos naturales específicos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2014).

La idea fundamental se basa en la elaboración de un procedimiento metodológico que contribuya a la valoración económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos en ecosistemas de montañas pertenecientes al Plan Turquino. Se aplica el procedimiento propuesto hasta el paso 5 teniendo en cuenta la imposibilidad de su total aplicación en esta investigación.

Constituye una herramienta para la toma de decisiones que, ante la ocurrencia de un evento extremo y/o desastre se pueda realizar de forma ágil y rápida la valoración económica que se menciona. El procedimiento que se propone abarca a todos los Bienes y Servicios Ecosistémicos de los ecosistemas teniendo como base los estudios de Peligro Vulnerabilidad y Riesgo realizados. Su importancia se atribuye a la estimación de daños sobre el capital natural el ecosistema objeto de estudio, el Valor Económico Total que presenta y el impacto social atribuido, a partir de la valoración económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos. Constituye la base para futuras investigaciones donde se llegue a ofrecer un Valor Económico Total al ecosistema y se defina el impacto social que pudiera tener la afectación de un evento extremo en un espacio geográfico de este tipo. El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente ha elaborado una Guía metodológica para la Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos y Daños Ambientales que ofrece los elementos a tener

en cuenta. Esta se estructura en dos etapas de las cuales solo la primera será objeto de aplicación en este trabajo dado que comprende la valoración previa o ex ante a la ocurrencia de un evento extremo y/o desastre y la segunda la valoración posterior o in situ. A partir de los pasos contenidos dentro de ella y del consenso de los expertos se diseña un procedimiento a seguir en esta investigación para llegar al cumplimiento del objetivo. A continuación se presenta el procedimiento metodológico que se desarrollará para cumplimentar el objetivo del trabajo y dar respuesta al problema planteado. Así mismo se detallan cada uno de los pasos que lo conforman:

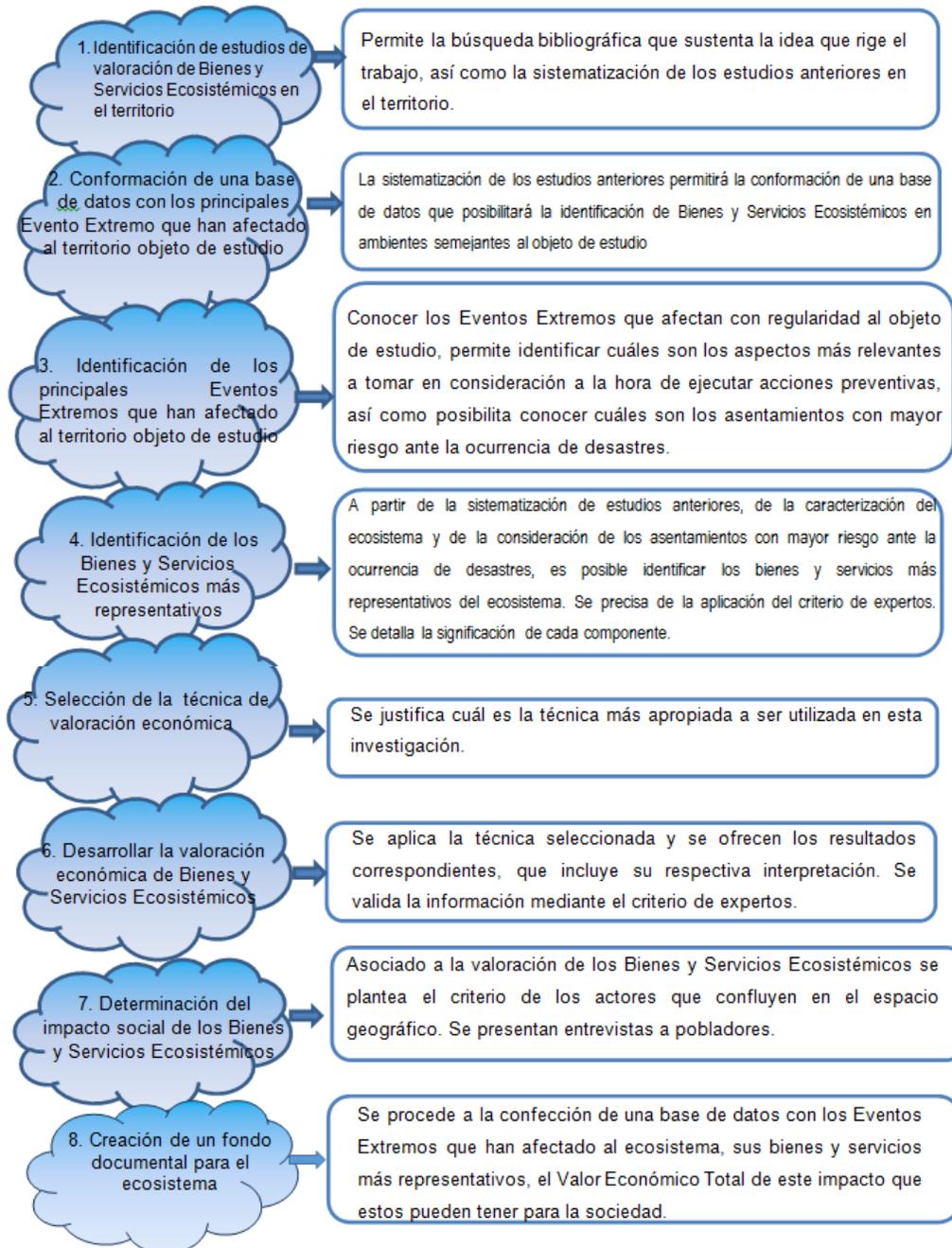


Figura 1. Procedimiento metodológico propuesto.

Debe tenerse en cuenta que estos pasos permiten establecer valores a los bienes y servicios contenidos dentro de un ecosistema, con lo cual se contribuye inexorablemente a la próxima etapa que se establece en la guía antes mencionada.

Para ofrecer respuesta a los objetivos de la presente investigación se procede a aplicar los pasos antes mencionados.

Paso 1: Identificación de estudios de valoración de Bienes y Servicios Ecosistémicos en el territorio.

Es importante señalar en este momento que con anterioridad a la realización de este trabajo, no se cuenta en la provincia Cienfuegos con ningún otro acercamiento al tema. Ello significa que los resultados serán totalmente relevantes en este sentido. Sin embargo, a nivel nacional destacan los esfuerzos de varias provincias entre las que se destaca Pinar del Río, La Habana, Villa Clara y Guantánamo. La información arrojada en dichas investigaciones será tomada en cuenta en los próximos pasos a seguir siempre y cuando los ecosistemas analizados puedan tener alguna semejanza con Montañas de Guamuhaya. Entre los estudios más significativos se encuentran:

- Bases teórico-metodológicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales a partir de técnicas de decisión multicriterio. Estudio de caso: Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, República de Cuba, de Santoyo (2011).
- Procedimiento para la valoración económica y ambiental de la actividad minera del níquel, de Reynaldo Arguelles (2013).
- Valoración de algunos servicios ambientales: Estudio de caso ecosistema Ciénaga de Zapata (Marrero, 2015).

Todas estas investigaciones han permitido arribar a la conclusión de que la valoración económica de los Bienes y Servicios Ecosistémicos, sirve de fundamentación para que sus receptores aporten a su conservación y protección. De esta forma se contribuye a la toma de decisiones que favorezca el bienestar humano dentro del ecosistema. Sin embargo, aún se precisa continuar trabajando en la conformación de bases de datos que relacionen los resultados de cada investigación y que propicien el desarrollo de futuras investigaciones.

Paso 2: Conformación de una base de datos con los principales resultados obtenidos.

Este paso resulta importante a tener en cuenta dado que constituye la base para la identificación de los bienes y servicios que pueden estar presentes en ecosistemas similares. Para cumplimentarlo se confecciona una base de datos con resultados de investigaciones sobre el tema en cuestión, que incluye sistematización de experiencias anteriores en el país. Es importante señalar que estudios de este tipo no se han identificado en Cienfuegos. El desarrollo de este paso ha permitido corroborar las ideas que se presentan en la Guía Metodológica que elabora el CITMA. Entre ellas existen dos formas principales de clasificar los Bienes y Servicios Ecosistémicos internacionalmente reconocidas: según los tipos de servicios que ofrecen y según el valor económico total. A pesar de que ambas se complementan, la segunda resulta más conveniente utilizar dado que es más ilustrativa y evita cualquier

problema de doble contabilidad porque solo valoriza los beneficios finales.

- Sobre la base de las funciones que desempeña el ecosistema son declarados por sus distintos usuarios los tipos de usos para así llegar a estimar su valor de uso y de no uso.
- Se emplea el Valor Económico Total para mostrar los resultados finales. Este se complementa con la sumatoria del valor de uso directo, el indirecto, el valor de opción y el valor de existencia.

Lo anterior será tomado en cuenta para los siguientes pasos.

Paso 3: Identificación de los principales eventos extremos que pueden afectar al territorio objeto de estudio.

Los principales eventos extremos que han afectado a la región montañosa de la provincia Cienfuegos son los siguientes:

- Inundaciones por intensas lluvias.
- Fuertes vientos.
- Deslizamientos de tierra.
- Sequía.
- Incendios forestales

Los Consejos Populares con Alta Vulnerabilidad ante todos estos eventos extremos son: Las Moscas, Crucesitas, El Sopapo, Cuatro Vientos y Camilo Cienfuegos, El Sopapo, Rafaelito. Prácticamente todo el territorio de la montaña es susceptible a la ocurrencia de incendios forestales debido al alto grado de cobertura boscosa, lo que involucra a todos los asentamientos existentes.

Paso 4: Identificación de los bienes y servicios de este ecosistema.

Se expresan los resultados de ambas formas de clasificar los Bienes y Servicios Ecosistémicos internacionalmente reconocidas: según los tipos de servicios que ofrecen y según el Valor Económico Total. A pesar de que ambas se complementan, la segunda resulta más conveniente utilizar dado que es más ilustrativa y evita cualquier problema de doble contabilidad porque solo valoriza los beneficios finales, además nos apoyamos en la Guía Metodológica de Bienes y Servicios Ecosistémicos y Daños Ambientales. Para la selección del sistema de componentes, se hizo recopilación de la información de los expertos, teniéndose como base los principios de la Teoría de la Comunicación y las posibilidades que brinda el procesamiento de sus respuestas.

El listado inicial fue el que sigue:

1. Ecoturismo
2. Paseos a caballo
3. Senderismo

4. Superficie en producción
5. Acopio
6. Frutales
7. Plátano
8. Ovino- Caprino
9. Otras ganaderías
10. Coníferas
11. Producción de biomasa
12. Producción de combustible fósil
13. Protección del suelo
14. Generación eléctrica por hidroenergía
15. Suministro de agua
16. Calidad del agua
17. Endemismo de flora
18. Exotismo de flora
19. Endemismo de fauna
20. Exotismo de fauna
21. Valor Geomorfológico
22. Captación de CO₂
23. Agroproductividad
24. Afectaciones a las personas por enfermedades respiratorias
25. Cortinas rompe vientos
26. Afectaciones a los viales
27. Infraestructura
28. Calidad de vida
29. Riqueza histórico-cultural
30. Personas con el servicio de utilización del agua
31. Calidad del agua del servicio que se presta
32. Plantas medicinales
33. Belleza escénica
34. Proyectos de investigación científica

La identificación de los bienes y servicios más representativos del ecosistema se desarrolla a partir de una encuesta que se aplica a los expertos seleccionados. Para su desarrollo se les propuso a los expertos un total de componentes en un cuestionario diseñado por la autora a partir de la revisión bibliográfica. En resumen, existe un consenso entre las valoraciones dadas por los expertos, así lo confirma la Prueba no paramétrica W de Kendall, en la que se obtiene una significación asintótica (0,001) menor que 0,05 (nivel de significación prefijado para el estudio), lo que permite afirmar que existe acuerdo entre los expertos participantes sobre las valoraciones emitidas acerca de los bienes y servicios más representativos para el ecosistema.

Según el rango otorgado, los tres bienes y servicios de mayor importancia son:

1. Cultivos varios.
2. Eventos extremos (cortina rompe-vientos).
3. Asentamientos humanos (infraestructura y calidad de vida).

Paso 5: Selección de la técnica de valoración económica a emplear en este caso de estudio.

Como parte de este procedimiento se propone emplear la técnica de Costo/Beneficio. Esta es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad. Es usada para evaluar programas o proyectos de Inversión, que consiste en comparar costos con los beneficios asociados a la realización del proyecto (Martínez, 2013). Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación (B/C) hallada en comparación con 1, así se tiene lo siguiente:

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+d)^t}}$$

B_t = Beneficios del año t

C_t = Costos en el año t

d = Tasa de descuento

n = Número de años

t = Número del año que se calcula

- B/C > 1 indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.
- B/C=1 Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.
- B/C < 1, muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.
- Consiste en obtener la razón entre los beneficios actualizados del proyecto y los costos actualizados de proyecto.

En la presente investigación solamente podrá ser aplicado el procedimiento hasta este paso teniendo en cuenta que se precisa de la introducción del riesgo de desastres naturales en el análisis costo beneficio, lo que sugiere un estudio más exhaustivo y detallado, constituyendo una experiencia novedosa y que será objeto de otra investigación subsiguiente a la que se presenta.

CONCLUSIONES

En la actualidad los estudios de valoración económica ambiental constituyen para la ciencia económica

contemporánea, una importante contribución al proceso de toma de decisiones asociado a la gestión integral de los recursos ambientales en los espacios naturales.

Se utiliza el Método TZ combinado para la selección de los expertos. El equipo está integrado por especialistas de todas las áreas que se vinculan con el análisis del medio ambiente en la provincia Cienfuegos.

Se diseña un procedimiento metodológico para la evaluación económica de bienes y servicios que puede ser extensivo a otros ecosistemas de montaña. Consta de 8 fases y se determinan dentro de él los bienes y servicios que deben ser evaluados.

- Se valida la propuesta realizada con el criterio de los expertos y la utilización del paquete estadístico SPSS versión 23.0.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2014). *Manual para la evaluación de desastres*. Santiago de Chile::CEPAL.

Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2011). *Estudio de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo*. La Habana: CITMA.

Machín, M. M., & Casas, M. (2006). Valoración Económica de Recursos Naturales. Pinar del Río, Cuba: Universidad de Pinar del Río.

Marrero Marreo, M. (2015). Valoración de algunos servicios ambientales: Estudio de caso ecosistema Ciénaga de Zapata. Recuperado de http://cict.umcc.cu/repositorio/directorio_eventos/cium%202009/ECODES/Trabajos/ECO-11.pdf

Martínez, A. (2013). Análisis costo beneficio. Recuperado de <https://es.slideshare.net/alejandramartineztapia/analisis-costo-beneficio>

Reynaldo Arguelles, C. L. (2012). Procedimiento para la valoración económica y ambiental de la actividad minera del níquel. *Revista Cuba*, 5, 10. Recuperado de <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/602>

Santoyo, A. H. (2011). *Bases teórico metodológicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales a partir de técnicas de decisión multicriterio. Estudio de caso: Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, República de Cuba*. (Tesis de Doctorado). Alicante: Universidad de Alicante.

14

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

COSTOS PREDETERMINADOS DE PREVENCIÓN Y RESTAURACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL, EN EL ECOSISTEMA MONTAÑAS DE GUAMUHAYA CIENFUEGOS, ANTE EL RIESGO DE DESASTRES NATURALES

COSTS PREDETERMINED SPARE AND RESTORATION OF THE ENVIRONMENTAL DAMAGE, IN THE MOUNTAINS ECOSYSTEM OF GUAMUHAYA CIENFUEGOS, IN THE PRESENCE OF THE RISK OF NATURAL DISASTERS

Mislaide Godoy Collado¹

E-mail: mgodoy@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7142-4853>

Rita María López García¹

E-mail: rita@radiocuba.cu

Adrián Cabrera González¹

E-mail: acgonzalez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8735-5178>

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Godoy Collado, M., López García, R. M., & Cabrera González, A. (2019). Costos predeterminados de prevención y restauración del daño ambiental, en el ecosistema Montañas de Guamuhaya Cienfuegos, ante el riesgo de desastres naturales. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 103-111. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El objetivo del artículo es predeterminar los costos de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos ante el riesgo de desastres naturales. Es llevada a cabo a partir de la necesidad de contribuir a la gestión del costo en este ecosistema, así como proveer a la Unidad Empresarial de Base Agroindustrial Cumanayagua del costo unitario y el gasto total predeterminado por cada una de las acciones adoptadas para prevenir y restaurar el daño ambiental, en función de las normas establecidas para el consumo de materiales y el aprovechamiento de los recursos humanos y tecnológicos dispuesto por el Ministerio de la Agricultura cubano para esta actividad. Para su desarrollo se emplearon métodos de carácter teórico y empíricos, tales como el histórico – lógico, el analítico – sintético, el análisis de documental, la observación directa, discusión grupal, la entrevista, y el procesamiento de la información, a partir de los que se lograron calcular los costos estimados, bajo condiciones normales, de las principales acciones que se realizan por esta entidad, información con la que la dirección puede profundizar en sus procesos de planificación, control y toma de decisiones sobre bases más objetivas y contribuir a la gestión del costo.

Palabras clave:

Ecosistema de montañas, costos de prevención, costos de restauración, daño ambiental.

ABSTRACT

The objective of the article is predetermine the spare costs and restoration of the environmental damage in the mountains ecosystem of Guamuhaya, Cienfuegos in the presence of the risk of natural disasters. This investigation is developed as from the need to contribute to the step of the cost in this ecosystem, when deciding to the UEB Agroindustrial Cumanayagua of the unit cost and the predetermined total expense for each of the adopted actions to prevent and restore the environmental damage in function of the established norms for the consumption of materials and the use of the human and technological resources arranged by the Cuban Agriculture Ministry for this activity. For your development employed methods of theoretical and empiric character, just as the historical, logical, the analytics, synthetic, the documentary analysis, the direct observation, discussion group, the interview, and the information processing, as from the ones that managed to calculate the low estimated costs themselves normal conditions of the main actions that come true at this entity the administration can deepen with in his processes of planning, control, information and take of decisions on more objective bases and contributing to the step of the cost.

Keywords:

Ecosystem of mountains, spare costs, restoration costs, environmental damage.

INTRODUCCIÓN

La preocupación entorno a esta situación de los territorios montañosos reviste una significativa actualidad, ejemplo de ello son las variadas organizaciones internacionales que prestan especial atención a los problemas de estas regiones.

Cuba no ha sido ajeno a la preocupación por la asimilación de los terrenos montañosos. Los ecosistemas montañosos tienen un protagonismo esencial en la economía cubana, ya que además de las exportaciones agrícolas, su principal producto es la generación de agua, que determina la estabilidad de la economía y del medio ambiente cubano. Lograr la recuperación de los ecosistemas montañosos, es una necesidad vital para el medio ambiente y la economía cubana, donde el ordenamiento de la actividad productiva acorde al potencial económico del ecosistema, es una necesidad imperiosa, para la sostenibilidad de la vida y la cultura cubana (Vega, 2009).

Diversos han sido los aportes en función de la protección del medio ambiente. Se ha establecido la Estrategia Ambiental Nacional (EAN) donde se identifican los principales problemas ambientales nacionales; se cuenta con el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, la Ley 81 de Medio Ambiente y se promueve la investigación científica y la innovación tecnológica en función de este, acordes todos con la política económica y social del país, referida en este caso en Lineamientos 103 y 107 y en el Plan de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 en su eje estratégico: Recursos naturales y medio ambiente, objetivo general 1 y objetivo específico 3. De igual manera se organiza la preparación del pueblo y de los órganos del Estado dirigidos desde la Directiva 1 del Presidente del Consejo Nacional de la Defensa Civil.

Cuba ha prestado singular atención a este tipo de ecosistema. Existen en el país cinco grandes grupos: la Cordillera de Guaniguanico en el occidente, el Grupo Guamuhaya y la Sierra de Bamburanao en el centro, la Sierra Maestra al sur de la parte oriental y el Grupo Nipe-Sagua-Baracoa al noreste del extremo oriental, formando parte todas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Cabrera, 2016).

El Grupo Guamuhaya se ubica entre las provincias Villa Clara, Santi Spíritus y Cienfuegos. En esta última solamente abarca el 60% del municipio Cumanayagua, constituyéndose este como el centro de atención del presente trabajo investigativo dada la diversidad de aspectos y características entre los territorios.

Los distintos Organismos de la Administración Central del Estado (OACE) y otros como el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) desarrollan investigaciones para promover el manejo adecuado de este ecosistema. Entre ellas se encuentran los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos

(PVR), donde se identifican aquellas zonas más proclives a los eventos extremos como los incendios en áreas rurales, las inundaciones por intensas lluvias, los deslizamientos de tierras, sismos y fuertes vientos, los cuales, a pesar de no ser exclusivos para el área de montaña, si muestran la alta vulnerabilidad ecológica de la zona de montaña, mas, no incluyen la estimación económica del daño ambiental ante la ocurrencia de un evento extremo.

Por ello la autora considera que los costos ambientales de prevención y de restauración se han vuelto relevantes, pues permiten medir el daño ambiental causado antes y después de la ocurrencia de eventos extremos.

Los costos predeterminados de prevención van a permitir la eliminación de potenciales causas de impactos ambientales negativos, mientras que los de restauración permitirán recuperar la funcionalidad del ecosistema y generar valores, bienes y servicios a la sociedad.

En los ecosistemas montañosos, los bosques cubren 9500 km² de su superficie y se calcula que el 50 % de ellos están dañados, siendo la región central la que presenta peor situación ecológica, viéndose amenazados fundamentalmente por eventos extremos.

Dentro de la variedad de ecosistemas existentes en la provincia de Cienfuegos, se encuentra el ecosistema Montañas de Guamuhaya, el cual posee una enorme diversidad biológica de flora y fauna, así como parajes de gran significación biológica, histórica y turística. En la actualidad este ecosistema de montañas se ve muy afectado por el acontecimiento de eventos extremos que ocasionan daño ambiental, lo que ha provocado su deterioro. Sin embargo, a pesar de contar con diversas investigaciones acerca de la valoración económica de los Bienes y Servicios Ecosistémicos (BSE) que este proporciona y una Guía Metodológica que constituye un apoyo sustantivo para los gobiernos territoriales pues de forma rápida pueden desarrollar este tipo de valoración ante la ocurrencia de eventos extremos en el país, y tomando como base que es un ecosistema no sostenible (Díaz Gispert, 2011) y la vulnerabilidad ecológica de este espacio geográfico, no se cuantifican los recursos que deben ser sacrificados para la prevención y restauración del daño ambiental en caso de desastres naturales. Esto impide tomar decisiones eficientes y eficaces al carecer de herramientas para su predeterminación.

El objetivo general de esta investigación es predeterminar los costos de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos ante el riesgo de desastres naturales.

La investigación que se presenta combina una serie de técnicas y herramientas que facilitan la obtención de datos para el análisis del objeto de estudio, estos

son: entrevistas, observaciones, revisión, estudios y análisis de los costos de las principales acciones que se realizan para la prevención y restauración del daño ambiental y las normas establecidas para cada una. Asimismo, se ha consultado una amplia bibliografía nacional e internacional que ha constituido la base para su desarrollo.

DESARROLLO

Según la Asamblea Nacional del Poder Popular de Cuba (1997), el ecosistema es un sistema complejo con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico.

El sistema montañoso cubano está conformado por cinco macizos: la cordillera de Guaniguanico, en la región occidental; la Sierra de Bamburanao y el macizo de Guamuhaya, también conocido como Escambray, en la región central; y la Sierra Maestra y el Macizo Nipe-Sagua-Baracoa, en la región Oriental (Vilamajó Alberdi, et al., 1997), que abarcan una extensión de 1 977,5 Mha., representan el 18% de la superficie del archipiélago cubano y están conformados por montañas bajas y medias, siendo la máxima altitud la del Pico Real del Turquino, con 1 974 m. Más del 37% de las áreas boscosas del país se encuentran en las zonas montañosas. (Pino Rodríguez, et al., 2008).

En la actualidad los ecosistemas de montañas se ven afectados en gran medida por eventos extremos que inciden en su conservación debido al daño ambiental que estos ocasionan.

Un evento extremo es el fenómeno natural que por su magnitud no se repite con frecuencia como por ejemplo las intensas lluvias, huracanes, tornados y otros. Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo facilitan la gestión de estos eventos y los desastres naturales y determinar la magnitud de su impacto sobre los ecosistemas. (Organización de las Naciones Unidas, 2009)

Como parte del análisis general del riesgo se aprecian los peligros de desastres. Estos pueden ser de origen natural, tecnológico y sanitario, según la clasificación expresada en la Directiva No. 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la reducción del riesgo de desastres (2018).

De la clasificación aportada por esta directiva, se presentan los relativos a los ecosistemas de montaña.

- De origen natural:

De origen hidrometeorológico o geológico:

Los hidrometeorológicos son: los fuertes vientos, inundaciones por intensas lluvias y sequía intensa.

Los geológicos son: los sismos y deslizamiento del terreno.

Otros peligros de origen natural son los incendios en áreas rurales.

Todos estos eventos extremos pueden ocasionar efectos perjudiciales sobre los ecosistemas de montaña, los que generalmente se traducen en un daño ambiental.

El daño ambiental es toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo inferido al medio ambiente en su conjunto o a uno o más de sus componentes. En el caso que se ocupa, el daño ambiental está relacionado con el componente denominado medio físico o natural.

Esos daños, en término de efectos pueden ser mitigados, para ello se hace necesario implementar medidas para reducirlos a un nivel inferior del umbral crítico considerado significativo. Esas acciones generan costos que forman parte de los costos totales de cualquier proyecto o programa. Esos costos ambientales deben ser comparados con los beneficios atribuibles a las medidas adoptadas, tendientes a recuperar el nivel perdido, lo que es lo mismo que decir que el costo ambiental debe ser comparado con la reducción total en los daños ambientales, hacia los cuales se han orientado las acciones o actividades (Barrantes & Di Mare, 2004).

Los costos de prevención son el costo del conjunto de acciones y medidas dispuestas con anticipación, con el fin de evitar la ocurrencia de desastres derivados de eventos extremos, o de reducir sus consecuencias sobre la población, los bienes, servicios, los ecosistemas y el medio ambiente (Millán, 2005).

Los costos de restauración incluyen el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. (

El ecosistema de Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos

El Macizo Guamuhaya es uno de los cinco sistemas montañosos de Cuba caracterizado por peculiaridades físico-geográficas, las cuales le confieren una relativa variedad morfológica, con paisajes de fuertes contrastes y una moderada asimilación socioeconómica. Guamuhaya, que se ubica en la parte sudeste de la región central del país, en las provincias de Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spiritus, cuenta con una extensión de 1 595,5 Km².

El área montañosa de la provincia Cienfuegos en el macizo Guamuhaya, está comprendida por el territorio montañoso del municipio Cumanayagua; tiene una extensión territorial de 401 km², que representa el 25,13 % del área total del macizo aproximadamente. Su mayor altura es el Pico San Juan con 1140 metros sobre el nivel del mar. La base económica fundamental de este territorio está basada en el turismo y la recreación en menor medida, y la actividad

agropecuaria, dentro de esta última se destacan la actividad forestal, el cultivo de café, la ganadería y los cultivos varios (Vega Marrero, 2009).

El ecosistema montañoso Guamuhaia, es uno de los más importantes del país, sus características propias le confieren gran fragilidad y vulnerabilidad lo que conlleva a permanecer vulnerable en caso de eventos meteorológicos extremos, estos eventos afectan al país desde hace siglos provocando pérdidas incalculables para la economía, las mismas generan una serie de medidas para minimizar los daños que estos puedan causar. Entre los principales eventos que han afectado a este ecosistema se encuentran los hidrometeorológicos, los fuertes vientos, las intensas lluvias, la sequía, los sismos, los deslizamientos de tierra y los incendios forestales.

- Organismos Tropicales: en el período de 1935 hasta la actualidad han afectado a este ecosistema un total de 31 organismos tropicales, ya sea por la ocurrencia de vientos fuertes, lluvias intensas o penetraciones del mar. Las principales afectaciones se concentran en derrumbes de viviendas e instalaciones, problemas en las redes eléctricas, daños en cultivos y plantaciones y zonas incomunicadas (Barcia Sardiñas, Orbe Arencibia & Regueira Molina, 2009).
- Sequía: la existencia de varios ciclos con déficit de precipitaciones en el período de febrero del 2003 al 30 de junio del 2005, y entre noviembre del 2009 hasta mayo del 2011 han sido eventos nocivos de sequía, los que combinados con altas tasas de evaporación han originado en las montañas de Guamuhaia el agotamiento de los suelos y la disminución de las reservas de agua subterráneas. En ocasiones incluso, las fuertes tensiones ejercidas sobre la vegetación y el clima en general, se han agravado mucho más cuando la sequía ha sido interrumpida por episodios de lluvias torrenciales que han causado intensos procesos erosivos en los suelos que para ese entonces presentaban una pobre cubierta vegetativa y un alto drenaje superficial. (Barcia Sardiñas, Estupiñan Suárez & Soto Herrera, 2015).
- Sismos: hasta la fecha no se han reportado sismos en el Macizo de Guamuhaia.
- Deslizamiento de tierra: dentro de las Montañas de Guamuhaia, se han afectado 20 áreas por deslizamientos de terrenos, donde la causa siempre ha sido las precipitaciones, y algunos fueron azotados por huracanes como el Lili en 1996, el George en 1998 o el Dennis en 2005, todos ellos actuaron según su potencia sobre las existentes formaciones geológicas del macizo montañoso, compuestas por rocas, detritos y suelo de variada composición y estabilidad, provocando diferentes tipos de desli-

zamientos como: caída libre, volcamiento, deslizamiento, propagación y flujo, en dependencia de las características geológicas y morfológicas existentes en cada lugar de ocurrencia del evento. Todos los deslizamientos ocurridos han provocado daños en carreteras, caminos, redes eléctricas, obras hidráulicas construcciones, embalses y otros. Además, de que han ocasionado el deterioro de fragmentos de bosques y de diferentes coberturas vegetales.

- Incendios Forestales: entre los años 2005 y 2018 han ocurrido un total de 62 incendios forestales en zona montañosa Guamuhaia en el municipio de Cumanayagua, con 757,3 hectáreas afectadas. Además, se conoce que en el período 2009 – 2018 ocurrieron en el ecosistema Montañas de Guamuhaia en Cumanayagua un total de 27 incendios forestales con 58 hectáreas afectadas, de ellas: 40 hectáreas de bosque natural (vegetación) y 18 de bosque artificial (pino y eucalipto), con 332 408.81 CUP de pérdidas. Entre las principales causas se encuentran: quemas con otros fines (9), circulación de vehículos sin matachispas (4), fumadores (2), transeúntes (2), cazadores (2), intencionales (4) y sin identificar (4).

Teniendo en cuenta los daños causados por los eventos extremos que han afectado al ecosistema Montañas de Guamuhaia, la autora ha llegado a la conclusión que se necesita conocer los recursos que necesitan ser sacrificados para prevenir y restaurar este ecosistema ante las afectaciones que pudiesen ocasionar futuros desastres naturales, haciendo énfasis en los incendios forestales, al ser los de mayor ocurrencia.

[Procedimiento para la estimación de los costos de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema](#)

El procedimiento que se presenta para la predeterminación de los costos de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaia, Cienfuegos, toma como base las distintas acciones que se adoptan por los diferentes organismos y empresas.

De igual modo se adopta la normativa vigente (Cuba. Ministerio de Finanzas y Precios-Ministerio de Economía y Planificación, 2014) para la formación de precios por el método de gastos, en este caso para la predeterminación de los costos de prevención y restauración del daño ambiental a partir de fichas de costo normativas y detalladas.

El procedimiento que se presenta consta de cinco pasos, los que se reflejan en la Figura 1.



Figura 1. Procedimiento para el cálculo de los costos predeterminados de prevención y restauración del daño ambiental.

Este procedimiento se aplica a las acciones de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos, haciendo énfasis en los incendios forestales al ser los de mayor recurrencia, cuyos resultados se resumen a continuación:

Resultado del Paso 1:

En la provincia de Cienfuegos existen varias entidades encargadas de la protección y restauración del daño ambiental contra los incendios forestales, como son: la Empresa Agroforestal, la Empresa Integral Agropecuaria, Flora y Fauna, AZCUBA, el Ministerio del Interior (MININT), las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR) y otras del Ministerio de la Agricultura (MINAG), todas ellas subordinadas al Servicio Estatal Forestal (SEF), sin embargo, es la UEB Agroindustrial Cumanayagua, perteneciente a la Empresa Agroforestal, la que atiende la zona montañosa de Guamuhaya.

Las acciones de prevención del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua ante incendios forestales, establecidas por la UEB Agroindustrial Cumanayagua son:

- Construcción de Trochas
- Mantenimiento de Cortafuegos (Trochas)

- Poda

Las acciones de restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cumanayagua ante incendios forestales, establecidas por la UEB Agroindustrial Cumanayagua son:

- Limpia Forestal
- Preparación de la tierra

Para la ejecución de estas acciones la UEB Agroindustrial Cumanayagua realiza un proyecto por cada una de ellas donde se anexa la carta tecnológica del mismo con las necesidades de recursos materiales y humanos y los gastos indirectos, así como el volumen del área a abarcar, el cual se envía al Servicio Estatal Forestal (SEF) municipal para ser aprobado y financiado por el funcionario autorizado y el jefe del Servicio Estatal Forestal (SEF) respectivamente.

Se presenta en su totalidad la acción más costosa: Poda, y del resto solo los resultados finales.

Resultado del Paso 2

Acción de prevención: Poda

En la Tabla 1 se muestra la desagregación de los insumos fundamentales para esta acción, donde se manifiesta un monto de \$ 3,428.12.

Tabla 1. Desagregación de insumos fundamentales. Acción poda 16.5 Ha.

Desagregación de los insumos fundamentales					
Acción	Poda		Organismo:	Ministerio de la Agricultura	
Volumen:	16.5 Ha		Empresa:	UEB Agroindustrial Cumanayagua	
Código	Materias Primas y Materiales Requeridos	UM	Norma de Consumo	Precio	Importe
	Machetes	U	10	\$33.25	\$332.50
	Limas	U	18	10.85	195.30
	Guantes	Par	13	6.00	78.00
	SERRUCHO	U	3	60.00	180.00
	Producto químico (Zinec)	Kg	30.4	56.00	1,702.40
Subtotal					\$2,488.20
	Combustible	Lts.	450.50	\$2.00	\$901.00
	Lubricantes	Lts.	13.47	1.99	26.81
	Grasas	Lts.	4.52	2.68	12.11
Subtotal					\$939.92
Total de insumos					\$3,428.12

En la tabla 2 se muestra el desglose de los gastos de salario de los obreros de los servicios, donde se manifiesta un monto de \$ 26,855.37.

Tabla 2. Desglose de los gastos de salario de los obreros de los servicios. Acción poda 16.5 Ha.

Deglose de los Gastos de Salario de los Obreros de la Producción y los Servicios								
Acción	Poda		Organismo:	Ministerio de la Agricultura				
Volumen:	16.5 Ha		Empresa:	UEB Agroindustrial Cumanayagua				
Labor	UM	Volumen	Norma	Tarifa	Tasa	Salario	Jornadas	H/días
Chapeo total manual 1	m ²	100000	90	\$13.85	\$0.15389	\$15,388.89	1,111.1111	3.940
Chapeo total manual 2	m ²	39000	190	13.85	0.07289	2,842.89	205.2632	0.728
Chapeo total manual 3	m ²	26000	270	13.85	0.05130	1,333.70	96.2963	0.341
Poda	U	14443	100	13.85	0.13850	2,000.36	144.4300	0.512
Aplicación de químicos	U	14443	129	13.85	0.10736	1,550.66	111.9612	0.397
Tiro de personal	hrs.	194	8	14.06	1.75750	340.96	24.2500	0.086
Jefe de Brigada	hrs.	204	8	16.37	2.04625	417.44	25.5000	0.090
Técnico en Silvicultura	hrs.	124	8	15.95	1.99375	247.23	15.5000	0.055
Días Feriados						1,368.63		
Total							1,734.31	6.2
Subtotal de Salario						\$25,490.75		
Descanso Retribuido						2,317.11		
Total de Salario						\$27,807.86		

Se hace necesario identificar, para la mejor comprensión, de lo referido en la anterior tabla, que el volumen no es más que la cantidad de metros cuadrados, unidades y horas que se necesitan para realizar todo el nivel de la actividad; la norma es lo que se puede hacer en un día; la tarifa es lo que se paga por la norma; la tasa es lo que se paga por metros cuadrados, unidades u horas (Tarifa/Norma). Además, el salario es la multiplicación de la tasa por el volumen; las jornadas son los días que se necesitan para realizar cada una de las labores (Volumen/Norma) y los hombres por días es la cantidad de hombres necesarios para realizar el trabajo (Jornada/Días Laborales – 282 días aproximadamente).

Para realizar el cálculo de los días feriados se suman todos los salarios para un total de \$ 24,122.12, se dividen entre el total de jornadas, este valor se multiplica por el total de hombres por días, y luego se multiplican por ocho (cantidad de días feriados del año 2019) y finalmente se multiplican por dos, pues el salario de los días feriados se paga doble, para un resultado de \$ 1,368.63.

Resultado del Paso 4

En la tabla 3 se muestra el cálculo para determinar los Gastos Asociados a la Producción y los Gastos Generales y de Administración para la poda para 16.5 Ha, donde se manifiestan montos de \$ 2,294.17 y \$ 2,039.26 respectivamente.

Tabla 3. Cálculo de los Gastos Asociados a la Producción y los Gastos Generales y de Administración. Acción poda 16.5 Ha.

Salario	\$25,490.75
Gastos Generales y de Administración (0.08)	2,039.26
Gastos Asociados a la Producción (0.09)	2,294.17

Estos gastos se calculan teniendo en cuenta la Resolución No. 264 del 2013 del Ministerio de Finanzas y Precios, que establece en su Anexo 2 que el coeficiente máximo de los Gastos Asociados a la Producción y los Gastos Generales y de Administración es de 0.17 para la actividad forestal, por lo que se calculan multiplicando el salario por 0.09 y 0.08 respectivamente.

Resultado del Paso 5

Con estos resultados (insumos, salarios y gastos indirectos) se elabora la Tabla 4 donde se muestra el costo tecnológico para la acción Poda para 16.5 Ha, el que, según las normas materiales, de salario y de los gastos indirectos establecidos, arroja un monto de \$ 39,462.51, que al dividirlo entre el volumen que es 16.5 Ha, presenta un costo unitario de \$ 2,391.67 por hectárea para la UEB Agroindustrial Cumanayagua.

La UEB Agroindustrial Cumanayagua está exenta del pago del Impuesto por la Utilización de la Fuerza de Trabajo, según establece la Resolución No. 240 de fecha 21 de mayo de 2002 del Ministerio de Finanzas y Precios en su Apartado Noveno, inciso c, que establece que están exentos de este pago las empresas estatales agropecuarias, silvícolas y forestales, por los trabajadores que laboren directamente en la producción agropecuaria, silvícola o forestal.

Análisis de los resultados obtenidos

En la tabla 5 se muestran los costos predeterminados de cada una de las acciones de prevención y restauración del daño ambiental ante la ocurrencia de incendios forestales.

En las figuras 2 y 3 se muestra el resumen de los costos totales de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos ante incendios forestales.

En ambas figuras, se puede observar, que los Gastos de Fuerza de Trabajo poseen el mayor importe respecto a las demás partidas de la ficha de costos, ascendente a \$ 39,715.93 en cuanto a las acciones de prevención y \$ 22,445.16 en las de restauración, seguidos por las Materias Primas y Materiales con montos de \$ 5,581.09 y \$ 4,876.55 respectivamente, y por último los gastos indirectos con importes de \$ 5,429.05, desglosados en \$ 2,874.20 de Gastos Asociados a la Producción y \$ 2,554.85 de Gastos Generales y de Administración para prevención y \$ 3,068.19, desglosados en \$ 1,624.33 de Gastos Asociados a la Producción y \$ 1,443.85 de Gastos Generales y de Administración para restauración. Además, se aprecia que la acción de prevención más costosa es la Poda, mientras que en las acciones de restauración es la Preparación de la tierra.

En la figura 4, se puede observar como los costos de prevención son mayores que los de restauración en un 26%, representando un 63 y un 37% del total respectivamente. Esto se debe a que la acción Poda, al presentar un mayor volumen, necesita sacrificar una mayor cantidad de recursos, que son valorados como elementos variables del costo, para su realización.

Tabla 4. Costo predeterminado. Acción Poda 16.5 Ha.

FICHA DE COSTOS		
Acción: Poda	Plan: 16.5	Código
Volumen: 16.5 Ha	Real del año anterior: 7.2	% Utilización Capacidad
CONCEPTOS	Fila	TOTAL
Materias Primas y Materiales	1	\$3,428.12
Materias Primas y Materiales fundamentales	1.1	2,488.20
Combustibles y Lubricantes	1.2	939.92
Energía Eléctrica	1.3	
Agua	1.4	
Subtotal (Gastos de Elaboración)	2	\$36,034.39
Otros Gastos Directos	3	
Depreciación	3.1	
Arrendamiento de equipos	3.2	
Ropa y calzado (trabajadores directos)	3.3	
Gastos de Fuerza de Trabajo	4	\$31,700.96
Salarios	4.1	25,490.75
Vacaciones	4.2	2,317.11
Impuesto por la Utilización de la Fuerza de Trabajo	4.3	
Contribución a la Seguridad Social	4.4	3,893.10
Estimulación en pesos convertibles	4.5	
Gastos Asociados a la Producción	5	\$2,294.17
Depreciación	5.1	
Mantenimiento y reparación	5.2	
Gastos Generales y de Administración	6	\$2,039.26
Combustibles y Lubricantes	6.1	
Energía Eléctrica	6.2	
Depreciación	6.3	
Ropa y calzado (trabajadores indirectos)	6.4	
Alimentos	6.5	
Otros	6.6	
Gastos de Distribución y Ventas	7	
Combustibles y Lubricantes	7.1	
Energía Eléctrica	7.2	
Depreciación	7.3	
Ropa y calzado (trabajadores indirectos)	7.4	
Otros	7.5	
Gastos Bancarios	8	
Gastos Totales o Costo de Producción	9	\$39,462.51
Volumen		16.5
Costo Unitario		\$2,391.67

Tabla 5. Costos totales y unitarios de las acciones de prevención y restauración.

Acciones de Prevención	Materias Primas y Materiales	Gastos de Fuerza de Trabajo	Gastos Asociados a la Producción	Gastos Generales y de Administración	Costo Total	Costo Unitario
Construcción de la Trocha	\$1,635.85	\$4,735.50	\$342.70	\$304.63	\$7,018.67	\$1,276.12
Mantenimiento de Cortafuegos	517.12	3,279.47	237.33	210.96	4,244.89	\$1,286.33
Poda	3,428.12	31,700.96	2,294.17	2,039.26	39,462.51	\$2,391.67
Total	\$5,581.09	\$39,715.93	\$2,874.20	\$2,554.85	\$50,726.08	
Acciones de Restauración	Materias Primas y Materiales	Gastos de Fuerza de Trabajo	Gastos Asociados a la Producción	Gastos Generales y de Administración	Costo Total	Costo Unitario
Limpia Forestal	\$1,868.88	\$9,707.20	\$702.50	\$624.44	\$12,903.02	\$1,372.66
Preparación de la tierra	3,007.67	12,737.96	921.83	819.41	17,486.87	\$1,619.15
Total	\$4,876.55	\$22,445.16	\$1,624.33	\$1,443.85	\$30,389.90	



Figura 2. Gráfico de los costos de las acciones de prevención del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos ante incendios forestales.



Figura 3. Gráfico de los costos de las acciones de restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos ante incendios forestales.

Costo Total

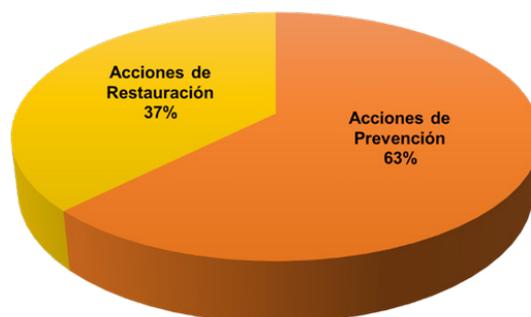


Figura 4. Costo Total del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos, ante el riesgo de incendios forestales.

Los resultados alcanzados le van a permitir a las entidades pertinentes contar con una herramienta para la toma de decisiones. Pues contribuye a la gestión del costo, a partir de que tracen acciones o estrategias en función de la prevención y restauración de los recursos naturales del Macizo de Guamuhaya en Cienfuegos ante el riesgo de desastres naturales, con el objetivo de mitigar los daños ambientales que puedan suceder en este y optimizar sus costos.

Además de lograrse con la elaboración de las fichas de costo calcular los costos predeterminados de las principales acciones de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos, en caso de desastres naturales, haciendo énfasis los incendios forestales al ser los de mayor ocurrencia.

CONCLUSIONES

Las afectaciones a las funciones ecológicas, los componentes naturales y los bienes y servicios ecosistémicos de montaña hacen que sea necesario repensar acerca de la implementación de acciones de prevención y restauración del daño ambiental que optimicen los costos en que el gobierno cubano debe incurrir.

El ecosistema Montañas de Guamuhaya, Cienfuegos ha sido afectado a lo largo de la historia por diversos eventos extremos, sin embargo, son los incendios en áreas rurales los que causan mayores daños ambientales que comprometen su desarrollo.

Con sustento en la normativa vigente en Cuba sobre las fichas de costo, se presenta un procedimiento que permite predeterminar los costos de las acciones de prevención y restauración del daño ambiental en el ecosistema Montañas de Guamuha, Cienfuegos y que puede ser aplicado a los demás ecosistemas de montañas correspondientes al Plan Turquino.

Los costos predeterminados de prevención del daño ambiental en el Macizo de Guamuha, Cienfuegos, en la UEB Agroindustrial Cumanayagua deben ascender a \$ 50,726.08, siendo la poda la acción más costosa, mientras que los costos de restauración deben tener un valor de \$ 30,389.90, siendo la preparación de la tierra la del mayor costo.

Los Gastos de Fuerza de Trabajo poseen el mayor importe respecto a las demás partidas reflejadas en las fichas de costos, ascendente a \$39,715.93 en cuanto a las acciones de prevención y \$22,445.16 en las de restauración.

Los costos de prevención son mayores que los de restauración en un 26%, esto se debe a que la acción Poda, presenta un mayor volumen y necesita sacrificar una mayor cantidad de recursos, que son valorados como elementos variables del costo, para su realización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barcia Sardiñas, S., Estupiñan Suárez, L., & Soto Herrera, Y. (2015). Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos por sequía. Cienfuegos: Centro Meteorológico Provincial.

Barcia Sardiñas, S., Orbe Arencibia, G., & Regueira Molina, V. (2009). Ciclones Tropicales que han afectado la provincia Cienfuegos. Período 1851-2008. Cienfuegos: Centro Meteorológico Provincial.

Barrantes, G., & Di Mare, M. I. (2016). Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica. San José: Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS).

Cabrera Álvarez, E. N. (2016). *Un enfoque prospectivo para el desarrollo sostenible en ecosistemas de montaña: caso Guamuha*. (Tesis de Doctorado). La Habana: Universidad de La Habana.

Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (1997). Ley No. 81 «Del Medio Ambiente». La Habana: Asamblea Nacional del Poder Popular.

Cuba. Consejo de Defensa Nacional. (2018). Directiva No. 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la reducción de desastres. La Habana: Consejo de Defensa Nacional.

Cuba. Ministerio de Finanzas y Precios- Ministerio de Economía y Planificación. (2005). Resolución No. 1. La Habana: MFP-MEP.

Cuba. Ministerio de Finanzas y Precios. (2013). Resolución No. 264. La Habana: MFP.

Díaz Gispert, L. (2011). *Evaluación del desarrollo sostenible para ecosistemas de montañas*. (Tesis de Doctorado). La Habana: Universidad de La Habana.

Millán López, J. A. (2005). *Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal*. Bogotá: Ministerio del Ambiente.

Organización de las Naciones Unidas. (2009). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra: UNISDR.

Pino Rodríguez, A., et al. (2008). Introducción al conocimiento del medio ambiente. La Habana: Academia.

Vega Marrero, G. (2009). *Aproximación al ordenamiento ambiental del macizo Guamuha con énfasis en la Sierra Alturas de Trinidad*. (Tesis de Doctorado). Alicante: Universidad de Alicante.

Vilamajó Alberdi, D., et al. (1997). Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción en la República de Cuba. La Habana: CITMA.

15

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL JUGO DE AGAVE FOURCROYDES I

PHYTOCHEMICAL SCREENING OF THE AQUEOUS EXTRACT OF THE JUICE OF *AGAVE FOURCROYDES I*

Caridad Terry Espinosa¹

E-mail: ctespinosa@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6416-8035>

Walfrido Terrero Matos¹

Liliana Vicet Muro²

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

² Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Caridad Terry Espinosa, C., Terrero Matos, W., & Vicet Muro, L. (2019). Tamizaje fitoquímico del extracto acuoso del jugo de *Agave fourcroydes* L. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 112-115. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Esta investigación comprendió el estudio de jugo de *Agave fourcroyde* L, se realizó un trabajo que tuvo como objetivo determinar metabolitos secundarios que pudieran tener potencialidades insecticida contra las larvas de lepidópteros. Se realizó una extracción sucesiva con solventes de polaridad ascendente (agua) posteriormente se procedió a la identificación del tipo cualitativo, haciendo uso de reactivos de coloración y precipitación. Para ello se partió de 50 mL de la solución. Luego se filtró para la obtención de los extractos correspondientes. Se les aplicó la técnica de tamizaje fitoquímico establecida por el MINSAP. Se encontró la presencia de aminoácidos libres, coumarinas, saponinas, azúcares reductores, triterpenos esteroides, taninos y/o fenoles en extracto acuoso. Se considera que las saponinas, triterpenos esteroides, fenoles y taninos presentes pudieran tener efecto insecticida contra las larvas de *Plutella xylostella* L por lo que el jugo de *A fourcroyde* resulta un buen candidato para el manejo de plagas por su potencial como insecticida.

Palabras clave:

Tamizaje fitoquímico, metabolitos secundarios, saponinas, triterpenos.

ABSTRACT

This investigation included the study of *Agave fourcroyde* L juice, a work was carried out that aimed to determine secondary metabolites that could have insecticidal potentials against lepidopteran larvae. A successive extraction with solvents of ascending polarity (water) was carried out, after which the qualitative type was identified, using coloration and precipitation reagents. For this, 50 mL of the solution was started. Then it was filtered to obtain the corresponding extracts. They were applied the phytochemical screening technique established by the MINSAP. The presence of free amino acids, coumarins, saponins, reducing sugars, steroid triterpenes, tannins and / or phenols in aqueous extract was found. It is considered that the saponins, triterpenes, steroids, phenols and tannins present could have an insecticidal effect against the larvae of *Plutella xylostella* L, so the juice of *A fourcroyde* is a good candidate for the management of pests due to its potential as an insecticide.

Keywords:

Phytochemical screening, secondary metabolites, saponins, triterpenes.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso de extractos vegetales cobra gran importancia para el control de plagas. Los productos a base de plantas con estas propiedades mencionadas anteriormente son aplicados tanto preventivamente como para enfrentar un ataque significativo, respetan el principio de la no perturbación de los agroecosistemas. Las sustancias activas de las plantas silvestres permiten una protección natural y son rentables si se utilizan de forma aceptada y lógica. El uso de los extractos vegetales es una de las técnicas que pueden romper el círculo vicioso de los agroquímicos y de esa manera ayudar a recuperar la estabilidad de los agroecosistemas, quebrando la dependencia respecto a los insumos importados.

Los metabolitos secundarios contienen una serie extensa de compuestos orgánicos que producen las plantas y que no participan de forma directa en el desarrollo y crecimiento de las mismas. Los metabolitos tienen diversas funciones en los vegetales entre los que destacan su uso contra la defensa de determinadas plagas y la atracción de agentes polinizadores.

Los agaves contienen gran cantidad de metabolitos. Cada agave posee una fitoquímica y por lo tanto la presencia de los diversos metabolitos les confiere propiedades individuales.

Se pudo conocer que el contenido de sapogeninas en los **Agaves**, tiene un máximo en plantas de 12-13 años. También se determinó el contenido de hecogenina dentro de muestras de henequén que presentan abundantes concentraciones en las hojas maduras y son las más estudiadas, presentan actividad molusquicida bien documentada.

Se realizó un trabajo que tuvo como objetivo determinar metabolitos secundarios que pudieran tener potencialidad insecticida contra las larvas de lepidópteros, a partir de sapogeninas en alto estado de pureza, con el fin de ofrecer mayor cantidad de ellas, obtenidas a partir de productos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal se adquirió en el proceso desfibrado de las hojas de **A. fourcroydes** en la máquina del tipo Stella Krupp con procedencia alemana, de la Empresa Henequenera Juraguá. El material fue recolectado en recipiente de 5 L, luego se sometió a filtrado a temperatura ambiente, se midió el pH.

La experiencia se realizó en el laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Luego se tomaron alícuotas de 1 mL de cada extracto y se les aplicó la técnica de tamizaje fitoquímico establecida por el MINSAP, según correspondiera de acuerdo al tipo de disolvente de extracción:

Extracto acuoso: Ensayo de Espuma (saponinas), ensayo de Shinoda (flavonoides), ensayo de Nihidrina (aminoácidos libres), ensayo de Fehling (azúcares reductores), ensayo de Cloruro Férrico (fenoles y/o taninos), ensayo de Enfriamiento (mucílagos), ensayo Dragendorff Mayer (alcaloides), ensayo Baljet (coumarinas), ensayo Borntrager (quinonas), ensayo Liebermann-(triterpenos y/o esteroides)

Los resultados se valoraron estableciendo varias categorías de acuerdo a la evidencia en las reacciones: (-) ausencia del metabolito, (+) presencia del metabolito en bajas concentraciones, (++) presencia del metabolito en concentraciones moderadas, (+++) presencia del metabolito en altas concentraciones. Se procedió a la identificación del tipo cualitativo, haciendo uso de reactivos de coloración y precipitación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico realizado al extracto acuoso donde se muestra la alta variabilidad de compuestos presentes en el **A. fourcroydes**, principio activo al cual se le atribuye la propiedad de larvicida probado en estudios realizados para evaluar dicha actividad. Otros autores han informado de las propiedades insecticida de **A. fourcroydes**.

En el extracto acuoso se encontró la presencia de saponinas, triterpenos esteroides, seguidos de taninos y fenoles, flavonoides y en menor cantidad aminoácidos libres, coumarinas, azúcares reductores y mucílagos, no se observó alcaloides, quinonas (Tabla 1).

Tabla 1. Presencia de metabolitos en el tamizaje fitoquímico realizado en extracto acuoso.

Material Vegetal	Metabolitos	Ensayo realizado	Resultados
Jugo de A. fourcroydes	Alcaloides	Dragendorff	-
	Aminoácidos libres	Nihidrina	+
	Coumarinas	Baljet	+
	Saponinas	Espuma	+++
	Flavonoides	Shinoda	++
	Azúcares reductores	Fehling	+ -
	Taninos y fenoles	Cloruro Férrico	++
	Mucilago	Enfriamiento	+
	Quinonas	Borntrager	-
	Triterpenos y/o esteroides	Liebermann	+++

Por su parte los fenoles y/o taninos también se detectaron en bajas concentraciones por la aparición de una coloración verde, propia de taninos del tipo pirocatecólicos.

Estos resultados concuerdan con estudios fitoquímicos similares en diferentes especies del género *Agave* (Hammuel, Yebpella, Shallangwaa, Asabe, Magomya & Agbaji, 2011; Kadam, Yada, Deota, Narappaaur, Shivatare & Patil, 2012; Rizwan, et al., 2012; Almaraz-Abarca, González-Elizondo, Campos, Ávila-Sevilla, Delgado-Alvarado & Ávila-Reyes, 2013).

La presencia de metabolitos secundarios en *A. fourcroydes* a sido referida por otros autores (Khade, Dubey, Tenpe, Yeole & Patole, 2011).

Esta investigación coincide con los resultados obtenidos por Dunder, et al. (2013), en *Agave sisalana* Perrine. Mostraron la presencia de saponinas esteroidales.

Estos estudios concuerdan con los resultados obtenidos en extractos etanólicos en hojas de *A. fourcroydes* con efecto bactericida en *Staphylococcus epidermidis* (Muthangya, Chigodi & Samoei, 2013).

Los resultados obtenidos con relación al extracto *A. fourcroydes* L. coinciden con estudios similares realizados en otras especies del género *Agave* con extractos acuosos y metanólicos de hojas de *A. sisalana* Perrine.

Se obtuvo una gran cantidad de saponinas y triterpenos que poseen efecto larvicida demostrado, lo que explica su éxito. La mayor diversidad de metabolitos secundarios se identificaron fundamentalmente con el extracto acuoso lo que justifica el porqué es el extracto más utilizado para la extracción de éstos en las plantas.

Al analizar los resultados obtenidos en el tamizaje fitoquímico realizado al jugo, se comprueba la diversidad de metabolitos secundarios con respuestas positivas presentes en *Agave fourcroydes* L. lo que justifica la alta utilidad atribuida a dicha planta en la cura de diversas afecciones (Lancone, 2013).

Entre los metabolitos encontrados en la pulpa de los agaves están las saponinas y los flavonoides, que tienen diferentes aplicaciones tanto en la industria farmacéutica como alimentaria. Las saponinas y los flavonoides han sido asociados a diversas actividades como hemolíticas, expectorantes, antiinflamatorias y estimuladoras del sistema inmune.

Ramos Casillas, Oranday Cardenas, Rivas Morales, Verde Star & Cruz-Vega (2012), han referido un efecto antibacteriano, antifungico, antiprotozoario, molusquicida y citotóxico de estos compuestos. Esta última propiedad convierte a estos compuestos en candidatos potenciales para el tratamiento de tumores y tiene una vigencia notable, ya que muchos pacientes hacen resistencia a fármacos convencionales que se emplean en la quimioterapia.

Manach, Scalbert, Morand, Remesy & Jimenez (2004), plantean que intervienen en la interacción planta-patógeno, ya que en la naturaleza las plantas

se encuentran expuestas constantemente a patógenos potenciales como bacterias y hongos. En la mayoría de las plantas, la resistencia ante patógenos ha sido relacionada con respuestas hipersensitivas como muerte celular alrededor del sitio de infección, lo cual implica el reforzamiento de las paredes celulares, la acumulación de lignina, la inducción de la lisis por enzimas y la síntesis de fitoalexinas.

Los flavonoides son compuestos reportados con actividad insecticida. La actividad insecticida de *Melia azedarach* A. (árbol del paraíso) se encuentra en hojas. De estas estructuras se han extraído, los siguientes compuestos: cumarinas. Destacan principalmente, limonoide (triterpeno) con cualidades antialimentarias, y azadirachtina (triterpeno).

Los resultados obtenidos coinciden con estudios similares realizados en otras especies del género *Agave*. En trabajos realizados Castellanos et al., (2011) con extractos acuosos y metanólicos de hojas de *A. sisalana* Perrine. con actividad antibacteriana *Staphylococcus aureus*.

Ortega (2008), atribuye el efecto insecticida a esta planta contra el *Lissorhoptus brevisrostris* Suffrian (picudito acuático de arroz), *Cosmopolites sordidus* Germar (picudo negro del plátano) y diferentes especies de áfidos.

La actividad insecticida de monoterpenos polihalo-genados ha sido demostrada contra insectos (www.insectariumvirtual.com)

La actividad insecticida de las saponinas se basa en tres mecanismos distintos: interferencia con la conducta de alimentación, entomotoxicidad (diversas formas de toxicidad crónica, tales como reducción de la fertilidad en hembras y reducción de la tasa de eclosión de huevos, observables en muchas especies de insectos) y regulación del crecimiento (las investigaciones demuestran que las saponinas son capaces de regular el crecimiento de muchas especies de insectos) (Chaieb, 2010). Los flavonoides fueron reportados con actividad insecticida.

Se comprueba que las saponinas que poseen los extractos de *F. antillana* son los responsables de efecto sobre áfidos y ácaros fitófagos (Fernández, 2009).

Este resultado coincide con estudios fitoquímico de *F. antillana* donde se comprobó que la planta tiene mayor concentración de saponinas en hojas destaca las esteroidales (Pérez, 2011).

La actividad insecticida sobre áfidos *Myzus persicae* (Sulzer) de los extractos etanólicos acuosos de *F. antillana* debido a la presencia de saponinas (Castellanos, Fernández, Ortega, Soto & Martin, 2011).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cáceres (2017), de *A. fourcroydes* donde se comprueban que tienen eficacia insecticida planta de la

misma familia, destacándose las saponinas y triterpenos y/o esteroides.

CONCLUSIONES

En estudio fitoquímico se comprueban los metabolitos que tienen eficacia insecticida sobre las larvas de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de col.

Las saponinas, triterpenos esteroides, fenoles y taninos presentes tienen efecto insecticida contra las larvas de *Plutella xylostella* L.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaraz-Abarca, N., González-Elizondo, M. S., Campos, M. G., Ávila-Sevilla, Z. E., Delgado-Alvarado, E. A., & Ávila-Reyes, J. A. (2013). Variability of the foliar phenolics of the *Agave victoriae-rojinoe* complex (Agavaceae). *Botanical Sciences*, 91(3), 295-306. Recuperado de <http://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/9>
- Cáceres, D. (2017). Eficacia del jugo de *Agave fourcroydes* Lem (henequén) para el control de *Plutella xylostella* L. en el cultivo *Brassica oleracea* L. (Tesis de pregrado). Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Castellanos, L., Fernández, A., Ortega, I., Soto, R., & Martín, C. (2011). Efectividad del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban Polyphagotarsonemus latus Banks en condiciones de laboratorio. *Protección Vegetal*, 26(2), 122-124. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v26n2/rpv09211.pdf>
- Chaieb, I. (2010). Saponins as Insecticides: a Review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(1), 39-50. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/7a0b/2544dd-484b919fd6afc0e5735759698d51d9.pdf>
- Dunder, R. J., et al. (2013). Applications of the exanic fraction of *Agave sisalana* Perrine ex): Control of inflammation and pain screening. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 108(3). Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23778651>
- Fernández, A. (2009). Efectividad del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban sobre áfidos y ácaros fitófagos. (Tesis de maestría). Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Hammuel, C., Yebpella, G. G., Shallangwaa, G.A., Asabe, M., Magomya, A.M., & Agbaji, A. S. (2011). Phytochemical and antimicrobial screening of methanol and aqueous extracts of *Agave sisalana*. *Acta Panonicae Pharmaceutica- Drug Research*, 68, 535-579. Recuperado de http://ptf.content-manager.pl/pub/File/Acta_Polonicae/2011/4/535.pdf
- Kadam, P. V., Yada, K. N., Deota, R. S., Narappaaur, N. S., Shivatare, R. S., & Patil, M. J. (2012). Pharmacognostic and phytochemical studies on roots of *Agave Americana* (Agavaceae). *International of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. 4 (3), 92-96. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/f1ce/b7f9e68d0483d92da318b8bb24ac655619cb.pdf>
- Khade, K. V., Dubey, H., Tenpe, C. R., Yeole, P. G., & Patole, A. M. (2011). Anticancer activity of the ethanolic extracts of *Agave americana* Leaves. *Pharmacologyonline*, 2, 53-68. Recuperado de <https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2011/vol2/006.ketan.pdf>
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747. Recuperado de <https://academic.oup.com/ajcn/article/79/5/727/4690182>
- Muthangya, M., Chigodi, M. O., & Samoei, D. K. (2013). Phytochemical screening of *Agave sisalana* Perrine leaves(waste). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 4(4), 200-204. Recuperado de <http://ijabpt.com/pdf/21030-Mwandogo%20O%20%282%29.pdf>
- Ortega, I. (2008). Plantas forestales con propiedades repelentes y/o fitoplaguicidas en la agricultura urbana en Cienfuegos. (Tesis de maestría). Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río.
- Pérez, A. J. (2011). Estudio fitoquímico de especies nativas de Cuba pertenecientes a la familia Agavaceae y evaluación de sus actividades biológicas (Tesis Doctoral). Puerto Real: Universidad de Cádiz.
- Ramos Casillas, F., Oranday Cardenas, A., Rivas Morales, C., Verde Star, M. J., & Cruz-Vega, D. E. (2012). Cytotoxic activity of *Agave lechuguilla* Torr. *African Journal of Biotechnology*, 11(58), 12229-12231. Recuperado de <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/128673/118229>

16

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

FERTILIZACIÓN ORGANOMINERAL EN EL MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRAS CULTIVADAS CON MAÍZ (*ZEAMAYS L.*)

ORGANOMINERAL FERTILIZATION IN THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF LAND CULTIVATED WITH CORN (*ZEAMAYS L.*)

Pavel Chaveli Chávez¹

E-mail: pchaveli@suelos.cmg.minag.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4332-6778>

Ignacio Corrales Garriga¹

Ricardo de Varona Pérez¹

Lisbet Font Vila²

¹ UCTB de Suelos. Camagüey. Cuba.

² Unidad de Medio Ambiente. Delegación CITMA. Camagüey. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Chaveli Chávez, P. (2019). Fertilización organomineral en el manejo sostenible de tierras cultivadas con maíz (*Zeamays L.*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 116-122. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La tierra en sí misma, es el más grande potencial para estimular el crecimiento económico sostenible y el bienestar social. El reto más importante, es saber cómo obtener el mayor beneficio sin poner en peligro su existencia. Un manejo planificado, sostenible y con consciencia de que la tierra no es un recurso infinito, puede aumentar la productividad agrícola y apoyar la seguridad y soberanía alimentaria a largo plazo. En correspondencia con lo anteriormente planteado, se realizó un estudio con el objetivo de brindar alternativas de fertilización que contribuyan al manejo sostenible de tierra. Se aplicaron diferentes mezclas organominerales al cultivo del maíz en la UBPC Victoria II, en un suelo Pardo Sialítico Mullido no Carbonatado, en un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres réplicas, para determinar su efecto en el rendimiento del cultivo y en las propiedades del suelo. Se obtuvo como resultado que las mismas pueden ser una alternativa de fertilización congruente con el manejo sostenible de tierras en condiciones edafoclimáticas similares, ya que se incrementó la producción del cultivo de maíz en un 18% además de favorecer las condiciones del suelo.

Palabras claves:

Manejo sostenible de tierras, fertilización organomineral, maíz.

ABSTRACT

The land itself is the greatest potential to stimulate sustainable economic growth and social welfare. The most important challenge is to know how to obtain the greatest benefit without endangering its existence. A planned, sustainable and consciousness management that land it is not an infinite resource, can increase agricultural productivity and support long-term food security and sovereignty. In correspondence with the above, a study with the objective of providing fertilization alternatives that contribute to sustainable land management was conducted. Different organomineral mixtures were applied to the corn crop in the UBPC Victoria II, in a Inseptisol soil, in a randomized block design with seven treatments and three replications, to determine its effect on the yield of the crop and on the soil properties. It was obtained as a result that they can be an alternative of fertilization consistent with the sustainable management of lands in similar soil and climatic conditions, since the production of the maize crop was increased by 18% in addition to favoring the soil conditions

Keywords:

Land sustainable management, organomineral fertilization, corn cultivation.

INTRODUCCIÓN

La fertilidad del suelo consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias, tanto físicas, químicas como biológicas, para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Uno de los factores más importantes en la reducción de la fertilidad del suelo es la remoción de nutrientes, ya sea por productos cosechados o por la pérdida de suelo en los agroecosistemas, por lo que estos nutrientes removidos por las cosechas deben ser restituidos al suelo de forma natural, mediante el intemperismo y los ciclos biogeoquímicos, o mediante el uso de fertilizantes químicos y orgánicos.

El uso excesivo y reiterativo de los fertilizantes químicos en la agricultura constituye una preocupación a nivel mundial, ya que han producido en ocasiones, no pocos fracasos agronómicos por desequilibrios nutricionales y aparición de algunas carencias de elementos esenciales.

De acuerdo a lo referido por Ordoñez, González & Giráldez (1997), los fertilizantes minerales no son inocuos y como compuestos salinos que son, pueden contaminar el suelo y los acuíferos en el caso de no ser absorbidos por las plantas, a la vez que contribuyen a disgregar las partículas del suelo favoreciendo la erosión. En los últimos años, la labranza de conservación y el uso de fertilizantes de origen orgánico, se han promovido como una alternativa viable para contribuir a revertir la degradación de los recursos naturales producto de la excesiva e indiscriminada utilización de estos fertilizantes minerales; además se han recomendado en suelos sometidos a cultivos intensivos con el fin de mejorar la calidad edáfica. En este sentido, complementar la nutrición de los cultivos, reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos y los costos de producción, contribuyen a un manejo sostenible del recurso suelo.

El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola es considerado una práctica sustentable, ya que conserva y mejora las propiedades físicas y químicas del suelo. Además, ha sido demostrado que los abonos orgánicos favorecen el desarrollo de la biota del suelo, lo cual es deseable en un agroecosistema, debido a los efectos positivos de los organismos edáficos en la producción vegetal.

No obstante, la sola utilización de abonos orgánicos, en ocasiones no es suficiente para suplir las necesidades nutricionales de las plantas en grandes extensiones de cultivos. Además, Labrador (2001), señala, que para suministrarle a las plantas de forma orgánica sus necesidades de los principales macronutrientes con el objetivo de obtener rendimientos comercializables, se necesitaría de muy elevadas cantidades de estos; por tanto, la combinación de fertilizantes minerales y abonos orgánicos ofrece condiciones ambientales ideales para los cultivos por el aporte de nutrientes y la incidencia positiva sobre la actividad

microbiana, las propiedades del suelo y la movilización de distintos elementos minerales.

En este sentido una de las alternativas posibles de fertilización es la conocida como organomineral (OM) la cual es congruente con los elementos a tener en cuenta para lograr el manejo sostenible de tierras; que describe dentro de sus principios, la sostenibilidad de acciones a corto, mediano y largo plazo a fin de preservar los recursos naturales, basadas en los resultados de la ciencia e innovación tecnológica y conocimientos locales.

En la provincia de Camagüey existe un área de 210.18 ha que se encuentran declaradas como áreas iniciadas bajo manejo sostenible de tierras en la cual se han aplicado un sistema integrado de tecnologías para la conservación y mejoramiento de suelos, recursos hídricos y forestales, con vistas al enfrentamiento y adaptación al cambio climático. En la misma se han capacitado a productores, especialistas, técnicos y estudiantes, en la práctica y la teoría de la conservación y mejoramiento de estos recursos y se ha acondicionado un área de entrenamiento y aprendizaje.

Por lo antes expuesto se realizó un estudio con el objetivo de elaborar mezclas de abonos OM y evaluar su aplicación, con la finalidad de determinar el efecto de las mismas en algunas propiedades químicas del suelo, así como en algunos componentes del rendimiento en el cultivo del maíz que contribuya al manejo sostenible de tierras en la UBPC Victoria II.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del estudio se montaron dos experimento sobre un suelo Pardo Sialítico Mullido no Carbonatado, de pH ligeramente ácido (5.6), contenidos bajos de P_2O_5 (13.30 mg.100g⁻¹ de suelo), medios de K_2O (34.0 mg.100g⁻¹ de suelo) y un contenido bajo de materia orgánica (2.2%), en el cultivo del maíz, variedad Tusón.

Los fertilizantes minerales utilizados fueron: Urea (46% de N), como portador de nitrógeno, Superfosfato Triple (SFT) al 46 % de P_2O_5 como portador de fósforo, Cloruro de potasio (KCl) al 60% de K_2O para el potasio y como abonos orgánicos, para el experimento 1 la cachaza (2% de N; 1.16% de P; 0.36% de K y 57.36% de materia orgánica) y para el experimento 2 el estiércol vacuno semicompostado (1.32% de N; 0.36% de P; 1.56% de K y 40.18% de materia orgánica).

Los experimentos se condujeron durante cuatro años en la UBPC Victoria II a 20 km al noreste de la ciudad de Camagüey, en áreas aledañas al poblado de Altigracia, entre las coordenadas N (310.00-315.00) y E (403.00-408.00) en la hoja cartográfica San Serapio (4680-II-A) a escala 1:25 000.

La zona de La Victoria presenta una temperatura media anual de 24.8°C. Los meses del período lluvioso ponen de manifiesto los mayores valores, oscilando

entre 25.5°C y 27,0°C, manifestándose el valor más alto en los meses de julio y agosto. En el período poco lluvioso las temperaturas medias registran valores entre 22,1°C y 24,6°C, con los más bajos en los meses de diciembre y enero y el valor más alto dentro de este período al mes de abril. La temperatura media del aire es superior a los 25°C en los meses de mayo a octubre y en el resto de los meses no rebasa este valor.

Los acumulados de lluvia en el territorio durante el año registran como promedio un total de 1390.9 mm, correspondiendo el 83 % al período lluvioso con 1159.2 mm y el 17 % al período poco lluvioso con 231.7 mm

La insolación en el año manifestó un promedio de 7.8 horas-luz/día. En el período poco lluvioso los meses de noviembre, diciembre y enero se presentaron los valores más bajos, los cuales oscilaron entre 7.2 y 7.5 horas-luz/día. En los meses de julio y agosto se registraron los valores más altos, donde se presentó la sequía intraestival.

En la zona de estudio, se evidenció una elevada tasa evaporativa anual, que excedió los 2000 mm, lo cual que excedió considerablemente la precipitación del territorio en algunos meses. Las pérdidas de agua por concepto de evapotranspiración anual alcanzaron un valor de 2087.9 mm de agua, correspondiendo el 46.3 % al período poco lluvioso con un total de 966.6 mm y el 53,7 % al período lluvioso con un total de 1121.3 mm.

Para la investigación se seleccionaron las mezclas del fertilizante organomineral que presentaron un mejor comportamiento en estudios de caracterización realizados por Chaveli, Font, Calero, Valenciano & Corrales (2009), adicionando un tratamiento en el que solo se empleó el abono orgánico correspondiente y otro con la fertilización mineral, referida en la guía técnica para la producción del cultivo (100kg.ha⁻¹ de N; 60kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 90kg.ha⁻¹ de K₂O) según Rodríguez, Pérez, Grande & Torres (2012); como lo indica la tabla 1.

Los tratamientos fueron replicados cuatro veces en un diseño de bloques al azar. El cultivo se sembró a una distancia de plantación de 0.70 x 0.30 m en parcelas de 10 m de longitud por 2.80 m de ancho (4 surcos) con un área de 28m². Las mediciones se realizaron en los dos surcos centrales para un área de cálculo de 11.20m² que representan 54 plantas de maíz.

Tabla 1. Esquema de fertilización empleado en ambos experimentos para el cultivo del maíz.

Variantes	Urea	SFT	KCl	AO
	%			
1	0	0	0	100
2	0	10	10	80
3	0	15	15	70
4	0	10	15	75

5	0	15	10	75
6	5	10	10	75
7	Fertilización mineral			0

SPT: Superfosfato triple; KCl: Cloruro de potasio; AO: Abono Orgánico

El OM, a una dosis de 745 kg.ha⁻¹ según lo establecido por el Ministerio de la Agricultura en Cuba (2000), se aplicó por hileras siempre en el momento de la siembra del cultivo y se incorporó al suelo. Las demás labores fitotécnicas se efectuaron de acuerdo a lo establecido por la guía técnica para la producción del cultivo (Rodríguez, et al., 2012).

Se determinó el rendimiento en toneladas por hectáreas (t.ha⁻¹), el peso de 1000 granos, el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del grano, además se tomaron muestras de suelo para conocer la variación de algunas propiedades químicas como el pH, porcentaje de materia orgánica (MO) y contenido de P₂O₅ y K₂O.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0, en caso de haber significación se realizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan con una significación del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran como los mayores rendimientos se logran con la fertilización mineral (figura 1), lo que puede estar dado a que este tipo de suelo no tiene una buena fertilidad natural y al adicionarle el fertilizante se le crean las condiciones para la más rápida asimilación de los elementos nutrimentales y el cultivo puede desarrollarse mejor, sin embargo cuando se emplea el 30% del fertilizante mineral y el 70% de estiércol vacuno (tratamiento 3) hay una mejor respuesta, con respecto a los demás tratamientos con mezclas de abono OM.

No obstante es válido señalar que los valores están por debajo de lo descrito en la guía técnica para esta variedad del cultivo (Rodríguez, et al., 2012), quienes estiman un rendimiento promedio de 4,5 t.ha⁻¹ para las condiciones climáticas de la región.

En el caso del experimento con cachaza como abono orgánico en la composición de las mezclas se observa como cuando se utiliza el 80% de cachaza y 20% de fertilizante mineral y el que se emplea 70% y 30% de cachaza y fertilizante mineral (tratamientos 2 y 3 respectivamente), se obtienen resultados que no difieren estadísticamente de la aplicación de fertilización mineral pura, lo cual evidencia una posible reducción del fertilizante entre un 70 y un 80% en relación a la fertilización mineral. Igual comportamiento mostró el tratamiento 6 que es la única mezcla con urea como fuente de nitrógeno en su contenido.

La adición de abonado orgánico puede incrementar el número de algunos grupos microbianos en el suelo,

como los actinomicetos, los cuales son importantes en la degradación de compuestos orgánicos y por consiguiente en una mejor respuesta de los cultivos.

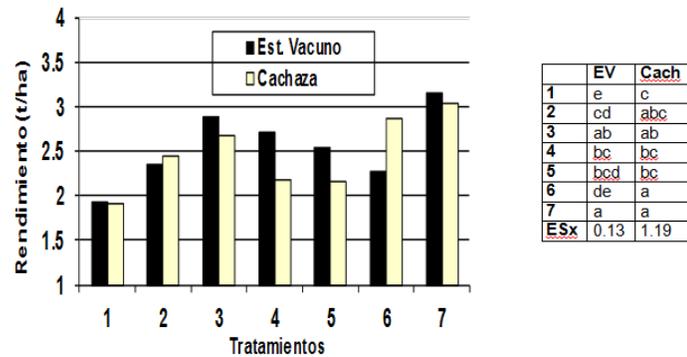


Figura 1. Efecto del OM en el rendimiento del cultivo del maíz.

Efectos similares los obtuvieron Ruz, Batista, Leyva & Pérez (2001), al aplicar OM con humus de lombriz en el tabaco en suelos pardos con carbonatos y Caballero, Gandarilla, Pérez, Pacheco & Sánchez, (2001); y Corrales, et al. (2003), que utilizaron una fertilización combinada con humus de lombriz y fertilizante mineral en ají Chay y mango respectivamente, con resultados en el incremento del rendimiento y el mantenimiento de varios indicadores de fertilidad en el suelo.

Por otra parte, Crespo & Fraga (2005), en un estudio sobre el efecto de fertilizante mineral y orgánico en el mejoramiento de un campo forrajero de King grass (*Pennisetum purpureum* P. *thiphoideo*), en un suelo Ferralítico Rojo, donde lograron aumentos notables en la altura y demostraron que aplicando 25 t.ha⁻¹ de abonos orgánico + fertilizante mineral, se logran aumentar los rendimientos del cultivo.

Varios estudios han reportado que la aplicación de humus de lombriz, en combinación con fertilizantes químicos resultan en un mayor rendimiento y calidad de frutos de fresa debido principalmente a la producción de reguladores de crecimiento sintetizados por microorganismos durante el proceso de vermicompostaje.

En otro estudio la aplicación de fertilizantes OM en canola de secano bajo labranza reducida permitieron disminuir la fertilización química (NPK) en un 25% e incrementar el índice de área foliar.

Además, Frazer, Vantour & Mustelier (2011), obtuvo rendimientos en este mismo cultivo en el orden de las 3 t.ha⁻¹ utilizando 75% de fertilización NPK mas humus de lombriz en un sistema de labranza conservacionista en suelos Ferralíticos Rojos, muy similares a los obtenidos en este estudio con las mezclas de los tratamientos 3 (15% de P; 15% de K y 70% de estiércol vacuno) de 2,89 t.ha⁻¹ y 6 (5% de N; 10% de P; 10% de K y 75% de cachaza) de 2,88 t.ha⁻¹.

En trabajos realizados con fertilización química (NPK) y vermicompost de estiércol vacuno en cultivo de

fresa en invernaderos se ha podido apreciar que la fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados, en comparación con la fertilización orgánica, lo cual se atribuye a que la fertilización orgánica no fue suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de la planta.

En relación al peso del grano (tabla 2) se muestra que solo el tratamiento 2 del experimento con estiércol vacuno, mostró un mejor comportamiento con diferencias significativas con el tratamiento 6 y la aplicación de fertilizante mineral.

Tabla 2. Comportamiento del peso de 1000 granos de maíz expresado en kilogramos con las mezclas de estiércol vacuno y cachaza.

Variantes	Urea	SFT	KCl	A.O.	E. V.	Cach.
1	0	0	0	100	0.73 abc	0.67
2	0	10	10	80	0.81 a	0.70
3	0	15	15	70	0.76 abc	0.63
4	0	10	15	75	0.77 ab	0.63
5	0	15	10	75	0.77 ab	0.75
6	5	10	10	75	0.67 bc	0.77
7*	100	56	65	0	0.66c	0.63
ESx					0.0318*	0.043ns

*Dosis en kg.ha⁻¹. EV: Mezclas de OM con estiércol vacuno; Cach: Mezclas de OM con cachaza.

El tratamiento que alcanzó el menor valor absoluto fue el que mayor rendimiento obtuvo (Figura 1), por lo que se pudiera inferir que el rendimiento en este tratamiento estuvo dado a la mayor cantidad de mazorcas y/o a la mayor cantidad de granos por mazorcas. Se muestra además, que en el OM empleando la cachaza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos con los valores absolutos más altos correspondiendo a los de mayores rendimientos. Estos valores son superiores a los obtenidos por Fraser *et al.* (2011) en un suelo Ferralítico rojo aplicando fertilización NPK más humus de lombriz en un sistema de labranza conservacionista.

El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el grano se muestran en la tabla 3, en el caso del contenido de nitrógeno cuando se emplea estiércol vacuno en el OM, alcanza los mayores valores en el tratamiento donde se aplica solo el abono orgánico, lo que pudiera deberse según lo planteado por Peña (1998), que el abono orgánico favorece el contenido de MO en el suelo, provocando una mayor disponibilidad de nitrógeno para la planta entre otros atributos que posee la fertilización orgánica para el mejor desarrollo de los cultivos. Tambone, Genevinin & Adani (2007), también encontraron un porcentaje más alto de nitrógeno en granos de maíz en suelos que recibieron compostas.

Tabla 3. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del grano de maíz en las mezclas de estiércol vacuno y cachaza.

Vtes	% de portadores				EV			Cach.		
	Urea	SFT	KCl	A.O.	% de N	% de P	% de K	% de N	% de P	% de K
1	0	0	0	100	1.57 a	0.23 c	0.27 c	1.23 ab	0.29 a	0.33 abc
2	0	10	10	80	1.29 b	0.26 b	0.28 bc	1.24 ab	0.29 a	0.32 abc
3	0	15	15	70	1.38 ab	0.26 b	0.31 abc	1.23 ab	0.26 c	0.34 ab
4	0	10	15	75	1.35 b	0.30 a	0.33 ab	1.12 bc	0.26 c	0.32 abc
5	0	15	10	75	1.37 ab	0.31 a	0.36 a	1.05 c	0.27 b	0.30 c
6	5	10	10	75	1.47 ab	0.30 a	0.32 abc	1.37 a	0.27 b	0.31 b
7	100	56	65	0	1.42 ab	0.29 a	0.35 a	1.29 a	0.29 a	0.35 a
ESx					0.0631*	0.0089*	0.0177*	0.0493*	0.003*	0.0101*

EV: Mezclas de OM con estiércol vacuno; Cach.: Mezclas de OM con cachaza

Sin embargo cuando en el OM se emplea la cachaza, el efecto provocado por este material orgánico, tiene correspondencia, con los tratamientos que obtuvieron los mayores rendimientos, lo que pudiera estar dado por las condiciones en que se desarrolló el cultivo en esos tratamientos. De manera general estos valores de por ciento de nitrógeno coinciden con los obtenidos por Cruz (2011), cuando empleó diferentes mezclas de abonos OM en un suelo con textura franco arcillosa.

Los contenidos de fósforo y potasio en el grano fueron muy variables tanto en el OM con estiércol como con la cachaza, aunque en ambos los mayores valores que se alcanzaron corresponden con los de

mayores rendimientos. Similares efectos lo encontraron Arrieché & Mora (2001), al emplear enmiendas orgánicas en el estado nutricional del maíz en un suelo Alfisol de Venezuela.

El efecto provocado por el OM en algunas propiedades del suelo se muestra en la tabla 4. Para el caso del pH se puede observar que no existió influencia sobre el mismo con la aplicación del abono en ninguno de los dos experimentos, lo cual coincide con lo obtenido por Armida, et al. (1998), al aplicar cachaza a un suelo cañero; lo cual difiere de Arreola, et al. (2004), que encontraron un ligero incremento del mismo al utilizar un OM a base de cachaza, aunque los valores coinciden en estar entre 6 y 7. También Cruz (2011), encontró variaciones significativas de pH en un experimento en maíz con la aplicación de diferentes mezclas de OM.

Tabla 4. Comportamiento del pH y la materia orgánica del suelo en las mezclas de estiércol vacuno y cachaza al final del ciclo del cultivo del maíz.

Vtes	% de portadores				EV		Cach.	
	Urea	SFT	KCl	A.O.	pH	% de MO	pH	% de MO
1	0	0	0	100	6.03	2.43	6.8	2.27 a
2	0	10	10	80	6.05	2.47	6.7	2.16 ab
3	0	15	15	70	6.0	2.52	6.8	2.00 bc
4	0	10	15	75	6.17	2.38	6.8	2.11 bc
5	0	15	10	75	5.87	2.58	6.7	2.06 bc
6	5	10	10	75	6.08	2.71	6.8	2.00 bc
7	100	56	65	0	6.08	2.43	6.8	1.97 c
ESx					0.1304ns	0.1008ns	0.0613ns	0.110

EV: Mezclas de OM con estiércol vacuno; Cach.: Mezclas de OM con cachaza

Cuando se empleó cachaza los tratamientos que obtuvieron los mayores valores de MO fueron los que contenían el 100 y 80% del abono orgánico respectivamente, con diferencias significativas al resto de los tratamientos, cuestión lógica si se tiene en consideración que la aplicación de abono orgánico favorece

el contenido de MO en el suelo según lo descrito por Guerrero (1993); y Arreola, et al. (2004). No obstante, Pardo, Aibar, Villa & Zaragoza (2005), no encontraron diferencias significativas en los contenidos de MO del suelo luego de cinco años con fertilización orgánica y química en cereales sin riego.

Todos estos valores de por ciento de MO en el suelo fueron inferiores a los obtenidos por Fraser, et al.

(2011), aplicando fertilización OM a base de humus de lombriz como abono orgánico.

El efecto del OM en los contenidos de P_2O_5 y K_2O en el suelo (tabla 5) para el experimento con las mezclas que incluyen estiércol vacuno, coincide con el provocado en el pH y la materia orgánica, no existiendo diferencias entre los tratamientos, donde los valores son estables independientemente a que se muestra un ligero incremento en los valores absolutos en el tratamiento donde solo se aplicó la dosis de fertilizante mineral correspondiente para este cultivo.

Tabla 5. Contenido de fósforo y potasio del suelo expresado en $mg.100g^{-1}$ en las mezclas de estiércol vacuno al final del ciclo del cultivo del maíz.

Variantes	% de portadores				EV	
	Urea	SFT	KCl	A.O.	P_2O_5	K_2O
1	0	0	0	100	34.75	46.67
2	0	10	10	80	35.4	49.67
3	0	15	15	70	34.74	48.67
4	0	10	15	75	38.62	47.0
5	0	15	10	75	36.75	52.69
6	5	10	10	75	39.65	53.68
7	100	56	65	0	47.52	55.39
ESx					2.634ns	3.793ns

EV: Mezclas de OM con estiércol vacuno

Resultados similares obtuvieron Pardo, et al. (2005), al no encontrar diferencias significativas en los contenidos de fósforo y potasio en el suelo luego de cinco años de estudio aplicando diferentes tipos de fertilizantes orgánicos y químicos en la producción de cereales en condiciones de secano.

Los valores de P_2O_5 y K_2O fueron superiores a los obtenidos por Espinosa *et al.* (2008), 24 $mg.100g^{-1}$ de P_2O_5 y 19,5 $mg.100g^{-1}$ de K_2O , en un estudio con frijol común en un suelo pardo grisáceo al cual se le aplicó Zeofert (roca zeolítica natural con estiércol vacuno fresco).

En otro estudio mas reciente la aplicación de 10 t.ha⁻¹ de la combinación de compost+zeolita mostró los mejores resultados en el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo Pardo Mullido medianamente Lavado en el cultivo de la Moringa.

CONCLUSIONES

En la implementación del MST en la UBPC Victoria II, cuando se aplican las mezclas de abonos organominerales, se obtienen incrementos en el rendimiento del cultivo del maíz de hasta un 18% y se favorecen las condiciones del suelo para el mejor desarrollo del cultivo del maíz (var Tuson).

La aplicación de abonos organominerales con la utilización de cachaza y estiércol vacuno semicompostado

como materiales orgánicos, constituye una alternativa viable para el manejo sostenible de tierras en el cultivo del maíz (var Tuson) en el suelo Pardo Mullido Sialítico no carbonatado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armida, A.L., Palma, D. J., Obrador, J.J., Molina, J. F., & López, U. (1998). *Uso de la cachaza en caña de azúcar*. En, J. F., Juárez López, J.J. Obrador y D.J. Palma-López (eds.). Resultados de Investigación en caña de azúcar. (pp. 25-31). Tabasco: Colegio de Postgraduados.
- Arreola, J. et al. (2004). Evaluación de abono organomineral de cachaza en la producción y calidad de la caña de azúcar. *TERRA Latinoamericana*, 22(3), 351-357. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/573/57322312.pdf>
- Arrieché, I., & Mora, O. (2001). *Efecto de diferentes enmiendas sobre el estado nutricional del maíz (Zea mays) cultivado en un Alfisol degradado del estado de Yaracuy, Venezuela. XV Congreso latinoamericano y V cubano de la Ciencia del Suelo*. Varadero.
- Caballero, R., Gandarilla, J.E., Pérez, D., Pacheco, O., & Sánchez, M. (2001). Efecto del humus de lombriz combinado con la fertilización mineral en el cultivo del ají Chay. *Centro Agrícola*, 4, 15-18.
- Chaveli, P., Font, L., Calero, B., Valenciano, M., & Corrales, I. (2009). Evaluación de la calidad y estabilidad de abonos órgano-minerales. *Centro Agrícola*, 36(3), 63-69. Recuperado de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V36-Numero_3/cag123091690.pdf
- Corrales, I., González, M., & López, P. (2003). Respuesta del mango (*Manguifera indica*) a las aplicaciones de humus de lombriz con fertilizante mineral. *Centro Agrícola*, 3, 45-50.
- Crespo, G., & Fraga, S. (2005). Efecto de la aplicación superficial de fertilizante mineral y abono orgánico en la recuperación de un campo forrajero de *Pennisetum purpureum* cv. king grass. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(3). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017771013.pdf>
- Cruz, G. (2011). *Fertilización organo-mineral y su efecto en las propiedades de suelos cultivados con maíz en Nochistlán, Oaxaca*. (Tesis de maestría). Oaxaca: Instituto Politécnico Nacional.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2000). Procedimiento para la elaboración y aplicación de abonos organominerales. La Habana: Instituto de Suelo.
- Espinosa, W., Vera, M., & Valdés, N. (2008). Efecto de la aplicación de zeolita mezclada con estiércol vacuno sobre el rendimiento en grano del frijol común y las propiedades químicas del suelo. *Centro Agrícola*, 38(2), 73-75. Recuperado de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V38-Numero_2/cag132111795.pdf

- Frazer, T., Vantour, A., & Mustelier, L.A. (2011). Efectividad del empleo de la labranza conservacionista y la fertilización órgano-mineral en la producción de tomate y maíz. *Agrotecnia de Cuba*, 35(2), 47-54.
- Guerrero, B. (1993). *Abonos orgánicos Tecnología para el manejo ecológico del suelo*. Lima: RRAA.
- Labrador, J. (2001). *La materia orgánica en los agroecosistemas*. MAPA. Madrid: Mundiprensa.
- Ordoñez, R., González, P., & Giráldez, J. V. (1997). Deterioro de la calidad nitrítica de los acuíferos de una cuenca agrícola en el valle de Guadalquivir. XV Congreso Nacional de Riesgos. Lérída.
- Pardo, G., Aibar, J., Villa, F., & Zaragoza, C. (2005). Efecto de distintos tipos de fertilizantes sobre la evolución de nutrientes en el suelo y en la producción de cereales en secano. *ITEA*. 101(2), 145-166. Recuperado de <http://chil.me/download-doc/133062>
- Peña, E. (1998). *Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana. Modalidad: Organopónicos y Huertos intensivos*. La Habana: INIFAT- UNICA.
- Rodríguez, E., Pérez, P., Grande, O., & Torres, M. (2012). *Guía técnica para la producción de maíz (Zea mays)*. La Habana: Editora Agroecológica.
- Ruz, R., Batista, E., Leyva, H., & Pérez, D. (2001). *Influencia de la fertilización organomineral en los rendimientos y calidad del tabaco desarrollado sobre un suelo Pardo con Carbonatos*. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Varadero.
- Tambone, F., Genevini, P., & Adani, F. (2007). The effect of short-term compost application on soil chemical properties and nutritional status of maize plant. *Rev. Compost science and utilization*, 15(3), 176-183.

17

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CONCENTRADO POR HARINA DE FORRAJE DESHIDRATADO DE TITHONIA DIVERSIFOLIA COMO ALTERNATIVA EN LA CEBA DE CONEJOS PARDO CUBANO

PARTIAL REPLACEMENT OF THE CONCENTRATE BY DEHYDRATED FLOUR FOLIAGE OF TITHONIA DIVERSIFOLIA AS AN ALTERNATIVE IN THE FATTENING CUBAN PARDO RABBITS CEBA DE CONEJOS CUBANO

Luis René Cabrera Díaz¹

E-mail: lrcabrera@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4185-4136>

Ana Álvarez Sánchez²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1102-3753>

Enrique Casanovas Cosío¹

E-mail: ecasanovas@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5884-3922>

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

² Universidad Tecnológica Indoamérica. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Cabrera Díaz, L. R., Álvarez Sánchez, A. & Casanovas Cosío, E. (2019). Sustitución parcial del concentrado por harina de forraje deshidratado de *Tithonia diversifolia* como alternativa en la ceba de conejos Pardo Cubano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 123-127. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

En un diseño experimental completamente aleatorizado unifactorial con cuatro tratamientos y nueve repeticiones se estudió el efecto de cuatro dietas: I- 0, II-10 III- 20 y IV-30 % de sustitución del concentrado por harina de forraje deshidratado de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) en conejos de la raza Pardo cubano. Con un intervalo de siete días se midió: Peso vivo, g; Incremento de peso, g; Ganancia media diaria, g; Conversión alimentaria, u. La comparación de las variables se realizó mediante un Anova simple y las diferencias entre medias por Tukey para $P < 0.05$. El mayor peso alcanzado a los 21 días fue para el tratamiento IV con 1056.89 g ($P < 0.05$) con respecto a los restantes tratamientos. Se obtuvieron ecuaciones lineales para el crecimiento de los cuatro tratamientos con buenos ajustes, siendo la del tratamiento IV la más evidente. Aunque las ganancias medias diarias se consideran bajas para este período de ceba, la mayor fue la del tratamiento IV ($P < 0.05$) con 21.37 g, y la mejor conversión, aunque alta con 5.8. Se concluye que la sustitución de 30 % de harina de *Tithonia diversifolia* en el período de ceba de conejos fue positiva y puede ser una opción para el período poco lluvioso.

Palabras clave:

Conversión, crecimiento, ganancia media diaria, harina.

ABSTRACT

In a experimental totally randomized unifactorial design with four treatments and nine repetitions the effect of four diets was studied: I - 0, II-10 III - 20 and IV-30 % of substitution of concentrate for dehydrated forage flour of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) in rabbits of the Cuban Brown race. With an interval of seven days it was measured: Weight live, g; increase of weight, g; Daily half gain, g; Alimentary conversion. The comparison of the variables was carried out by Anova and the differences between means among Tukey test for $P < 0.05$. The biggest weight reached to the 21 days was for the treatment IV with 1056.89 g ($P < 0.05$) with regard to the remaining treatments. Lineal equations were obtained for the growth of the four treatments with good adjustments, being of the treatment IV the more evident. Although the daily half gains are considered lows for this period of it feeds, the biggest was for the treatment IV ($P < 0.05$) with 21.37 g, and the best conversion, although high with 5.8. Concludes that the substitution of 30% of flour of *Tithonia diversifolia* in the period of it feeds of rabbits it was positive and it can be an option for the dry season.

Keywords:

Conversion, growth, daily half gain, flour.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el crecimiento acelerado de la población mundial y sus perspectivas para los próximos son una problemática que preocupa a los organismos internacionales por la difícil situación que tiene que enfrentar el mundo para poder satisfacer sus necesidades alimentarias.

En la búsqueda mundial de métodos eficientes para producir carne, se presta cada vez mayor atención a la especie cunícola como fuente estable, barata y saludable de proteínas para la alimentación humana. El conejo se encuentra hoy entre las especies más rentables en la producción de carne como fuente de alimentación.

Para Cuba la producción cunícola sería una alternativa viable, teniendo en cuenta sus hábitos alimenticios y la posibilidad de obtener forrajes para satisfacer sus requerimientos, que en el periodo poco lluvioso sería necesario conservar. Además, está planteado el beneficio social y económico que puede aportar a pequeña escala y la calidad de sus carnes con proteínas de alto valor nutritivo.

El conejo, como especie fundamentalmente herbívora, consume gran variedad de forrajes en su dieta que se puede balancear adecuadamente para un desempeño productivo óptimo. No obstante, la producción cunícola en el mundo está sustentada en gran medida por la inclusión de cereales y fuentes proteicas para la elaboración de alimentos concentrados que no es ajeno para Cuba.

En la actualidad la producción de conejo va en auge por su gran importancia social, pues el 80 % de esta actividad se encuentra en manos de pequeños productores los cuales mejoran sus ingresos y alimentación al dedicarse a la cunicultura, por lo que la producción de conejo bien podría ser una alternativa para el desarrollo de ciertas zonas rurales o suburbanas donde existe alta densidad de población y contribuir a la creación de empleos principalmente para jóvenes y mujeres. En Cuba también la cría de conejos se fundamenta en pequeñas granjas familiares, que emplean los forrajes como fuente principal de alimento, pero la producción se puede incrementar con alternativas de nuevos forrajes como la *Tithonia diversifolia*.

La *Tithonia diversifolia* presenta un amplio rango de distribución en la zona tropical, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, tiene rápido crecimiento y baja demanda de insumos. Se ha utilizado como planta multipropósito, como cerca viva, abono verde, fuente de alimento para insectos, ornamental, en silvopastoreo de ganado bovino o forraje de corte en la alimentación de rumiantes, entre otros usos.

Para diversificar la dieta del conejo se han encontrado estudios positivos sobre la respuesta productiva de los conejos en ceba que consumieron follaje de

Tithonia de conjunto con otras forrajeras o solo como sustitución de parte de la dieta. No obstante, son pocos los trabajos encontrados, que demuestren la acción positiva en el desempeño productivo en conejos con la inclusión de diferentes cantidades de la harina de *Tithonia*.

Como se había planteado para el periodo poco lluvioso sería necesario mantener reservas de alimentos como las harinas de forrajes, que de la *Tithonia diversifolia* los estudios son escasos, por lo que se planteó como objetivo evaluar parámetros productivos en el conejo de ceba con la sustitución parcial del concentrado por la harina de dicha planta en la dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la finca del productor Eduardo López Del Sol perteneciente a la CCSF "Manual Ascunce Domenech" del municipio de Cienfuegos, con una duración de 21 días, durante el periodo comprendido del 29 de marzo de 2019 al 19 de abril de 2019, coincidiendo con la época final del periodo seco en el país.

La raza de conejo fue del Pardo cubano con una edad de 45 días de nacidos; estos fueron alojados en jaulas de acero y tela metálica desinfectadas previamente con comederos y bebederos de barro. La nave fue de un diseño de ambiente libre con techo de guano, ubicada de noreste a suroeste, de tal modo que las corrientes de aire no impacten contra la nave y corran paralelo a la misma.

En un diseño experimental completamente aleatorizado unifactorial con cuatro tratamientos y nueve repeticiones se estudió el efecto de cuatro dietas: I-0, II-10 III- 20 y IV-30 % de sustitución del concentrado por harina de forraje deshidratado de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.). Se estableció un periodo de adaptación de 5 días para la ración que fue de 110 g de alimento diario en forma de harina y ofrecida diariamente por la tarde (4:00 PM) según los requerimientos para esta especie. Además, durante todo el tiempo del experimento se controló la incidencia de patologías del sistema digestivo.

Para establecer el aporte nutricional de la harina de *Tithonia* se tomaron los datos del estado vegetativo IV, de la planta, coincidente con el realizado para la obtención de la harina en este caso; la cual se obtuvo de la biomasa comestible de la planta.

Para la elaboración de la harina se recolectó el follaje (hojas, pecíolos, ápices tiernos y tallos secundarios) de las plantas de *Tithonia diversifolia*, evitando los tallos lignificados. Dicha plantación con más de cinco años de establecimiento, la altura promedio de las plantas era de 1.70 y 75 días del último corte. El forraje obtenido se llevó para su troceado a una máquina de aspas para su molinaje, donde se redujo el volumen promedio de las partículas, de forma tal que

el secado posterior sea más rápido, con lo cual se evita que el secado de los tallos tiernos demore más tiempo que las hojas, según criterios expuestos por Ojeda, Martí, Martínez & Lajonchere (1998).

El tipo de secado que se empleó para la confección de harinas fue el más económico posible mediante el método de deshidratación natural. A través de los rayos solares durante 48 – 72 horas, se elimina el agua por evaporación, lo que evita la proliferación de microorganismos y la putrefacción.

El follaje de botón de oro triturado se situó en el área destinada para el secado mediante el sol y viento, sobre piso de cemento de superficie plana, previamente barrido desde las 9:00 am hasta las 4:00 pm, volteándose cada 2 horas (de 6 a 8 veces al día); a partir de esta hora y durante toda la noche se dejaba bajo techo en un lugar cerrado, procederes que concuerdan con lo planteado por Montejo (2016).

Molido del forraje: tras la deshidratación se llevó al molino de martillo con una criba o tamiz de 5 mm para su trituración hasta convertirlo en harina de forraje deshidratado de *Tithonia diversifolia*, para su posterior inclusión en las dietas experimentales.

La harina elaborada se almacenó en sacos de yute y se utilizó durante la prueba de comportamiento a medida que se requería suministrar a los conejos, llevando el control del consumo.

El nuevo alimento, bajo las condiciones de almacenamiento utilizadas no mostró síntomas aparentes de descomposición, ni rechazo por parte de los conejos, lo que permitió mantener una adecuada cobertura en la alimentación de los conejos durante toda la etapa.

Se cuantificó con un intervalo de siete días los siguientes parámetros: Peso vivo, g; Incremento de peso, g; Ganancia media diaria, g; Conversión alimentaria, u.

Los datos se asentaron en un libro de Excel y los análisis estadísticos se realizaron en el programa SPSS 20.0 v.1. La comparación de las variables se realizó mediante un Anova simple y las diferencias entre medias por Tukey para $P < 0.05$. Previamente se comprobaron los supuestos requeridos para estos análisis paramétricos. El crecimiento expresado por el peso en el tiempo se realizó mediante ecuaciones de regresión para cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque el follaje de *Tithonia* puede variar en su calidad nutritiva de acuerdo al estado vegetativo en que se encuentre, presenta altos valores de proteína para una planta: que según la amplia investigación de Rosales (1996), varía entre 14.84 a 28.75 %, con bajo contenido de fenoles y posteriormente González, Hahn von & Narváez (2014), lo sitúan entre 20.2 a 27.48%.

La *Tithonia* en estado fresco posee lactonas sesquiterpénicas, que no son más que un grupo de terpenoides C 15 con un anillo lactónico, que representan los componentes activos de muchas plantas. Además, señalan García, Medina, Cova, Soca, Pizzani & Baldizán (2008), la presencia en la *Tithonia* de las lactonas sesquiterpénicas y los isoprenoides volátiles que exhiben acentuadas características antinutricionales deben ser cuantificadas, ya que son factores que influyen sobre la aceptabilidad y hacen que los animales seleccionen o rechacen como alimento a una especie vegetal.

No obstante, refieren Pedroso (2008); y Villalba & Provenza (2005), que, cuando este se suministra fresco es rechazado al inicio, porque se ha demostrado que la presencia de las lactonas sesquiterpénicas tienen una marcada influencia en la aceptabilidad por los monogástricos, debido a que estos compuestos le confieren al forraje un acentuado sabor amargo.

Al deshidratar el forraje y convertirlo en harina, parece ser, que se inactivan estos compuestos, pues el período de adaptación fue corto y los conejos consumieron las mezclas con avidez. Además, no se observaron patologías digestivas en el período experimental. Los aportes de las mezclas, que fueron satisfactorios para la proteína bruta, no así para la fibra bruta que estuvo por debajo de los requerimientos y el calcio y el fósforo por encima, aunque estos últimos mantuvieron la relación entre ellos (Tabla 1).

Tabla 1. Aportes y requerimientos de nutrientes de las mezclas empleadas, %.

Ingredientes	Requerimientos	Tratamientos			
		I	II	III	IV
Proteína bruta	16.50	16.38	16.76	17.14	17.53
Fibra bruta	14.50	16.80	15.45	13.44	11.76
Calcio	1.51	1.52	1.61	1.88	2.05
Fósforo	0.76	0.76	0.75	1.09	1.25

Los pesos promedios para los cuatro tratamientos (Tabla 2) no alcanzan lo establecido para esta raza y edad, teniendo en cuenta que deben finalizar con 2.0 kg, y este peso se debe alcanzar en el menor tiempo posible si se desea una producción cunícola eficiente.

Tabla 2. Comparación de pesos promedios por tratamientos cada 7 días, g.

Tratamientos	Pesos,			
	inicial	7 días	14 días	21 días
I	608.56 a	756.44a	835.33a	978.33a
II	609.33 a	732.67a	861.67b	1014.22b
III	609.22 a	732.89a	891.11c	1024.00c
IV	608.56 a	756.44b	920.78d	1056.89d

ES±	6.79 NS	16.57 *	35.70 *	30.00 *
CV, %	1.11	2.25	3.85	2.94

Leyenda: Medias en columnas con superíndices diferentes difieren para * $P < 0.05$ NS- No significativo (Tukey).

El mayor peso alcanzado se obtuvo para el tratamiento IV que alcanzó 1056.89 g promedio con diferencias estadísticas del resto ($P < 0.05$). Estos resultados son similares a los alcanzados en investigaciones similares por Nieves, Pérez, Jiménez, Calles, Pineda & Vilorio (2012), al utilizar la Tithonia en forma fresca como sustituto del concentrado comercial donde se alcanzaron los mejores resultados en el tratamiento donde se ofertaba un 30% en conejos de la raza California.

Aunque todos los incrementos de peso se comportaron de una forma lineal, con buenos ajustes (R^2 mayores que 0.98), el tratamiento IV fue el más estable, debido al mejor aprovechamiento y asimilación del alimento (Figura 1). Para el tratamiento I se expresó por la irregularidad en la segunda semana.

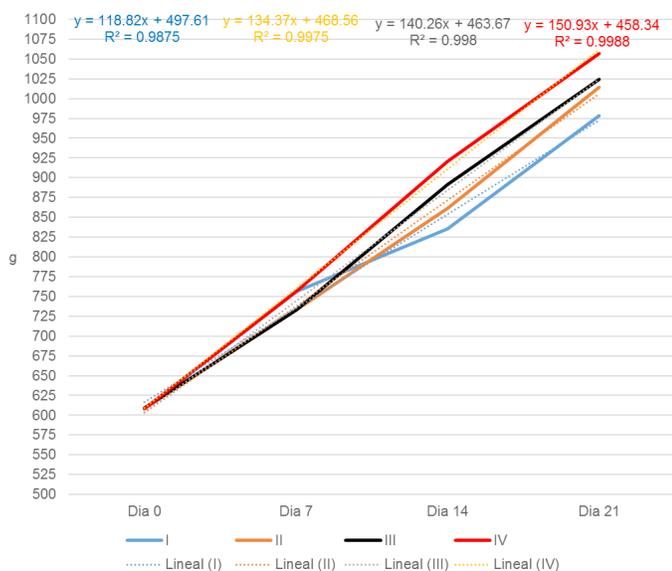


Figura 1. Representación del incremento de peso por tratamientos.

La ganancia de peso diaria fue bajas para todos los tratamientos, aunque el tratamiento IV fue el de mayor valor al final del experimento: 21.37 g ($P < 0.05$). Puede haber influido, que en todas las mezclas el aporte de fibra bruta fue inferior al adecuado, cuestión sustancial en esta especie de animal. El aporte de fibra bruta es bajo para esta planta forrajera según refieren Galindo (2009); y Murgueito (2009).

Los resultados reportados por Montejo (2016), son similares a los encontrados aquí, al utilizar diferentes niveles de inclusión de forraje deshidratado de Tithonia como sustituto de alimento balanceado en dietas para conejos.

Sin embargo, Nieves, et al. (2012), en estudios internacionales, difiere de los resultados presentados en

esta investigación, ya que al evaluar dietas con harina de forraje de Tithonia deshidratada encontraron disminución significativa de la ganancia diaria de los conejos a medida que se incrementaba su nivel de inclusión.

Tabla 3. Comparación de ganancias medias diarias por tratamientos, g.

Tratamientos	Ganancias medias diarias,			
	0 a 7 días	7 a 14 días	14 a 21 días	21 días
I	16.24 ^a	16.16 ^a	20.43 ^{ab}	17.61 ^a
II	17.62 ^b	18.42 ^b	21.79 ^b	19.28 ^b
III	17.66 ^b	22.60 ^c	18.98 ^a	19.74 ^c
IV	21.19 ^c	23.47 ^c	19.44 ^a	21.37 ^d
ES±	2.05 [*]	3.27 [*]	1.63 [*]	1.38 [*]
CV, %	11.27	16.2	8.08	7.07

Leyenda: Medias en columnas con superíndices diferentes difieren para $P < 0.05$ (Tukey)

El indicador de conversión alimentaria define indirectamente la eficiencia productiva de una explotación ganadera, que par el caso de los conejos fue muy alto en todos los tratamientos. Este indicador, no presenta unidad de medida, pues es la relación en el peso consumido de alimentos por el animal entre el peso final del animal evaluado, para un período dado. Está referido que, para alcanzar el éxito dentro de la producción de conejos, los cunicultores deben mantener el índice de conversión alimenticia de los conejos alrededor de 1.5 kg de alimento por cada kg de peso ganado siendo necesario un plan alimenticio adecuado desde el nacimiento hasta la cosecha del animal.

Los resultados obtenidos con el uso del forraje de Tithonia deshidratada mostraron valores altos, que representa una baja conversión de los alimentos en carne (Figura 2). No obstante, el mejor valor se obtuvo para el tratamiento IV con 5.8.

Obviamente, mientras mayor sea el índice de conversión alimentaria peores son los resultados, ya que se necesitó una cantidad mayor de alimentos para producir una unidad de peso. En este caso, el cuarto tratamiento fue el más eficiente, lo cual puede ser debido a que dicho tratamiento permitió lograr un mejor balance de nutrientes en comparación con los restantes.

De acuerdo a la fisiología del conejo, se toma la aseveración de Nieves, Terán, Cruz, Mena, Gutiérrez & Ly (2011), que sugiere el follaje de Tithonia propicia mayor digestibilidad de la fibra, lo cual pudiera estar determinado por un superior contenido de fibra fermentable en ciego aportado por este ingrediente.

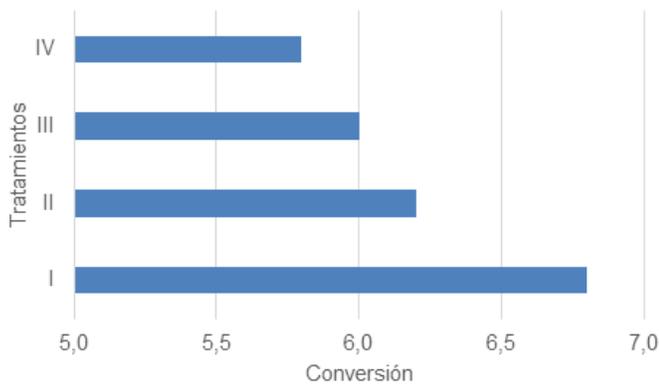


Figura 2. Conversión alimentaria por tratamientos.

Alcanzar valores inferiores a 2.0, debe ser con concentrados bien balanceados y con razas especializadas, que Asar, Osman, Yakout & Safoat (2010), obtuvieron valores cercanos a 4.0 con razas no especializadas y uso de forrajes.

La harina de *Tithonia*, es una opción para el período poco lluvioso para sustituir hasta un 30 % del concentrado en la ceba del conejo.

CONCLUSIONES

Productivamente la sustitución de 30 % de harina de *Tithonia diversifolia* en el periodo de ceba de conejos fue positiva.

a pequeña escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asar, M. A., Osman, M., Yakout, H. M., & Safoat, A. (2010). La utilización de harina de maíz mazorca y paja haba en la crianza de conejos dietas y sus efectos sobre el rendimiento, la digestibilidad y la eficiencia económica. *EgiptoPoultSci*. 30, 415-442.

Galindo, J. (2009). Efecto de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de rumiantes. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril. Matanzas.

García, D. E., Medina, M.G., Cova, L.J., Soca, M., Pizzani, P., & Baldizán, A. (2008). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el Estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia tropical*, 26(3), 191-196. Recuperado de <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v26n3/art06.pdf>

González, J. C., Hahn von, C. M., & Narváez, W. (2014). Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18(2), 45-58. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v18n2/v18n2a04.pdf>

Montejo, L. (I. (2016). Efecto de la deshidratación del follaje de plantas forrajeras proteicas en la calidad y conservación de las harinas. Tesis presentada en opción al Título Académico de Maestro en Ciencias en Pastos y Forrajes). Matanzas: Universidad de Matanzas.

Nieves, D., Terán, O., Cruz, L., Mena, M., Gutiérrez, F., & Ly, J. (2011). Digestibilidad de nutrientes en follajes de *Arnica* (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 309-314. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/237042668_DIGESTIBILIDAD_DE_NUTRIENTES_EN_FOLLAJE_DE_ARNICA_Tithonia_diversifolia_EN_CONEJOS_DE_ENGORDE

Nieves, D., Pérez, J., Jiménez, N., Calles, H., Pineda, T., & Vilorio, W. (2012). Uso de follaje fresco de *árnica* (*Tithonia diversifolia*) y morera (*Morus alba*) en la alimentación de conejos. *Revista Academia*, 11(22), 113-123. Recuperado de <http://revistas.saber.ula.ve/index.php/academia/article/view/6118/5924>

Ojeda, F., Martí, J., Martínez, N., & Lajonchere, G. (1998). Harina de morera: un concentrado tropical. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería.

Pedroso, A. (2008). Empleo de la *Tithonia* en la preceba de cerdos en la EEPF "Indio Hatuey". Trabajo de Curso. EEPF "Indio Hatuey", Sede Universitaria de Perico. Matanzas, Cuba. P.38.

Rosales, M. (1996). In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. (Tesis de Doctorado). Oxford: Oxford University.

Villalba, J. J., & Provenza, F. D. (2005). Foraging in chemical diverse environments: energy, protein and alternative foods influence ingestion of plant secondary metabolites by lambs. *Journal of Chemistry Ecology*, 31 (1), 123-138.

18

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

RELACIÓN POBLACIÓN DE CRÍAS Y RESERVAS DE ALIMENTOS EN COLMENAS RACIONALES DE MELIPONA BEECHEII BENNETT COMO FACTORES BÁSICOS PARA SU SALUD

RELATIONSHIP BETWEEN POPULATION OF PUPS AND FOOD RESERVES IN RATIONAL HIVES OF MELIPONA BEECHEII BENNETT AS BASIC FACTORS FOR THEIR HEALTH

José Andrés Martínez Machado¹

E-mail: jamartinez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8624-7909>

Dane Christopher Ward²

E-mail: dcw33@drexel.edu

ORCID: <https://Orcid.org/0000-0002-5527-5402>

Ana Álvarez Sánchez³

E-mail: anaalvarez@uti.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1102-3753>

Juan Pablo González Placeres¹

Reina D. Reyna Reyes¹

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

² Universidad de Drexel. Estados Unidos.

³ Universidad Indoamérica. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Martínez Machado, J. A., Christopher Ward, D., Álvarez Sánchez, A., González Placeres, J. P., & Reyna Reyes, R. D. (2019). Población de crías y reservas de alimentos en colmenas racionales de *Melipona beecheii* Bennett como factores básicos para su salud. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 128-133. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Parámetros biológicos importantes de *Melipona beecheii* Bennett han sido poco estudiados en Cuba y menos aún en lo relativo a la salud. Su determinación favorece el fomento de la especie sobre la base de un correcto manejo, en especial en colmenas racionales. El presente trabajo se desarrolló en la localidad de Horquita perteneciente al municipio de Abreu, provincia Cienfuegos, en el periodo comprendido de enero a mayo del año 2019. Tuvo como objetivo determinar la cantidad de población de cría, reservas de alimentos y estado de salud de colmenas racionales de *Melipona beecheii* Bennett. a 21 colmena. Mediante un diseño completamente aleatorizado, se contó el número de panales de cría en colmenas racionales, la cantidad de torales de miel y polen, así como la inspección clínica a las cámaras de crías. La media de panales de cría fue 7 y 2 808 celdas de cría por colonia. La media de torales de miel por colmena fue 93,9, la miel por total 9,45 ml. La media de torales de polen fue 123,29. No se detectaron manifestaciones clínicas de enfermedades. La fortaleza de las colonias y la disponibilidad de alimentos resultaron evidencias adicionales del buen estado de salud.

Palabras clave:

Meliponas *beecheii*, reservas de alimentos, colmenas racionales.

ABSTRACT

Important biological parameters of *Melipona beecheii* Bennett have been little studied in Cuba and even less in relation to health. Its determination favors the promotion of the species on the basis of proper management, especially in rational hives. The present work was developed in the locality of Horquita belonging to the municipality of Abreu, Cienfuegos province, in the period from January to May of the year 2019. Its objective was to determine the amount of breeding population, food reserves and health status of Rational hives of *Melipona beecheii* Bennett. to 21 hive. Through a completely randomized design, the number of brood combs in rational hives, the amount of honey and pollen torales, as well as the clinical inspection of the brood chambers were counted. The average number of brood combs was 7 and 2 808 breeding cells per colony. The average honey perrales by beehive was 93.9, honey by total 9.45 ml. The average pollen content was 123.29. No clinical manifestations of diseases were detected. The strength of the colonies and the availability of food resulted in additional evidence of good health.

Keywords:

Meliponas *beecheii*, food reserves, rational hives.

INTRODUCCIÓN

La Meliponicultura o crianza de abejas de la tierra es practicada desde los tiempos precolombinos. La manera más primitiva de explotación, consistía en hacer un agujero en el tronco del árbol en que habitaban las colonias y recoger la miel a través de dicho orificio. Producto que era empleado con fines medicinales, artesanales, ceremoniales y alimenticios. Posteriormente, en el Sur de México, Honduras, Cuba y algunas otras partes de América, se mantenían las colonias en troncos huecos de árboles, los que eran cortados y trasladados a parajes convenientes.

Los mayas vinculaban la cría de la abeja sin aguijón (*Melipona beecheii*), conocida localmente como ko'olel kaab, a la tradición religiosa del dios abeja conocido como Ah Mucen Kaab, a quien representaron en códices y figuras en templos posclásicos de la península de Yucatán como lo señalan diversos autores. Además, entre los mayas existe una tradición ancestral del uso de la miel de ko'olel kaab con fines medicinales, para la preparación de bebidas empleadas en ceremonias religiosas y para endulzar alimentos.

Entre los mayas peninsulares, la meliponicultura forma parte de una estrategia familiar de uso múltiple de los recursos naturales que combina el auto abasto con el comercio. Es una actividad importante en la estrategia campesina maya por su valor de uso y de cambio. A pesar de que la miel de ko'olel kaab es muy valorada en el mercado y de que posee importantes propiedades alimenticias y medicinales, la cría de esta abeja se encuentra en peligro de desaparecer (Villanueva, Roubik & Colli, 2005).

En los nidos, las celdas más claras contienen estadios evolutivos más desarrollados (pupas), mientras que en las celdas más oscuras se encuentran huevos y larvas; además, construyen los torales de polen alrededor de la cámara de cría y los torales de miel un poco más alejados de esta estructura.

Uno de los aspectos más conocidos de las abejas es la sociabilidad; es decir, viven en colonias con una abeja reina acompañada de muchas obreras. Sin embargo, la gran mayoría de especies son de hábitos solitarios. En este caso, una sola abeja (la hembra) se encarga de construir el nido y recolectar el alimento para sus crías; anidan en el suelo, en troncos de árboles muertos, en ramas huecas, paredes de adobe, vigas de madera o cavidades artificiales que brindan las construcciones humanas.

La mejora de los recursos de los granjeros, a través de mayores y más estables cosechas, además de minimizar los impactos ambientales negativos, es esencial para lograr la seguridad alimentaria global y la reducción de la pobreza.

Las abejas de la especie *Melipona beecheii* Bennett (1831) se consideran muy importantes para la conservación de los bosques tropicales, ya que son

eficientes agentes polinizadores de muchas especies de plantas. Sus criadores se benefician de la polinización, que permite obtener mayores y mejores frutos o semillas, y la producción de miel de las colonias a partir de los cultivos.

La miel de abeja se ha considerado un producto curativo por excelencia. El componente nutritivo de la miel es puro en carbohidratos y su propiedad más importante son los azúcares simples, los cuales no necesitan ser digeridos ya que son asimilados directamente por el organismo, convirtiéndola en una fuente rápida de energía haciéndola un alimento precioso para los enfermos, niños y deportistas.

Los meliponinos o abejas sin aguijón conforman un grupo de alrededor de 500 especies descritas a nivel mundial, número que pudiera incrementarse debido a la existencia de especies crípticas (alta similitud morfológica) y la ausencia de análisis detallados en la mayoría de los géneros. Desempeñan un importante rol en la polinización de numerosas especies de plantas silvestres y cultivadas, y se ha estimado que entre 30 y 50% de las plantas en las tierras bajas de la América Tropical son polinizadas por abejas de este grupo (Biesmeijer & Van Nieuwstadt, 1997).

El cultivo de las abejas nativas sin aguijón surge como una actividad alternativa al manejo de abejas africanizadas en zonas tropicales y subtropicales. Aunque pertenecen a una misma familia, son de un género diferente, de tal manera que no se da la incorporación de genes africanos dentro de las especies de abejas sin aguijón. Por lo tanto la explotación de abejas nativas podría ocupar lugares cercanos a las casas-habitación, sin peligro alguno, y con la posibilidad de obtener un ingreso económico.

Las abejas tienen una gran relación con nuestra vida diaria; junto con las mariposas y los murciélagos, se encargan de polinizar cerca del 35% de los cultivos que nos proveen alimento. Polinizan muchas especies de plantas tanto de bosques y selvas como de nuestros jardines y traspatios, y en el caso de las Apis y de las abejas sin aguijón (tribu Meliponini) aprovechamos productos como la miel y la cera. También están presentes en muchos aspectos culturales, por ejemplo han sido emblemas sagrados de civilizaciones antiguas como los mayas y los egipcios, son tema de poemas y canciones, como la muy popular bachata "*Como abeja al panal!*". Aun así, gran parte de su ecología, diversidad e importancia siguen siendo desconocidas.

En Cuba se ha trabajado muy poco en la domesticación de las Meliponas, más bien han desaparecido en gran parte del territorio nacional y abundan solo en lugares de espesa vegetación, mientras que están prácticamente ausentes en localidades urbanas y suburbanas. El desarrollo de la Meliponicultura pudiera contribuir a mantener la especie e incrementar sus poblaciones para prestar servicios de polinización y

producir miel, convirtiéndose en una ocupación sana y atractiva para muchas personas sin importar la edad ni el sexo, sin embargo, hoy prima una debilidad; saber cómo manejar estos insectos tan beneficiosos (Vázquez, 2011).

Melipona beecheii es una de las dos especies de abejas eusociales existentes en Cuba y resulta de interés por su miel y polen, además de la polinización de plantas silvestres y cultivadas. Sus parámetros biométricos han sido estudiados en detalle en países como Costa Rica y México, pero en Cuba, son insuficientes las referencias de estudios precedentes que aporten elementos sobre el tamaño de la población de las colonias y sus reservas de alimentos. El objetivo del presente estudio es determinar la población de crías y reservas de alimentos en colmenas racionales de *Melipona beecheii* Bennett como factores básicos para su salud.

MATERIALES Y MÉTODOS

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Parámetros reproductivos de la especie *Melipona beecheii*.

Meliponarios	Tipo de panal	No. de panales (Promedio)	%	Diámetro del panal (Promedio cm)	Área del panal (Promedio cm ²)	Cantidad de cría por colonia (Promedio)	%
1	PNN(1975)	7.29	37.50	13.57	97.85	3189	39.34
2	PNN(1975)	6.43	33.09	12.43	97.64	2820	34.78
3	PNN(1975)	6.67	29.41	7	79.07	2447	25.87

El rango de panales de cría por colmenas (Tabla 1) promedio mayor fue para el Meliponario 1, en tanto el menor fue para el Meliponario 2. El número medio de panales por colonia fue de $6,43 \pm 7,29$ con rangos entre 5 y 9, mientras un estudio realizado por Fernández & Navarro (2015), en 15 colonias del Consejo Popular Horquita, municipio Abreus, provincia Cienfuegos, mostró que la cantidad de estos panales encontrados en todas las colmenas coincidió con lo reportado por Boggino (2008), para las Abejas sin Aguijón (6 - 8 panales por colmena); por otra parte son diferentes a los datos encontrados en la especie *Melipona beecheii* Bennett (1831) en Yucatán, México (8-12 panales por colmena).

Según el total de panales de cría encontrados en las 21 colmenas (Figura 2), 40,23% eran nuevos (a), 52,18% viejos o de capullo (b), y 10,41% mixtos (c); resultados similares se comunican en el municipio de San José de las Lajas, provincia Mayabeque por Loriga, Álvarez, Fonte, & Demedio (2015), quienes del total de panales de cría encontrados en 12 colmenas reportaron 34,43% eran nuevos, 49,18% viejos o de capullo, y 16,39% mixtos; pero no se coincide con los resultados próximos obtenidos en México, con 40% de celdas nuevas y 60% de celdas de capullo.

El estudio se realizó de enero a mayo del 2019, en tres meliponarios (Centro de Abejas; Centro de Trasiego y Desarrollo y el Meliponario Base), pertenecientes a la Empresa de Cultivos Varios de Horquita, del municipio de Abreus.

Para un estudio descriptivo un diseño completamente aleatorizado para cada meliponario. Se trabajó con 21 colonias alojadas en colmenas racionales de tipo (PNN 1975), siete en cada grupo. A cada colonia se le determinó el número y el diámetro de panales de crías, la cantidad de torales de reservas de alimentos (miel y polen); así como el estado de salud de las colmenas racionales.

Las muestras de miel se extrajeron con una jeringa de 50 ml con ayuda de un catéter plástico y se depositaron en una probeta graduada de 100 ml. Para el procesamiento de los datos se realizó una prueba de Kolmorov y un análisis estadístico descriptivo con el paquete Statgraphics Plus versión 5.1.

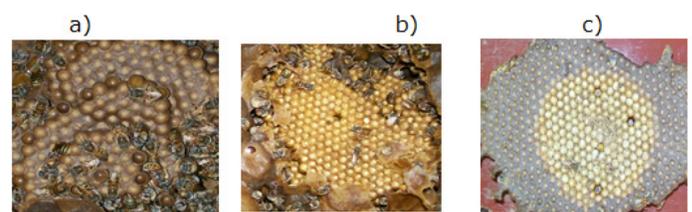


Figura 2. Representación de panales de crías. a) Panales nuevos. b) Panales viejos. c) Panales mixtos.

La población inmadura (desde huevo hasta emergencia del imago) promedió 2793/colmena, con rangos entre 1830 y 3812 celdas. Resultados similares (2 135 crías por colonia) se reportaron al estudiar 19 colonias de *M. beecheii* en Costa Rica; mientras que en Yucatán, se hallaron medias de 40% y 60% (González Acereto, 2008), y otros autores (Chuc, 2005) reportaron valores de 30% y 70%, pero en la especie *Nannotrigona perilampoides* Cockerell.

El diámetro de los panales de cría proporciona una buena idea del estado general de las colonias. La Figura 3 manifiesta que las colmenas del meliponario 1, como tendencia, tuvieron áreas de cría con mayores diámetros. Baumgartner & Roubik, (1989), afirman que la reproducción de las colonias está fuertemente determinada por la disponibilidad de flores, la abundancia de polen y materiales de construcción en el

ambiente. Este planteamiento justifica el hecho de que las colmenas con más actividad de vuelo para la colecta de recursos, en este caso polen, presentaran panales en mayor cantidad y con mayores diámetros.

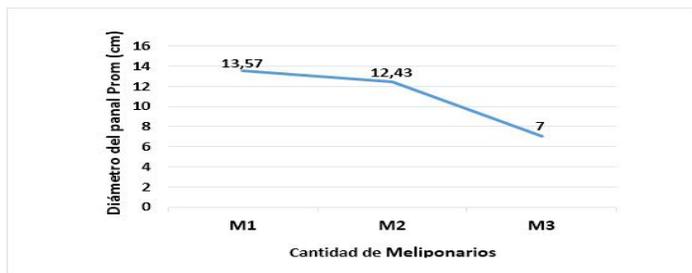


Figura 3. Diámetro del área de cría.

Álvarez (2013), caracterizando colmenas potenciadas con dos reinas (fuertes) y comparándolas con colmenas con una sola reina (menos fuertes) encontró que las primeras construyeron mayor cantidad de panales que las segundas y con similares diámetros.

Se debe considerar, que en la cámara de cría, enclaustrada en un espacio limitado y bordeada sobre todo por los torales de polen, una vez que los panales de cría ocupan todo el espacio disponible, la construcción de celdas se ralentiza y el ritmo de crecimiento de los nuevos panales disminuye al estar limitados por el espacio que a menor ritmo se va creando en la parte inferior, lo que desplaza la proporción de los tipos de cría a favor de las celdas de capullo. Es evidente que esta área relativa al desarrollo y composición de la colonia se mantiene casi virgen y requerirá, más que otras, futuros estudios.

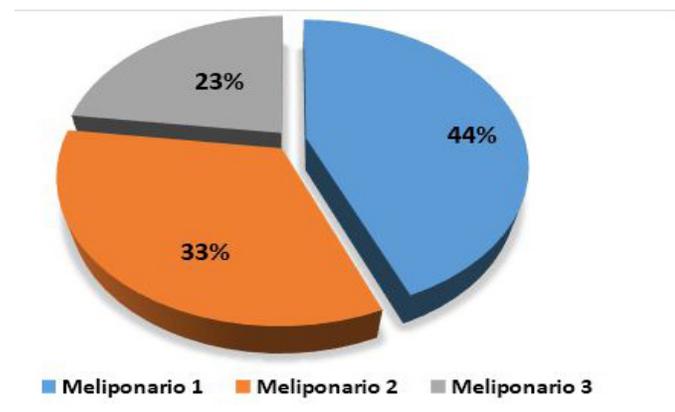


Figura 4. Cantidad de cría por colmena.

La Figura 4 manifiesta que las colmenas más fuertes, como tendencia, tuvieron mayor cantidad de cría por colmenas.

Análisis de la cantidad de reservas de alimentos

En la tabla 2 se exponen los resultados en cuanto a las reservas de alimentos, en este aspecto presentaron una gran variabilidad en la cantidad de torales entre los meliponarios estudiados con una media de

657.33 torales de miel y 205.67 torales de polen y un total de 2589 torales.

Tabla 2. Cantidad de reservas de alimentos por meliponario.

Meliponario	Total de torales	Cantidad de torales de miel	Cantidad de torales de polen
1	998	766	232
2	696	570	126
3	895	636	259
Media	863	657.33	205.67
Total	2589	1972	617

En el meliponario 1 se observó mayor cantidad de torales de miel y polen, debido a que en sus alrededores existe mayor cantidad de floración para la recolecta de las reservas de alimentos y la estructura del meliponario 1 se encuentra en mejores condiciones que el 2 y 3.

Las producciones de miel por colmena son muy variables e influyen numerosos factores, tales como la cantidad de recurso floral, el tamaño de los alojamientos, la fortaleza de la colonia y el estado de salud.

La cantidad promedio de torales de polen fue variable (Tabla 3), inferior a los obtenidos por otro autor en Costa Rica. Esto refleja el poco recurso florístico en el medio y la baja capacidad de acopio de las colonias estudiadas.

Tabla 3. Rendimiento de miel y polen por colmenas.

Parametros (n= 21)	X	Min.	Max.	D.S.
Torales de miel por colmena	93.90	40	157	29.339
Cantidad de miel por colmena (ml)	9.45	7	11	1.15
Torales de polen por colmena	29.38	5	57	15.68

La cantidad de reservas de alimento (miel y polen) está asociada con la fortaleza de la colonia, la especie, la actividad de pecoreo, los factores meteorológicos, la actividad de vuelo y de los competidores potenciales, y el estado de salud. Por otra parte, la relación entre las reservas de alimentos y la producción de individuos sexuados ha sido ya reportada en la especie (Moo-Valle, Quezada-Euán, Canto & González, 2004), y al decrecer la cantidad de alimentos, sobre todo polen, disminuye la producción de individuos, en especial zánganos, en los cuales también ocurre una reducción del tamaño corporal y la producción espermática (Pech-May, 2012). Algo similar se ha observado en *Melipona flavolineata* Friese, respecto al tamaño de las obreras.

Los datos sobre la población de crías y las reservas de alimentos expuestos en este trabajo constituyen las primeras referencias sobre estos parámetros donde se alcanzó una media de 93.90 ± 29.33 torales de miel por colmena (Tabla 3), con rangos entre 40 y 157 torales que contenían este alimento. Se obtuvo un rendimiento promedio de miel por colonia de 123,29 ml con rangos en 45 y 210 ml.

La cantidad de miel promedio por toral fue de 7 ml con rangos entre (7 y 11 ml). En México se alcanzó rendimiento de 600 ml de miel por colmena, mientras que en Costa Rica la media fue de 151 ml al estudiar 19 colonias antes del inicio del flujo de néctar y al cuantificar las reservas biológicas de la especie *Melipona beecheii* Bennett (Apidae: Meliponini) en Cuba, y juegan un importante papel en el desarrollo y funcionalidad de la colonia, además de sentar bases para estudios ulteriores en este campo. En cuanto al rendimiento de miel y polen por colmenas se coincidió con las muestras reportadas, donde no hubo diferencias estadísticamente significativas al clasificar las colmenas como fuertes, las que según la actividad de vuelo tendieron a almacenar más miel, polen y propóleos que las medias y débiles.

Estas reservas son de vital importancia para la reproducción de la colonia. El polen es la fuente principal de proteínas y vitaminas, importantes para el desarrollo completo de las larvas, abejas recién nacidas y la reina. La miel es producida por las abejas a partir del néctar recogido en las flores y procesado por las enzimas digestivas de esos insectos, siendo almacenado en toneles para servirles de alimento.

A partir de estos elementos las abejas producen el alimento larvar líquido, mezcla de polen y secreción glandular de coloración pardo-oscura y fuerte sabor ácido (Roubik, 1989) que depositan en las celdas de cría para el desarrollo de las larvas una vez que el huevo, depositado por la reina, eclosiona.

Análisis del estado de salud de las colmenas

El estado de salud de las colmenas está en buenas condiciones debido a que en cuanto a la cantidad de panales cuentan con un número promedio de 7 por colmena en los tres meliponarios, lo que nos permite plantear que las colonias se encuentran en la fase # 2.

Existe una satisfactoria cantidad de reservas de alimentos por meliponarios. Durante el periodo de estudio se observó que la mayoría de las colmenas ocuparon todo el espacio vital interno, provocando limitaciones en la construcción de panales de crías (Figura 5).



Figura 5. Espacio vital interno de la colmena.

En todas las colonias se evidenció una constante actividad interna (Figura 6) lo que provocó que se obtuvieran datos satisfactorios tanto en la cantidad de panales de crías y reservas de alimentos. También se observó la buena estructuración de las colonias, todo gracias al buen cuidado y el mantenimiento del trabajador encargado de las colmenas estudiadas.



Figura 6. Actividad de las abejas y estructuración de las colmenas.

La inspección de la cámara de cría y los torales de alimentos permitieron constatar la ausencia de manifestaciones clínicas de enfermedades. Tampoco se hallaron larvas o adultos de artrópodos parásitos, todo lo cual, unido a la abundante población, buena fortaleza y las reservas de alimentos existentes, expresan el buen estado de salud de las colonias estudiadas.

CONCLUSIONES

No existió diferencias entre Meliponarios en cuanto al número de panales de cría por colmenas racionales de *Meliponas beecheii*, el total de panales de crías fue de 141 con una media de $6,43 \pm 7,29$ con rangos entre 5 y 9.

El espacio vital por colmena alcanzó la máxima capacidad para los meliponarios en estudio, el número de torales de reserva de alimento fue de 2589 (miel y polen), se obtuvo un rendimiento promedio de miel por colonia de 123,29 ml con rangos entre 45 y 210 ml.

La disponibilidad de panales de cría y reservas de alimentos influyó significativamente en el estado de salud de las colonias de *Meliponas beecheii* Bennett.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, D. (2013). *Trasiego potenciado para el incremento reproductivo y productivo de Meliponas*. (Trabajo de Diploma). Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Baumgartner, D. L., & Roubik, D. W. (1989). Ecology of necrophilous and filth-gathering stingless bees (Apidae: Meliponinae) of Peru. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 562(1), 11-22.
- Biesmeijer, J. C., & Van Nieuwstadt, M.G.L. (1997). Colony foraging patterns of stingless bees in Costa Rica, with special reference to pollen. (Dissertation). Utrecht: Utrecht University.
- Boggino, P. A. (2008). Las abejas nativas en peligro de extinción. Suplemento Rural. Recuperado de <http://www.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=145581>
- Chuc, G. (2005). Caracterización de nidos de tres especies de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponini) de Yucatán. (Trabajo de Diploma). Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- González Acereto, J. A. (2008). Cría y manejo de abejas nativas sin aguijón en México. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Loriga, W., Álvarez, D., Fonte, L., & Demedio, J. (2015). Población inmadura y reservas de alimentos en colonias naturales de *Melipona beecheii* Bennett (Apidae: Meliponini) como factores básicos para su salud. *Rev. Salud Anim*, 37(1), 47-51. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v37n1/rsa07115.pdf>
- Moo-Valle, H., Quezada-Euán, J. J., Canto, J., & González, J.A. (2004). Caste ontogeny and the distribution of reproductive cells on the combs of *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini). *Apidologie*, 35(6), 587-594. Recuperado de <https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/2004/07/M4037/M4037.html>
- Roubik, D. W. (1989). *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. New York: Cambridge Tropical Biology Series.
- Villanueva, R., Roubik, D., & Colli, W. (2005). Extinction of *Melipona beecheii* and Traditional Beekeeping in the Yucatan Peninsula. *Bee World*, 86(2), 35-41.

19

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE BIOCARBÓN COMO ENMIENDA EDÁFICA EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA X PARADISIACA L.) CLON WILLIAMS

DETERMINATION OF THE OPTIMAL DOSAGE OF BIOCARBON AS A DRAFT AMENDMENT IN THE BANANA CULTURE (MUSA X PARADISIACA L.) CLON WILLIAMS

Sara Tenesaca Martínez¹

E-mail: stenesaca_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Tenesaca Martínez, S., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. (2019). Determinación de la dosis óptima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (*Musa X Paradisiaca L.*) Clon Williams. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 134-141. Recuperado de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El objetivo del artículo es determinar la dosis óptima de biocarbón para ser usada como enmienda edáfica en el cultivo de banano. Esta investigación se realizó desde el 29 de junio del 2018 al 02 de septiembre del 2019, momento hasta el cual solo los tratamientos T2 y T3 generaron datos de cosecha, resultados muy notables en cuanto a la dosis óptima que indicaron que el T2 con 75gr de biocarbón + 15 g de Yaramila Complex y el T3 con 50 gr de biocarbón + 15 de Yaramila Complex fueron los mejores en cuanto a desarrollo de la planta, días a la parición y cosecha, fitosanidad y número de hojas, demostrando significancia importante con relación a los demás tratamientos. El tratamiento T5 con 100 g de biocarbón + 15 g de Yaramila Complex, fue la dosis que mostro las medias más bajas para todas las variables evaluadas de desarrollo fenológico, este tratamiento retardó el crecimiento de las plantas. Enfocados en los dos tratamientos T2 y T3 que resultaron ser los mejores por haber presentado acortamiento en el ciclo de cultivo y ratios muy satisfactorios para el primer corte, demostrando que el biocarbón es una excelente alternativa orgánica de bajo costo para ser aplicada en el cultivo de banano.

Palabras clave:

Biocarbón, enmienda edáfica, fertilidad, tratamiento, agroquímicos.

ABSTRACT

The objective of the article is to determine the optimal dose of biocarbon to be used as an edaphic amendment in banana cultivation. This investigation was carried out from June 29, 2018 to September 2, 2019, at which time only the T2 and T3 treatments generated harvest data, very remarkable results regarding the optimal dose that indicated that the T2 with 75gr of biocarbon + 15 g of Yaramila Complex and T3 with 50 gr of biocarbon + 15 of Yaramila Complex were the best in terms of plant development, days of delivery and harvest, phytosanity and number of leaves, demonstrating significant significance in relation to Other treatments The T5 treatment with 100 g of biocarbon + 15 g of Yaramila Complex, was the dose that showed the lowest means for all the evaluated variables of phenological development, this treatment retarded the growth of the plants. Focused on the two treatments T2 and T3 that turned out to be the best because they presented shortening in the crop cycle and very satisfactory ratios for the first cut, demonstrating that biocarbon is an excellent low-cost organic alternative to be applied in the cultivation of banana.

Keywords:

Biocarbon, edaphic amendment, fertility, treatment, agrochemicals.

INTRODUCCIÓN.

América Latina y el Caribe conforman la región exportadora más importante del mundo para los bananos y las cuatro frutas tropicales más fundamentales (mangos, piñas, aguacates y papayas) en promedio, el 25 por ciento del rendimiento mundial. Posee abundante tierra que presenta condiciones agroclimáticas altamente favorables para el cultivo de productos tropicales detrás de Asia. Las frutas más producidas y comercializadas van del siguiente orden: banano, piña, mango, aguacate y papaya con un volumen de producción anual de aproximadamente 54 millones de toneladas entre 2016 y 2018 (promedio de tres años).

El cultivar de banano viene presentando problemas, relacionadas con complicaciones nutricionales, lo cual produce un bajo rendimiento y utilidad de las plantas. Por consiguiente, origina una baja competitividad para el mercado exterior (Cevallos, 2014).

El acrecentamiento en los costos de los fertilizantes exige a optimizar su uso, en virtud, es ineludible conocer el estado nutricional de las plantaciones bajo las diferentes circunstancias agroecológicas y de manejo existentes en el país. Una de las labores culturales de mayor importancia es la fertilización, ya que puede aligerar o retardar el desarrollo de la planta, tanto de su parte aérea como radical; para la obtención de fruta con calidad comercial (longitud y grosor) es necesario que las plantas de banano reciban una fertilización balanceada. Sin embargo, han surgido nuevas alternativas de fertilización con altos beneficios en el uso de los insumos orgánicos (Cevallos, 2014).

Al implementar una agricultura orgánica tratamos de minimizar la problemática en las plantaciones bananeras, cuyas cargas químicas contaminan las cosechas (fruta), el suelo y el medio ambiente. Lo que implica fomentar alternativas nutricionales para el cultivo de banano más amigable al ser humano y medio ambiente (Valverde, et al., 2019).

1-Biocarbón

Tabla 1. Resultado de análisis básico del biocarbón usado en este ensayo.

Resultados de análisis de biocarbón						
pH	%					Relac.
	M.O	C	N	P	K	C/N
10,20	6,11	3,50	1,52	0,70	13,45	2,30

Fuente. NEMALAB S.A

2-Yaramila complex

Tabla 2. Nutrientes y porcentajes presentes en la composición de Yaramila complex.

Nutrientes de Yaramila complex %					
N	12	P2O5	11	K2O	18
N Nítrico	5	MgO	2,70	B	0,02
N Amoniacal	7	Fe	0,20	Mn	0,02

Existiendo un antecedente positivo con el uso de biocarbón en cultivo de banano según lo manifiesta Tuz (2018), cuyos resultados en los tratamientos donde se aplicó como enmienda edáfica, mejoraron parámetros productivos y fitosanitarios a bajo costo, lo que propicia seguir investigando acerca de esta alternativa orgánica.

La presente investigación se realizó, en busca de una alternativa viable empleando biocarbón, para disminuir el uso de agroquímicos que ocasionan la erosión, compactación, desgaste físico, químico y biológico del suelo, que propician la baja producción del cultivo de banano, para lo cual se han planteado el siguiente objetivo, Determinar la dosis óptima de biocarbón (BC) para ser usado como enmienda edáfica en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) clon William, y el efecto de dosis de biocarbón en la productividad y fitosanidad del cultivo de banano, respaldado por el análisis de costos de los tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente trabajo se realizó en la Granja Experimental "Santa Inés" de la Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Técnica de Machala. Ubicada en la Av. Panamericana Km. 5 1/2 Vía a Pasaje en la Provincia de El Oro. El lugar de estudio se caracteriza por estar dentro de un tipo de clima tropical seco, clasificado como bosque seco tropical (B.S.T), según el sistema Holdridge. Presenta una temperatura de 25 –32 °C y una precipitación anual de 250 a 500 mm, esto según el Plan de desarrollo (2015).

Material genético. Para este trabajo de investigación se utilizó 50 cormos de plantas de banano clon Williams, que se encuentran en la plantilla de la Universidad Técnica de Machala.

Producto utilizado para la fertilización en tratamientos (Tabla 1 y 2).

Factores evaluados. Para efectuar la investigación se evaluaron factores semanalmente como son: Altura de planta, fuste, número de hojas; en segunda etapa se evalúa la cosecha con peso de racimo, peso de raquis, número de manos, largo de dedo, número de dedos por mano, °Brix en frutos verdes, además se realizó un análisis económico por tratamiento.

Tratamientos. La superficie experimental de estudio fue 286 m², donde se establecieron cinco bloques, cada bloque fue ocupado por un tratamiento elegido al azar, cada tratamiento contó con diez unidades experimentales (tabla 3). El trabajo de campo se efectuó desde el 29 de junio de 2018 hasta el 02 de septiembre de 2019 en las parcelas de experimentación de banano ubicadas en la Granja Experimental “Santa Inés” de la FCA-UTMACH.

Tabla 3. Tratamientos manejados.

TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4	TRAT.5
Yaramila (10gr)	BC (75gr)+ 10gr yaramila	BC (50gr)+10gr Yaramila	TESTIGO ABSOLUTO	BC (100gr)+ 10gr Yaramila

BC= biocarbón

La preparación de terreno. Inicialmente se adecuó el área experimental con drenajes estos fueron rectangulares (para evitar pérdida de área de producción) de 40 cm de ancho por 60 cm de alto, el ancho de cada parcela es de 2.50 m, se implementó el riego este consta de 4 aspersores. Análisis de suelo. Se tomó las muestras del área, se recolectaron en forma de zigzag con un barreno hasta obtener 2 kg de muestra, se guardaron en fundas plásticas y finalmente fueron enviadas al laboratorio para análisis básico.

Siembra. Para este proyecto de investigación fueron recolectadas 50 cormos del clon “Williams” y fueron sembradas el 29 de junio de 2018 directamente a campo, la distancia entre plantas fue de 2 m, el hoyado fue de 20*20*20 cm y el fertilizante de fondo aplicado fue DAP a razón de 100 g por planta.

Control de arvenses. Se realizó manualmente y con rozadora mecánica una vez al mes.

Riegos. Se estableció un calendario de riego para las necesidades hídricas de acuerdo con el clima. Desde el mes de junio de 2018 hasta el mes de diciembre de 2018 se regó 2 días a la semana, cada turno se regó 2 horas. Desde el mes de enero de 2019 hasta el mes de julio del mismo año se regó 3 veces por semana, y desde el mes de junio de 2019 hasta final de la investigación 2 veces por semana, cada turno duró 2 horas.

Aplicación de los tratamientos de Fertilización. La aplicación del fertilizante fue una vez por mes empezando desde el mes de julio 2018 hasta el mes de agosto de 2019. Los tratamientos utilizados fueron, T1: 10 g de Yaramila complex, T2: 75 g de biocarbón + 10 g Yaramila complex, T3: 50 g biocarbón + 10 g

de Yaramila complex, T4: testigo absoluto, T5: 100 g biocarbón + 10 g Yaramila complex

Deshoje, podas y cirugías. Cuando la plantilla presento hojas funcionales, se procedió semanalmente a la revisión y eliminación de hojas viejas no funcionales, se trabajó con el despunte temprano para reducir la fuente de infección, se realizó esta labor cultural una vez por semana.

Deshernane y deshije. El deshije se ejecutó cuando la constitución de la planta lo demandó, se eliminaron los hijos mal posicionados y pequeños dejando aquel que sea más vigoroso y mejor ubicado, esta labor se llevó a cabo cada 3 semanas.

Deschante. Se cortó la parte de la vaina que se desprendía fácilmente del pseudotallo, sin hacer fuerza para no dañar la estructura de la planta, evitando el deschante tipo tela de cebolla, para que la planta no se deshidrate, se realizó cada 2 semanas.

Encintado y protección de manos. Es cuando la cucula ha obtenido geotropismo positivo y antes que se abran las brácteas se colocó la funda con su respectiva cinta de acuerdo con el calendario de encintado, la funda se amarra sobre la cicatriz del raquis, para la protección de manos se usaron protectores tipo basmer o cuello de monja.

Medición de brix. Se selecciona plantas que miden 2 m. Con el podón se da un corte en la parte central de la hoja, se sostiene la nervadura para que caiga la savia. Una vez leída la cantidad de brix en el lente en el refractómetro se repite 3 veces el procedimiento.

Cosecha. Para la cosecha los racimos fueron pre-calibrados una semana antes, tomando como base la edad (10 semanas después de la parición), la cosecha se la realizó con el podón, realizando un corte limpio por encima del raquis, se recibió los racimos con cuna, para ser transportados hasta el patio de racimos de la empacadora de banano de la facultad, donde fueron evaluados bajo normas internacionales para determinar su calidad exportable, se tomaron variables tales como el peso de racimo, peso de raquis, calibración de la mano del sol, número de dedos, largo de dedos y cantidad de látex.

Post-cosecha. En este proceso cuando ya está la fruta en la empacadora se lava el racimo para eliminar cochinilla en caso de existir, el embarque consta de dos tinas en la primera tina se desmana y se forman los clúster, en la segunda tina se deslecha y lava la fruta, luego se colocan los clúster en cada bandeja de acuerdo al peso y se realiza la fumigación de corona, después se etiqueta, enfunda, encinta, aspira o lo que requiera la marca, finalmente el embalador arregla los clúster dentro de la caja y la tapa pasando a ser estibada al camión.

Análisis económico de los tratamientos. En este análisis económico se usó la metodología que utilizó

(Reyes, 1992), en cada uno de los tratamientos y se realizó basado en la relación Beneficio- Costo con a la siguiente fórmula (Tabla 4):

$$B/C = \frac{\text{INGRESO BRUTO}}{\text{COSTO TOTAL}}$$

Donde B/C = relación Beneficio- Costo

Tabla 4. Tratamientos manejados.

Tratamientos	Costo en dólares
T1	1,2
T2	3,99
T3	2,64
T4	0
T5	2,94

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para verificar cual dosis es la óptima entre los cinco tratamientos realizamos un ANOVA de un factor, cuyos resultados indicaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en función de las variables medidas. En la Figura 1 se evidencia que, si existe diferencias entre los cinco tratamientos, la figura 2, 3 y 4 denotan claramente cómo se comportan las medias y sus rangos de fluctuación.

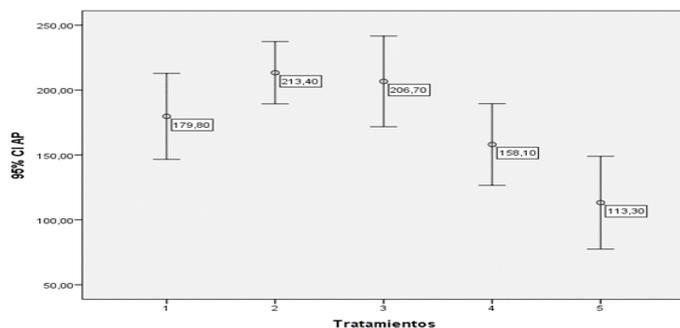


Figura 1. Mediana y cuartil para altura de planta.

La figura 2,3 y 4 cuyas variables son altura de planta, fuste, número de hojas; muestra que hubo significancia en los tratamientos T2 y T3, estos presentan las medias más altas para altura de plantas, en estos tratamientos las dosis de biocarbón fueron 75 gr y 50 gr respectivamente, indicando un comportamiento más uniforme y mayores alturas el T1, evidenciando que para esta variable la mejor dosis de biocarbón es la de 75 gramos por planta. Los tratamientos T1 y T4 presentan medias por debajo de los T2 y T3, mientras que la media más baja fue obtenida en el T5 con 100 g de biocarbón; explicándose esto con lo expuesto por autores (Torres-Sallan, Ortiz, Ubalde, Sort & Alcañiz, 2012) quienes manifiestan que el pH del biocarbón puede generar la escasa asimilación de los macro nutrientes (N, P y K), sugiriendo estos resultados que no se aplique dosis más allá de los 75 gramos de biocarbón por plantas pequeñas de banano.

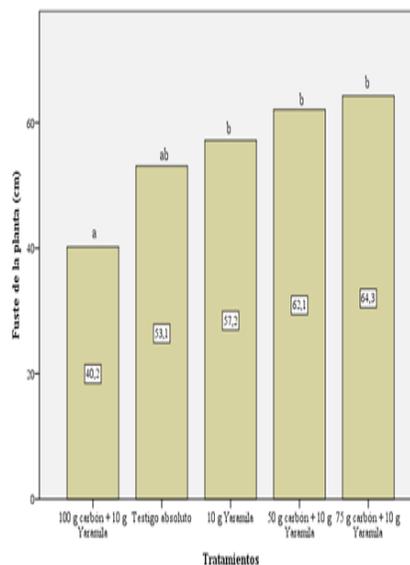


Figura 2. Fuste de plantas

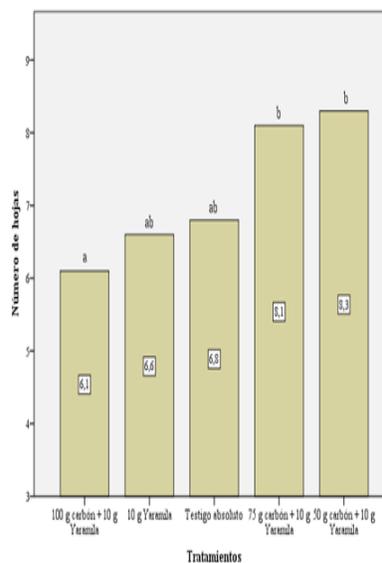


Figura 3. Número de hojas.

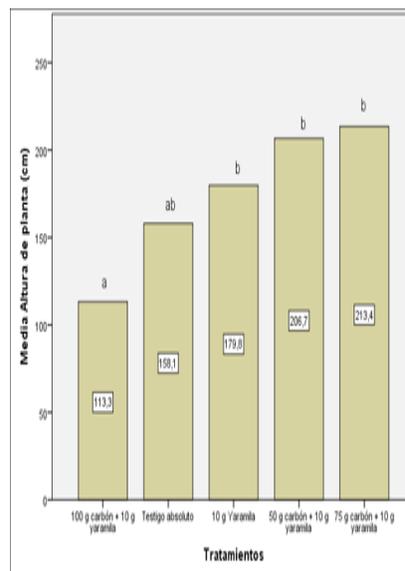


Figura 4. Altura de planta.

Resultados de la cosecha. Solo se aplicó el ANOVA a los resultados de cosecha obtenidos en los tratamientos T2 y T3, pues hasta la fecha de cierre de esta investigación fueron los únicos cuyas unidades experimentales estuvieron listas para la cosecha, demostrando que el uso de biocarbón en dosis de 75 y 50 gramos reduce el ciclo de cultivo de las plantas de banano, pudiéndose considerar que estas son las mejores dosis para ser usadas. Este análisis evidencio que no hay significancia entre los dos tratamientos. Las variables analizadas con los datos tomadas reflejan que no existe alguna significancia que son Grado en la mano del sol, Largo de dedo LD; Número de dedos ND; Brix; Peso racimo PR; Peso raquis PRQ; Ratio; Altura de hijo AH; Altura de nieto AN; Días a aparición desde la siembra DAP; Hojas a la parición HAP; Días a la cosecha desde la siembra DAC.

Grado de la mano del sol (GMS). La variable que observamos en la figura 5 nos muestra la media entre los tratamientos, a pesar de no existir significancia estadística entre los tratamientos, se observa una ligera diferencia entre usar 50 y 75 g respectivamente. El grado de la fruta de la mano del sol muestra una media aceptable de 43,17 (T3) y 43,50 (T2) y dentro de los parámetros de exportación.

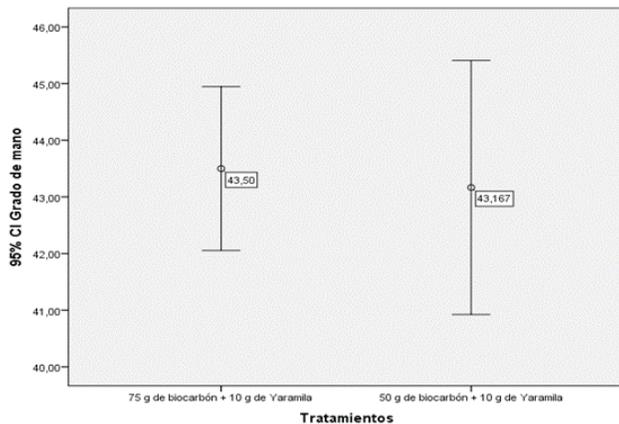


Figura 5. Media para la variable grado.

Número de dedos (ND). La figura 7 muestra que los dos tratamientos tienen una media de número de dedos que varía de 18 (T2) y de 20, 14 (T3) que, si bien es cierto que estadísticamente no son significativas, es importante establecer que mientras más dedos en una mano esto repercutirá en una mayor producción si el peso de los racimos fuese diferente (Figura 6).

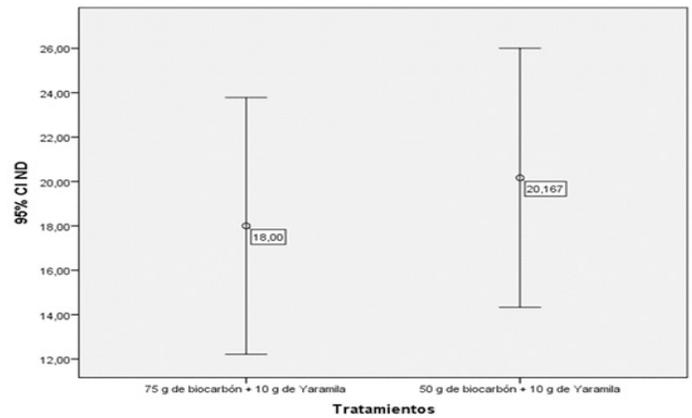


Figura 6. Media para la variable número de dedos.

Largo de dedos (LD). Podemos observar en la figura 7 que el largo de dedo fue muy heterogéneo en el T2 y un poco más homogéneo en el T3, pero en ambos casos siempre estuvo dentro de los rangos requeridos para la exportación, y no hay significancia entre los dos tratamientos.

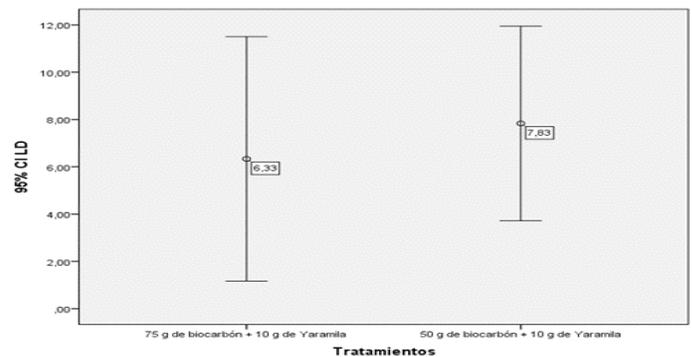


Figura 7. Media para la variable largo de dedos.

Brix en fruto verde. El análisis la figura 8 muestra que, a pesar de no existir significancia estadística entre los Brix para los dos tratamientos, las medias presentan una leve diferencia, que podría ser mayor en frutos maduros. Los grados brix son el porcentaje de sólidos solubles presentes en la fruta. La cantidad de azúcar en la fruta es esencial ya sea para consumo en fresco.

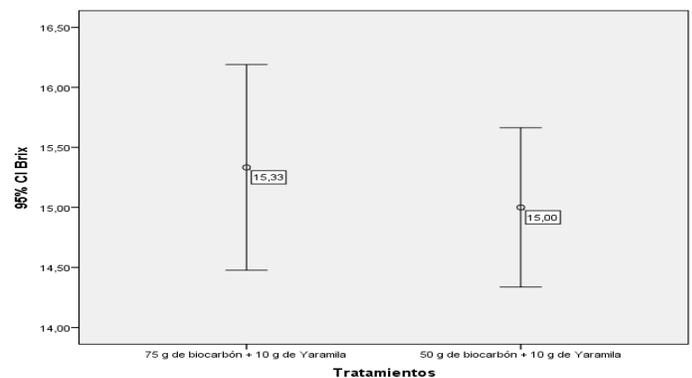


Figura 8. Brix en fruto verde.

Peso de racimo (PR). La figura 9 demuestra la media del peso de racimo muy parecida en ambos tratamientos (T2 y T3), existiendo mayor homogeneidad en

el T2 (75 g de BC + 10 g de YC), los pesos obtenidos en los dos tratamientos son excelentes si consideramos que son plantas obtenidas de “cormitos” y que siempre en el primer corte los pesos de los racimos son bajos por su escaso número de manos.

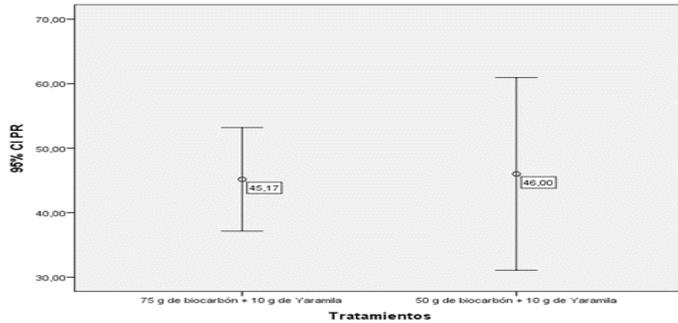


Figura 9. Peso de racimo.

Peso del raquis (PRQ). Para esta variable (figura 10) indica que los dos tratamientos T2 y T3 no presentan significancia, se muestra que el peso del raquis es proporcional al peso del racimo.



Figura 10. Peso de raquis.

Ratio. La prueba para la significancia de ratio indica que no existe significancia entre los dos tratamientos T2 y T3, sin embargo la figura 11 muestra diferencias en las medias y valores mucho más homogéneos para el T2, el ratio es muy aceptable en los dos tratamientos pues a pesar de haber recibido solo 10 g de fertilizante químico en ambos casos, junto con 75 y 50 g de biocarbón respectivamente tienen una media de ratio de 0.9 en ambos casos, es decir se obtuvo aproximadamente una caja de un racimo evidenciando un buen rendimiento con un bajo costo y una mínima carga química, pudiéndose atribuir estos resultados al efecto del biocarbón que incrementa la acción del fertilizante por que la actividad de los microorganismos aumenta, absorbiendo así una mayor cantidad de minerales. y logra un mayor desarrollo celular de los tejidos de las plantas.

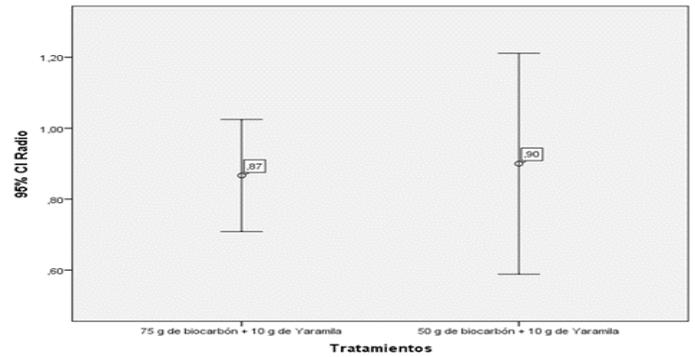


Figura 11. Ratio.

Altura de hijo y nieto a la cosecha (AH, AN). En estas variables (figura 12) se observa una semejante uniformidad en altura del hijo más no es igual el comportamiento para altura del nieto, aunque el análisis estadístico diga que no existe significancia entre los tratamientos T2 y T3, si existen diferencias que pueden ser considerables posteriormente en la velocidad del retorno.

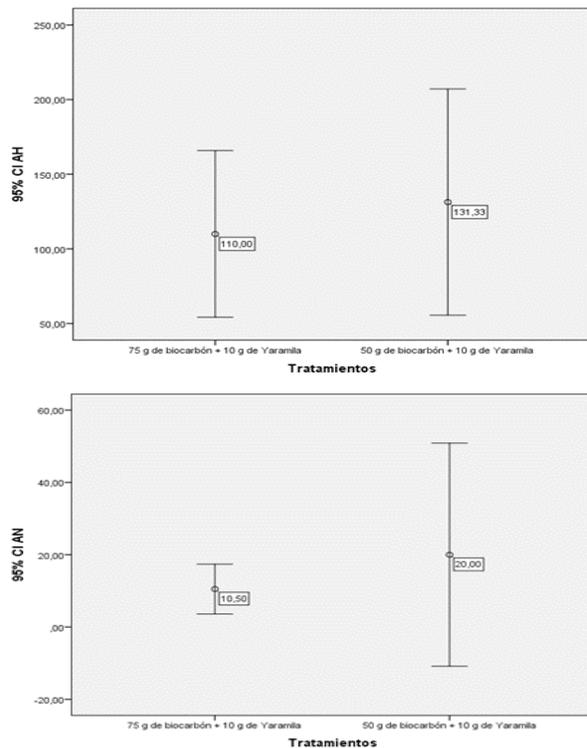


Figura 12. Altura de hijo y altura de nieto a la cosecha.

Días a la parición (DAP). La figura 13 muestra que entre los grupos hay una pequeña diferencia en días, las plantas del T2 (75 g de BC + 10 g YC) presentan una media de 305 días a la parición, mientras que el T3 (50 g de BC + 10 g de YC) tienen una media de 315 días a la parición, estos diez días evidencian un retorno más veloz, permitiendo tener una mayor productividad por unidad de producción, pues se cortan más racimos por años con el mismo número de plantas por ha, a bajo costo y de forma sostenible con el medio ambiente.

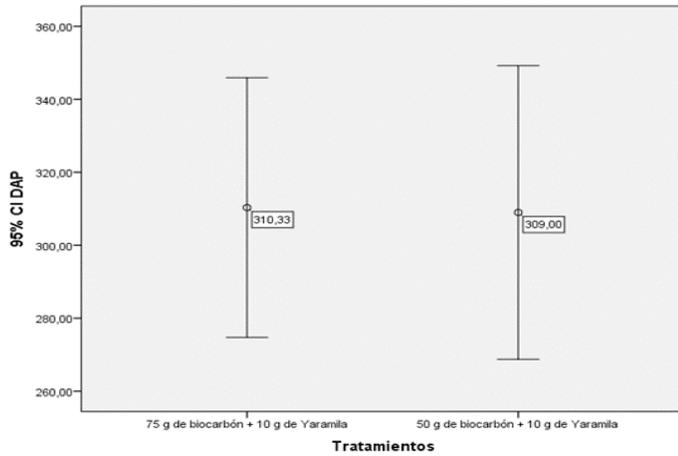


Figura 13. Días a la parición desde la siembra.

Días a la cosecha (DAC). En la figura 14 se demuestra que el tratamiento T3 se cosecha más pronto, a pesar de que el ANOVA dice que no existe diferencia significativa con el T2, los racimos del T2 se cosecharon con una media de 380 días y en el T3 se cosechó con una media de 385 días desde la siembra, lo cual nos indica que para esta variable la dosis óptima de biocarbón está en el T2.

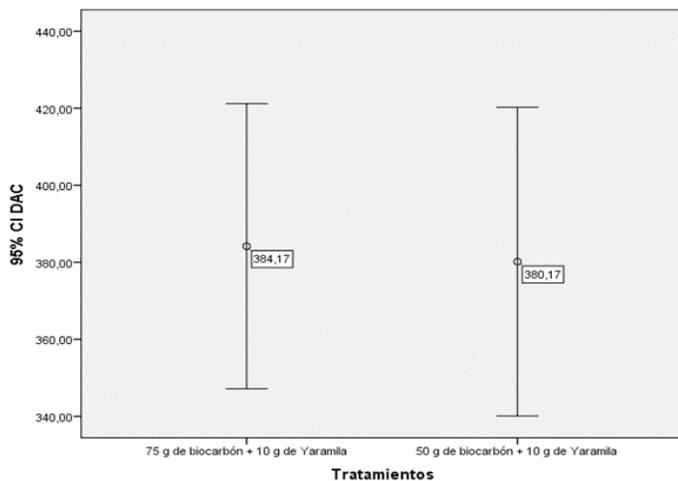


Figura 14. Días a la cosecha desde la siembra.

Número de hojas a la parición (NAP). En la figura 15 se observa la cantidad de hojas con las que el T2 y T3 llegaron a la parición pese a que no se aplicó ningún producto para controlar Sigatoka negra, todos los controles fitosanitarios fueron a base del deshoje y despunte temprano. Soto (2010) afirma que al momento de la parición las plantas deben tener 8 hojas sanas y funcionales para asegurar un llenado y calidad de exportación en los racimos de banano. Se puede observar que el T2 presenta una media de 8.50 de hojas mientras que el T3 tiene una media de 9 hojas a la parición, pudiéndose atribuir estos resultados, al efecto elicitor del biocarbón (Tuz, 2018).

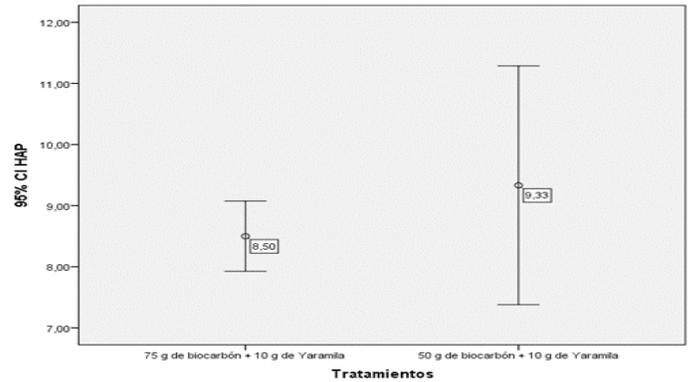


Figura 15. Número de hojas a la parición.

Análisis económico de los tratamientos. Autores como Ucañán (2015) menciona que la relación Beneficio /Costo, compara los beneficios y los costos de un proyecto para definir su viabilidad tomando los ingresos y egresos. Donde se interpretan los datos de la siguiente manera:

- $B/C > 1$ indica que los beneficios superan los costes.
- $B/C=1$ Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.
- $B/C < 1$, muestra que los costes son mayores que los beneficios.

Tabla 5. Relación Beneficio-Costo

DESCRPCIÓN	T1	T2	T3	T4	T5
Precio de una caja de banano	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Costo de producción de una caja de banano	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Costo de tratamiento	1,2	3,99	2,64	0	2,94
Costo total de producción de una caja de banano	7,7	10,49	9,14	6,5	9,44
B/C	1,19	0,88	1,01	1,42	0,97

La tabla 5 se evaluó la relación beneficio costo para todos los tratamientos, donde los valores > 1 son rentables y los < 1 no son rentables. Analizando los resultados obtenidos encontramos tres tratamientos > 1 (T1, T3 y T4), mientras que el T2 y el T5 son < 1 , lo que indica que no son factibles estos tratamientos. Si tenemos en cuenta que el T2 es uno de los dos que llegó a la cosecha, y tenemos en cuenta la ratio, podemos asegurar que si es rentable. El T5 no llegó ni siquiera a la cosecha, al igual que el T1 y el T4, por consiguiente, podemos afirmar que el T3 el tratamiento con la dosis más idónea y con el mejor costo beneficio de todos, reafirmando lo que ya evidenciaron los análisis estadísticos.

CONCLUSIONES

Entre los cinco tratamientos existe diferencia significativa, quedando el T2 y T3 (75 g y 50g de biocarbón) como los mejores, indicando que estas son las dosis

más recomendables para poder aplicar el biocarbón como enmienda edáfica al cultivo de banano y obtener aumentos significativos en la producción.

No usar dosis mayores a 75 g de biocarbón como enmienda edáfica para el cultivo de banano, especialmente desde etapas fenológicas tempranas, ya que el T5 con 100 g de biocarbón + 10 g de Yaramila complex, presentaron un escaso desarrollo de las plantas, debido a que el biocarbón absorbe y retiene los nutrientes con sus cargas negativas, y su pH alcalino, retiene el agua en el suelo por más tiempo e inmoviliza el nitrógeno, ocasionando el enanismo de las plantas. El biocarbón no solo mejora las propiedades del suelo, sino que también contribuye a mejorar el desempeño fisiológico de las plantas, esto se corrobora teniendo en cuenta que todas las plantas fueron sembradas la misma fecha, y recibieron las mismas dosis de riego, en una misma clase de suelo, demostrando que lo que hizo la diferencia entre los tratamientos fueron las dosis de biochar de 50 g y 75 g respectivamente.

Los tratamientos T2 y T3 llegaron a ser cosechadas en 385 y 375 días después de la siembra, mientras que las plantas de los T1, T4 y T5 ni florecían al momento del cierre de esta investigación, presentando ratios de 0.9 a 1.20 y con alturas de hijos a la cosecha > a 1,50 m.

El tratamiento con mejor costo/beneficio fue el T3 con 50 gr de biocarbón + 10 de Yaramila complex, habiendo ahí una significancia para los dos tratamientos; quedando la dosis del tratamiento tres como la mejor para el cultivo de banano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cevallos, S. G. (2014). Estudio sobre niveles de fertilización con N, P, K, Mg utilizando una fuente de liberación controlada en el cultivo de banano (*Mussa AAA*). (Tesis de grado). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Reyes, V. (1992). Efecto de *Cosmopolites sordidus* German (picudo negro) en plátano (*Musa balbisiana*) bajo diferentes sistemas de manejo. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Soto, M. (2008). Banano, técnicas de producción, manejo postcosecha y comercialización. San José: Litografía e Imprenta LIL.
- Torres-Sallan, G., Ortiz, O., Ubalde, J. M., Sort, X., & Alcañiz, J. M. (2012). El biocarbón (biochar): una forma de secuestrar carbono y de transferir menos contaminantes al subsuelo y acuíferos. Jornades Ambientals sobre Contaminació d'Aigua del Subsòl. Recuperado de http://www.jornadesambientals.com/uploads/2/3/9/7/23973214/el_biocarb_n_biochar_una_forma_de_secuestrar_el_carbono_y_de_transferir_menos_contaminantes_al_subsuelo_y_acuferos_1.pdf
- Tuz, G. I. (2018). Manejo integrado del cultivo de banano (*Musa X Paradisiaca L.*) clon Williams, usando biocarbón y microorganismos eficientes. (Trabajo de titulación). Machala : Universidad Técnica de Machala.
- Ucañán, L. R. (2015). Cálculo de la relación Beneficio Coste (B/C). Cálculo de la relación Beneficio Coste (B/C). Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/calculo-de-la-relacion-beneficio-coste/>
- Valverde, E., García, R., Moreno, A., & Socorro, A. (2019). Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 151-159. Recuperado de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/download/104/198>

20

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

SEGURIDAD ALIMENTARIA EN CUBA EN LA COYUNTURA ACTUAL: FINCAS FAMILIARES Y COOPERATIVAS SOSTENIBLES

FOOD SECURITY IN CUBA IN THE CURRENT SITUATION: FAMILY FARMS AND SUSTAINABLE COOPERATIVES

Yaumara Acosta Morales¹

E-mail: yamorales@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4318-3647>

Maricely Sánchez Quintero¹

E-mail: msanchez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0510-9876>

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Acosta Morales, Y., & Sánchez Quintero, M. (2019). Seguridad alimentaria en Cuba en la coyuntura actual: fincas familiares y cooperativas sostenibles. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 142-147. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El Objetivo de la investigación fue evaluar el impacto de la estrategia transdisciplinaria en la soberanía alimentaria y la sostenibilidad de las haciendas familiares y cooperativas en Cuba. En el presente trabajo se realiza, en primer lugar, un análisis teórico, socioeconómico y normativo de la fincas familiares y cooperativas, que ilustra el lugar que estas están llamadas a ocupar en el escenario de la economía cubana. Para ello se utilizó la observación científica, el cuestionario y la entrevista a expertos, se realizó el análisis documental (balances financieros y económicos, información estadística y actas de asambleas). El estudio contribuye a la necesidad de la seguridad alimentaria, tema cuya importancia es decisiva en el alcance del desarrollo sostenible, el control de su sistema alimentario y el desarrollo cultural en ese sentido, así como de un mercado propio de alimentos. Otro propósito es el desarrollo de intercambios con miembros de los ministerios, campesinos y gobiernos locales en aras de un desarrollo territorial, próspero y sostenible.

Palabras clave:

Cooperativas Agropecuarias; Fincas Familiares; Gobiernos Locales; Seguridad Alimentaria, Sustitución de Importaciones.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the impact of the trans-disciplinary strategy on food sovereignty and the sustainability of family farms and cooperatives in Cuba. In the present work, a theoretical, socioeconomic and normative analysis of family farms and cooperatives is carried out, which illustrates the place they are called to occupy in the scenario of the Cuban economy. For this, the scientific observation, the questionnaire and the interview with experts were used, the documentary analysis (financial and economic balances, statistical information and assembly minutes) was carried out. The study contributes to the need for food security, an issue whose importance is decisive in the scope of sustainable development, the control of its food system and cultural development in this regard, as well as its own food market. Another purpose is the development of exchanges with members of the ministries, farmers and local governments for territorial, prosperous and sustainable development.

Keywords:

Agricultural Cooperatives, Family Farms, Food Security, Local Governments, Substitution of Imports.

INTRODUCCIÓN

La década de 1960 marcó el renacer de la conciencia ambiental en el mundo, a partir de los efectos acumulados de las grandes transformaciones tecnológicas llevadas a cabo luego de la postguerra, en las que se incluye el auge de la industria automotriz y petroquímica y otras afines basado en la utilización masiva de petróleo barato y la expansión de la revolución verde en la agricultura, a partir de un uso intensivo del agua, combustible, fertilizantes y otros agroquímicos, en este decenio también resulta preocupante la dinámica del crecimiento poblacional del mundo (Estévez Pichs, 2017).

Una reflexión importante a tener en cuenta es el tema de los llamados vegetarianos, y es realmente muy bueno que muchas personas comiencen a preocuparse de lo que consumen a favor del cuidado de la salud, pero no debemos descuidar algo importante, en primer lugar el orden de las cadenas alimenticias presentes en la naturaleza, en segundo lugar la matanza indiscriminada de aquellos animales de limitada reproducción o en peligro de extinción, y en tercer lugar una pregunta que los vegetarianos no se han hecho que sucedería en el mundo si todos los seres humanos dejaran de consumir carne animal de aquellos animales que se reproducen con facilidad y copiosamente.

Los animales que se utilizan para el consumo, como aves y cerdos por poner un ejemplo, se alimentan de piensos que se producen con cereales, son criados para el consumo humano. Si esos animales dejaran de tener dicha función, no tendría sentido mantenerlos en cautiverio, una vez que se dejaran libre, se alimentarían de vegetales, viandas y hortaliza, las mismas que consumen los vegetarianos. Que sucedería entonces con la producción de alimento y además con la sobrepoblación animal. Injusto sería también matarlos indiscriminadamente sin ningún fin. El problema está en las fábricas de alta tecnología que producen carnes en conserva, ese es el verdadero problema, la irracionalidad.

Se tiene la certeza que una tonelada de maíz solo puede producir 413 litros de etanol como promedio, en Estados Unidos durante el mandato de el presidente W. Bush se realizó una fuerte campaña para producir combustibles a partir de los alimentos, y justificaciones carentes de absoluto realismo para justificar el empleo de alimentos para la creación de etanol, mientras los países del tercer mundo y las masas hambrientas del planeta dejan de consumir el preciado cereal.

En Cuba por ejemplo los alcoholes se producen en buena parte como subproductos de la industria azucarera, después de hacer tres extracciones de azúcar al jugo de caña. Estas producciones de caña se han visto afectadas por el cambio climático, las prolongadas sequías en los meses de siembra y cultivo. En

nuestro país las tierras dedicadas a la producción directa de alcohol pueden ser mucho más útiles en la producción de alimentos para el pueblo y en la protección del medio ambiente (Castro, 2007).

El perfeccionamiento de las formas tradicionales de cooperativas y fincas familiares y el surgimiento y extensión del cooperativismo a otros sectores, podrá contribuir al aumento y calidad de los servicios que se presten y/o actividades que se realizan a partir de lograr un control más efectivo de los recursos y elevar el sentido de pertenencia.

El cooperativismo en Cuba, presente en el sector agropecuario, representa una vía de desarrollo en los marcos del modelo económico cubano, conscientes de las grandes potencialidades y reservas que posee este sector, inmerso hoy en un franco proceso de transformaciones. En los Lineamientos de la política Económica y Social aprobados en el 2012, como plataforma de actualización del modelo económico en Cuba se destacó:

- » La creación de las cooperativas de primer grado como una forma socialista de propiedad colectiva, en diferentes sectores, las que constituyen una organización económica con personalidad jurídica y patrimonio propio, integradas por personas que se asocian aportando bienes o trabajo, con la finalidad de producir y prestar servicios útiles a la sociedad y asumen todos sus gastos con sus ingresos.
- » La norma jurídica sobre cooperativas deberá garantizar que éstas, como propiedad social, no sean vendidas, ni transmitida su posesión a otras cooperativas, a formas de gestión no estatal o a personas naturales.
- » Las cooperativas mantienen relaciones contractuales con otras cooperativas, empresas, unidades presupuestadas y otras formas no estatales, y después de cumplido el compromiso con el Estado, podrán realizar ventas libremente sin intermediarios, de acuerdo con la actividad económica que se les autorice.
- » Las cooperativas, sobre la base de lo establecido en la norma jurídica correspondiente, después de pagar los impuestos y contribuciones establecidos, determinan los ingresos de los trabajadores y la distribución de las utilidades.
- » Se crearán cooperativas de segundo grado, cuyos socios son cooperativas de primer grado, las que tendrán personalidad jurídica y patrimonio propio y se forman con el objetivo de organizar actividades complementarias afines o que agreguen valor a los productos y servicios de sus socios (de producción, servicios y comercialización), o realizar compras y ventas conjuntas con vistas a lograr mayor eficiencia.

La aprobación del Decreto Ley 300 (Cuba. Consejo de Estado, 2011), permite la entrega de áreas en usufructo hasta 67,10 hectáreas, cantidad que se prevé aumentar en un futuro en casos donde se logren resultados favorables. Por otra parte, se favorece la construcción, modificación o ampliación de viviendas

dentro del área productiva, lo cual permite el fomento de Fincas Familiares.

Uno de los temas globales que más preocupan al hombre es la contradicción sociedad – naturaleza de la cual deviene el problema del deterioro progresivo del medio ambiente y por ende de la calidad de vida del hombre. Las Fincas Familiares y de las Cooperativas que se pretenden fomentar en Cuba deberán proyectarse sobre la base de alcanzar una política integrada, donde se considere el medio físico, el biológico, y el humano, y el desarrollo tome en cuenta no sólo a las generaciones presentes sino también a las futuras, planteándose medidas relativas a la relación medio ambiente y desarrollo sostenible.

En Cuba las políticas públicas anunciadas por su expresidente Raúl Castro y ratificadas por el actual presidente Miguel Díaz-Canel Bermúdez se orientan a construir una sociedad, próspera y sostenible. La prosperidad, a la que se refieren son: al estado de satisfacción de las personas y la sostenibilidad a la capacidad de mantenerse esa sociedad por sí misma en lo económico y también en lo social, medioambiental y cultural.

En los marcos de las aspiraciones de la sociedad cubana en el proceso de actualización y reforma, el papel de las universidades resulta decisivo. Los altos centros de estudio en el país, deberán intensificar sus esfuerzos por elevar la colaboración y el intercambio con universidades de la comunidad internacional y así encontrar una solución inmediata para eliminar el hambre y no al hombre.

El objetivo de la presente investigación es desarrollar la colaboración científico-tecnológica en función del desarrollo sostenible de las Fincas Familiares y Cooperativas, en la actualidad cubana y en aras del desarrollo rural. Además, se propone identificar las demandas de las Fincas Familiares y Cooperativas en función del desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria, desarrollando programas académicos que den respuesta formativa a las demandas identificadas con relación al desarrollo sostenible.

La noción del desarrollo sostenible y todas las tendencias en su definición tienen un eje transversal ineludible: la racionalidad humana, categoría filosófica, que aplicada conscientemente a la agricultura, esencialmente significa el manejo del ecosistema en función de lo que puede aportar, toda vez que se le aporte, sin que se rompa la armonía necesaria entre sus componentes; el balance de los recursos locales y los recursos externos como complemento indispensable generador de desarrollo como proceso continuo y de salto, para las condiciones y los problemas del mundo de hoy y de mañana; y la capacidad para la satisfacción de las necesidades humanas crecientes bajo criterios de equidad social y entre generaciones sucesivas (Socorro, 2001).

DESARROLLO

El estado cubano ha tomado decisiones que han sido un referente internacional que muestra profundos cambios estructurales y funcionales en la producción agropecuaria desde 1959. Pasando por disímiles formas organizativas posteriores a las leyes de Reforma Agraria y por incomparables períodos de transformación; hoy, coexisten diferentes tipos de cooperativas y formas de propiedad y de explotación de la tierra con fines agrícolas (Mármol, 2015).

El proceso de diversificación de las formas de organización de la producción agrícola, la auto-gestión del campesinado con el apoyo del Estado, la apertura a la inversión extranjera, entre otros factores, provocan que la realidad del Sector sea cada vez más complicada y se necesiten enfoques y lineamientos que incorporen la dimensión ambiental a sus acciones. Todo lo anterior se ha llevado a cabo en un marco de total equidad y justicia social, teniendo como premisa fundamental la erradicación de las deficiencias alimentarias en el país.

Los logros en cuanto a participación en la toma de decisiones y beneficios por el trabajo de la tierra de segmentos vinculados a la vida rural, como son los campesinos, las mujeres y los jóvenes, son evidentes en el país. Los tópicos relacionados con la agricultura sostenible a partir de una estrategia ambiental desde la perspectiva agrícola con un plan de acciones coherente, como son la lucha integrada contra la degradación de los suelos y rehabilitación, la diversidad biológica, comprendiendo tanto a vegetales como a animales, el control de las plagas. La creación de biofertilizantes y utilización de compost, en sustitución de químicos con efectos secundarios para los humanos, se ha convertido en una práctica usual en la producción agrícola, en aras de alcanzar la sostenibilidad en la agricultura cubana.

Entre los objetivos de la política económica del estado cubano se encuentra el logro de la seguridad alimentaria nacional, basada en la consolidación de los cambios en la estructura de tenencia y uso de la tierra (descentralizando su uso y disminuyendo el área ociosa con la entrega de tierras estatales en usufructo a distintas formas cooperativas y a particulares, incluidas las zonas montañosas, que han permitido su repoblación), el fomento de la Agricultura Urbana, el desarrollo de fuentes renovables de energía, el uso creciente de la tracción animal, la aplicación de los conceptos de Manejo Integrado de Plagas y de Manejo Integral de la Nutrición (con la consiguiente disminución del uso de agroquímicos), y el manejo de los recursos hídricos sobre la base del Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas.

Entre los antecedentes de estudio de la sostenibilidad de la gestión agraria, se encuentra el estudio de la provincia Cienfuegos. Según estos resultados, los aspectos más relevantes de la transformación agraria

en la provincia están relacionados con la entrega de tierras lo cual provoca el incremento significativo de la cantidad de tenedores en el sector no estatal, la reorganización del sector empresarial y uso de suelos, la disminución del uso de insumos externos respecto al período anterior a la crisis, el uso de alternativas tecnológicas para la producción vegetal y animal, el fomento de la agricultura urbana y periurbana, el incremento de la diversidad de canales de comercialización, el ajuste de estructuras institucionales y un grupo de limitantes que tienen como expresión final la insuficiencia de la producción local de alimentos.

En la provincia de Cienfuegos los avances más notables en la búsqueda de una agricultura sostenible, se localizan fundamentalmente en las Haciendas familiares y en menor medida siguiendo un orden decreciente en la CPA, UBPC y Granjas del estado.

Aspectos aislados de la agricultura sostenible se encuentran en todas las formas de gestión, sin embargo, existen Haciendas familiares de reciente creación en tierras que permanecían ociosas, con resultados integrales que se yerguen en paradigmas para el resto de las formas de producción y el Ministerio de la Agricultura y la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (Organización que agrupa a los campesinos pertenecientes a las CPA, CCS y a los individuales no asociados) se ha propuesto generalizar sus experiencias siempre que sea posible.

Una cooperativa es una sociedad económica creada con la unión de los recursos de sus miembros y conducida conjuntamente con estos, de modo democrático. Las organizaciones cooperativas se pueden fundar con la unión de gran diversidad de recursos -monetarios, materiales, de equipo, de materia prima, de mano de obra- y en las más disímiles esferas de actividades; se hacen para satisfacer las necesidades y resolver los diferentes problemas de sus miembros. Su objeto es social no lucrativo, y se guía por los principios que a continuación se anuncia: membresía abierta y voluntaria, control democrático de los miembros, participación económica de los socios, autonomía e independencia, educación, entrenamiento e información, cooperación entre cooperativas, compromiso con la comunidad.

En la cooperativa, los socios actúan como propietarios y en igualdad de condiciones socioeconómicas. El hecho de que cada uno haya contribuido con el aporte de recursos a su creación y que participe activamente en la dirección de su organización, fortalece el sentido de identidad y pertenencia a la cooperativa que, en su condición de organización económica autónoma, y no de caridad, está obligada a cubrir sus gastos con sus ingresos, a producir bienes y servicios de calidad y con bajos costos, en fin, a ser eficientes.

Dentro de la provincia de Cienfuegos 10 Haciendas familiares y unas 20 CPA, han logrado resultados impresionantes en términos de agricultura sostenible,

dentro de las que se pueden mencionar como punto de partida que marquen la realización en un futuro próximo de otros artículos, dos ejemplos dignos de imitar: La Hacienda Familiar Diversificada “El Mango” y la Hacienda Familiar o Finca “La Carolina”.

La primera abarca solo 13, 7 hectáreas, con posibilidades de ampliar su superficie por parte de tierras entregadas por el estado como estímulo a sus resultados productivos. En dicha Hacienda laboran una familia de 6 integrantes que contratan a su vez a tenor con las necesidades productivas obreros agrícolas otorgándoles una alta remuneración.

En la Hacienda “El Mango”, además de la producción de maíz, frijol, viandas, vegetales, hortalizas, la producción de leche de vacuno y caprino, la producción de cerdos y aves de corral, se destaca un proyecto de rescate de especies de animales en extinción como el cerdo criollo y la gallina criolla (conocida por cubalá) ambas especies por diversas razones prácticamente han desaparecido de la isla y proliferan en la Hacienda, asombrando a los visitantes por su fortaleza ante el cambio climático.

La Hacienda “El Mango” cuenta también con un proyecto de reproducción de decenas de especies frutales exóticas, al borde de extinción en Cuba y desconocidas por la mayoría de los integrantes de las generaciones más jóvenes como el Marañón, el Caimito, entre otros.

Se debe destacar que en este lugar no se utilizan fertilizantes químicos, en tanto el abono de la tierra es a partir de compuestos orgánicos que son una mezcla de tierra de la zona de baja fertilidad con restos de cosechas y excretas de los animales de la hacienda. Se usa la energía eólica para extraer agua del subsuelo y se produce biogás a partir de las excretas para la cocción de los alimentos y otros usos.

Los integrantes de la familia han permitido que la Hacienda se convierta en una unidad docente de la Universidad de Cienfuegos y alumnos de Ingeniería Agrónoma reciben in situ clases de zootecnia y otras especialidades asociadas a su carrera, además, de las influencias de los proyectos exitosos de la agricultura sostenible.

La finca posee un acuatorio artificial que acumula el agua del período lluvioso, donde se crían especie de peces comestibles. La alimentación de los animales se produce en la propia Hacienda lo que abarata considerablemente los costos de producción. La Hacienda “El Mango” ha obtenido la distinción de doble excelencia, una categoría que otorga el Ministerio e la Agricultura de Cuba a las entidades de producción agropecuaria que más avanzan en la diversificación productiva y el logro de una agricultura sostenible. Otro ejemplo importante de destacar en el movimiento de Haciendas Familiares Sostenibles, lo constituye la Finca “La Carolina”, que además de

desarrollar producciones similares a la Hacienda “El Mango”, e incluir la ceba de toros, se destaca considerablemente en la producción de leche y carne de cabra, con la utilización de la genética y de alimentos cosechados por el propio productor, como la morera, moringa y el king grass de alto valor proteínico.

El dueño de la Finca “La Carolina”, después de beneficiarse con el Decreto Ley 259 (Cuba. Consejo de Estado, 2006), ha desarrollado un sistema de cría de este animal en el que combina las mejores experiencias en el mundo con sus propios aportes que lo ha conducido a que muchas de sus cabras promedien más de 4 litros de leche diarios. Este productor confía que en Cuba se desarrolle la cría de cabras, un animal que requiere de muchos menos recursos en su crianza que el ganado vacuno salvando las diferencias y aporta en cambio grandes volúmenes de carne, leche y piel.

Como se puede apreciar, en ambas Haciendas existe un caudal de experiencia en la producción del alimento animal uno de las grandes limitantes de la producción pecuaria de Cuba, país que desarrolló en los años ochenta del siglo pasado una ganadería del primer mundo, con alto potencial genético, pero con una dependencia casi total del alimento importado, algo que resultó catastrófico para la isla al iniciarse la crisis de los años 90 que vio decrecer en millones la cifra de cabezas de ganado.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Cienfuegos partiendo de que el desarrollo de la agricultura sostenible en la provincia y en Cuba, se logrará en forma de gestión cooperativas y en Haciendas Familiares, se ha propuesto colaborar desde una perspectiva multidisciplinaria al desarrollo y socialización de estas experiencias.

Según los resultados de este trabajo, los factores limitantes fundamentales de la sostenibilidad de la transformación agraria en la provincia de Cienfuegos se definen como la ineficiencia de la gestión agraria junto al bajo per cápita de la producción mercantil agropecuaria, la relación no equilibrada de la productividad / ingreso medio, la alta relación población urbana : población rural y la baja proporción de la población económicamente activa agropecuaria, consecuencias básicamente de los problemas en la disponibilidad, uso y distribución del agua; bajo porcentaje de la superficie total bajo riego y riego de alta tecnología y el déficit de energía e insumos para la producción de alimentos.

Las fincas familiares y las cooperativas de producción agropecuarias históricamente han contribuido al desarrollo local de los territorios en los que se encuentran enclavadas, asistiendo de manera general al bienestar de sus poblaciones. Sin embargo, el movimiento cooperativo en el actual proceso de internacionalización, está pasando por una transformación importante cuya misión, ideología y desempeño en

el medio rural, está alejándose de los principios históricos. Los objetivos y estrategias seguidas por numerosas cooperativas respaldan la introducción de métodos de gestión identificados con la dogmática lógica empresarial y de mercadeo, y que tiende a privilegiar al gran productor comprometido con una agricultura intensiva y productora de mercancías destinadas, principalmente, al abastecimiento del mercado externo.

Desde esta visión, es alarmante la existencia de fincas familiares agrarias que circulan únicamente por la exacta lógica mercantil en comunión con aquellos intereses atados a la potenciación de los usufructos agrícolas adaptados al mercado, angostamente vinculadas al enriquecimiento personal. En cuanto a las cooperativas a pesar de seguir fines meramente sociales debido al vínculo con el estado en el caso de Cuba y Venezuela, debe de tener un mayor sentido de pertenencia, y crear programas más actualizados para lograr incorporar el universo juvenil a sus filas, sin perder de vista sus principios fundamentales y en aras de la formación de valores.

Relacionado a esto, la Alianza Cooperativa Internacional (1996), expresa que *“toda cooperativa que implícita o explícitamente renuncia a resolver los problemas del conjunto de su base social o las relaciones con los socios-agricultores, se limita únicamente a un mero trato comercial y terminan a la larga transformándose en otras sociedades diferentes a las cooperativas”*.

En el mundo actual las cooperativas agrarias pasan a funcionar como empresas globales, a gran escala, subordinadas fundamentalmente a los intereses del mercado, controladas por gestores que paulatinamente se divorcian de la base social, y en donde aspectos como el bienestar de todos los socios, la solidaridad, o la atención a la comunidad, son sacrificados en beneficio de otros intereses como la buena gestión y la eficacia económica, que estrictamente no tienen por qué coincidir con los cooperativos. Desde esta visión más empresarial se erigen cooperativas cuya estrategia y orientación adquieren un discurso más reivindicativo y comprometido socialmente, y apuestan por una cooperativa agraria que sirva como instrumento colectivo de defensa y reivindicación de los intereses de las clases sociales del campo menos favorecidas. En este caso el desarrollo de la producción debe servir para aumentar el bienestar social de los socios, las familias y comunidad, y no estar al servicio del incremento patrimonial de una parte de su base social.

Cienfuegos tiene un compromiso con la agricultura familiar, el fortalecimiento de la producción de alimentos para el suministro del mercado interno y la apuesta por un desarrollo rural sostenible en lo económico, social y medioambiental, son retos que están

presentes en la expansión y fortalecimiento de este tipo de cooperativa agraria.

En todo el mundo, la pobreza se concentra en el área rural: dos tercios de la población pobre viven en zonas rurales. La mayor parte depende directa o indirectamente de la agricultura. Muchas veces se trata de pequeños productores que subsisten con lo poco que produce su granja y carecen de otras fuentes de ingreso o de otras posibilidades de trabajo, ya sea porque la poca tierra que poseen no es muy fértil, porque viven en zonas apartadas o porque no tienen acceso al crédito. Al mismo tiempo, el crecimiento de la población y el aumento de los costos de vida los obligan a explotar los recursos naturales más de lo debido. En América Latina y el Caribe es aún más marcada la concentración de la pobreza en las zonas rurales (Febles, 2016).

“Si se quiere salvar a la humanidad de esa autodestrucción, hay que distribuir mejor las riquezas y tecnología disponible en el planeta. Menos lujo y menos despilfarro en unos pocos países para que haya menos pobreza y menos hambre en gran parte de la tierra. No más transferencia al tercer Mundo de estilos de vida y hábitos de consumo que arruinan el medio ambiente. Hágase más racional de la vida humana. Aplíquese un orden económico mundial justo. Utilícese toda la ciencia necesaria para un desarrollo sostenido sin contaminación. Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre”. (Castro, 2003)

CONCLUSIONES

Nos encontramos en un momento en que la humanidad enfrenta grandes desafíos en el ámbito social, ecológico y económico: la globalización económica agrava la distribución desigual del trabajo y del ingreso. La expulsión continua de gases por el efecto invernadero cambia el clima del mundo, por lo que ocurren con mayor frecuencia fenómenos climáticos extremos, como sequías, inundaciones y tormentas. La biodiversidad, en cambio, se reduce y los suelos se vuelven infértiles.

Se invierten miles de millones de dólares cada año en la industria armamentista y gastos militares en vez de invertir parte de ese dinero en erradicar el hambre, la erosión de los suelos, el cambio climático, las plagas y enfermedades curables, y todos aquellos fenómenos naturales que afectan la producción de alimentos y la vida del hombre. Las grandes compañías de la destrucción enfocadas en exterminar en busca de la solución, cuando es más digno y gratificante salvar, también lleva más esfuerzo, siempre ha sido más fácil destruir que construir.

La degradación del medio ambiente está vinculada al hambre y a la pobreza, y esta última es causa y consecuencia de la destrucción del medio ambiente. Numerosos ejemplos muestran que introducir a gran

escala el uso sostenible de la tierra constituye una contribución importante a la reducción de la pobreza y a la preservación del medio ambiente, al mismo tiempo que favorece la estabilización de los sistemas de uso de la tierra en un contexto de cambio climático permanente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alianza Cooperativa Internacional. (1996). Principios Cooperativos para el siglo XXI. Buenos Aires: Cooperativa Limitada.
- Castro, F. (2003). *Discurso Clausura V Encuentro Internacional de Economistas sobre Globalización y Problemas del Desarrollo*. La Habana.
- Castro, R. (2007). *Discurso pronunciado en el Aniversario del Asalto al Cuartel Moncada*. En El Periódico Granma. La Habana.
- Coque, J. (2005). *Compartir soluciones: las cooperativas como factor de desarrollo en zonas desfavorecidas*. Madrid: CES.
- Cuba. Consejo de Estado. (2006). Decreto Ley 259. Reglamento sobre la entrega de tierras ociosas en usufructo. Recuperado de <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2008-07-18/decreto-ley-no-259-sobre-la-entrega-de-tierras-ociosas-en-usufructo>
- Cuba. Consejo de Estado. (2011). Decreto Ley 300. Recuperado de <http://www.micons.gob.cu/sites/default/files/MICONS/Marco%20Normativo/DECRETO-LEY%20No.300.pdf>
- Estévez Pichs, M A., Acevedo Pastrana, B., & Margot Suárez, L. (2017). La construcción de poder hacia una educación ambiental participativa. *Universidad y Sociedad*, 9(2), 60-66. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n3/rus09317.pdf>
- Feble Gonzalez, J. M (2016). Análisis y diagnóstico de políticas agroambientales en Cuba. Fortalecimiento de las políticas agroambientales en los países de América Latina y el Caribe. Proyecto GCP/RLA/195/BRA. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i5559s.pdf>

21

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

CONDUCTA MATERNAL DE LA CERDA (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) EN LA PRIMERA SEMANA POSTPARTO

MATERNAL BEHAVIOR OF SOW (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) IN THE FIRST POSTPARTAL WEEK

Carlos Armando Alvarez Díaz¹

E-mail: caalvarez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1067-1663>

Ángel Enrique Cargua Ortega¹

E-mail: acargua_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4311-9445>

Oliverio Napoleón Vargas González¹

E-mail: ovarga@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-0820-6340>

Ángel Roberto Sánchez Quinche¹

E-mail: arsanchez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-1656>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Alvarez Díaz, C. A., Cargua Ortega, Á. E., Vargas González, O. N., Sánchez Quinche, Á. R. (2019). Conducta maternal de la cerda (*Sus Scrofa Domesticus*) en la primera semana postparto. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 148-153. Recuperado de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la conducta maternal de las cerdas, mediante la observación filmica circadiana en la primera semana postparto para valorar las condiciones de bienestar. El trabajo, de tipo no experimental, observacional y carácter descriptivo, se realizó en una granja porcina del Cantón Arenillas, Provincia El Oro, Ecuador. Se valoraron indicadores como alimentación, amamantamiento y postura. Los resultados, presentados en histogramas, muestran que a medida que aumenta la edad de los neonatos, disminuye el tiempo y frecuencia de amamantamiento con el lógico incremento del tiempo de reposo, aumenta progresivamente el tiempo y frecuencia de ingestión de agua y alimentos desde 1er día del postparto, agua (12,8 min, 8,8 veces) y alimento (9,8 min, 2,4 veces) para incrementarse a los 7 días, agua (20,0 min, 12,6 veces) y alimento (40,2 min, 6,6 veces) como consecuencias del esfuerzo del parto y a la exigencia del amamantamiento de los lechones actividad que declina desde 762 min (12,7 horas) el primer día hasta 434,8 min (7,25 horas) al séptimo día. Se concluye que, en las madres, se producen gradualmente importantes cambios conductuales relacionados con la frecuencia, tiempo y posición de amamantamiento, reposo e ingestión de alimentos. se constata que el limitado espacio de vida afecta el bienestar animal.

Palabra clave:

Ingestión de alimentos, ingestión de agua, amamantamiento, reposo.

ABSTRACT

The objective of the present work was to characterize the maternal behavior of the sows by means of the circadian film observation in the first postpartum week to assess the conditions of welfare. The work, non-experimental, observational and descriptive, was develop in a pig farm in Arenillas Canton, El Oro Province, Ecuador. The results, presented in histograms, show that as the age of the newborns increases, the time and frequency of breastfeeding decreases with the logical increase in resting time, the time and frequency of ingestion of water and food from the 1st day of the postpartum period increases, water (12.8 min, 8.8 times) and food (9.8 min, 2.4 times) to water (20.0 min, 12.6 times) and food (40.2 min, 6.6 times) after 7 days, as a consequence of the labor effort and the requirement of breastfeeding of piglets activity that declines from 762 min (12.7 hours) on the first day to 434.8 min (7.25 hours) on the seventh day. It is concluded that, in mothers, there are gradually important behavioral changes related to the frequency, time and position of breastfeeding, rest and food intake. It confirmed that limited living space affects animal welfare.

Keywords:

Food intake, water intake, breastfeeding, rest.

INTRODUCCIÓN

El comportamiento animal, manifestación externa de la satisfacción de una necesidad de vida para el mantenimiento de la homeostasia del medio interno corporal, es el resultado de la integración funcional de tres componentes básicos: mecanismo desencadenante (estímulo), programa (innato o aprendido) e impulso (respuesta) (Alvarez Díaz, Pérez, De la Cruz Martín, Quincosa & Sánchez, 2009), es decir, la conducta es la manifestación de un esfuerzo para adaptarse a las condiciones externas del ambiente y desarrollar patrones conductuales con el objetivo de mejorar las condiciones de bienestar que incrementa la productividad de las especie animales de granja (González & Vega, 2014).

El bienestar es una condición de armonía física y psicológica del animal en su medio, de ahí la importancia de aplicar normas adecuadas que nos permitan mejorar, en el tiempo, el entorno vital, las atenciones higiénico-sanitarias, y las condiciones de manejo, tenencia y alimentación con el fin de disminuir sensaciones negativas como estrés, dolor, sufrimiento, entre otras, que afectan la salud y producción animal (Córdova, et al., 2007).

Mainau, Temple & Manteca (2015), señalan que, aunque varios estudios identifican el aplastamiento por la cerda como la causa última principal de la muerte de lechones, el aplastamiento es muy a menudo el resultado de los efectos combinados de la hipotermia perinatal y la inanición ya que los lechones desnutridos pasan más tiempo cerca de la cerda y tienen más probabilidades de ser aplastados.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la conducta maternal de las cerdas, mediante la observación filmica circadiana en la primera semana postparto para valorar las condiciones de bienestar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio, de tipo no experimental, observacional y carácter descriptivo, se realizó en una granja porcina del Cantón Arenillas, Provincia El Oro, Ecuador en condiciones ambientales oscilantes de temperatura entre los 23,30C mínima y 35,10C máxima y 48,5% mínima y 89,2 % máxima de humedad relativa, valores registradas diariamente con un termohigrógrafo ubicado en la nave de maternidad; se instalaron tres cámaras de video (Figura 1) ubicadas a una distancia aproximada de 5 metros entre sí, a lo largo de las jaulas de parición, donde se encontraban las madres con sus crías lo que garantizó una adecuada observación sin alteraciones ambientales. La disposición de las cámaras de filmación permitió el registro de la actividad conductual habitual de ambas categorías durante toda la fase diurna y nocturna del período circadiano. El registro filmico contemplo la actividad conductual de 5 madres, del cruce de las razas Pietrain – Landrace y sus crías, seleccionadas

aleatoriamente, con momentos de parto escalonado en tiempos de 24 horas, es decir, una por día por lo que se mantuvieron estables las condiciones ambientales del estudio, efectuado durante 7 días consecutivos a cada una. El trabajo no contempló intervención o manipulación de los animales al tiempo que solo se ejecutaron las que estaban previstas para el manejo y alimentación de los animales en la nave de reproducción según protocolo establecido por la granja para esta categoría animal. Las dimensiones de las jaulas de maternidad eran 2,40 m de largo por 50 cm de ancho y 1,20 m de alto (Figura 2).



Figura 1. Instalación cámaras de video



Figura 2. Instalaciones de maternidad

La alimentación de las cerdas fue de 8 kg diarios de un balanceado producido en la granja distribuidos en 4 raciones circadianas mientras las crías, además de la leche materna, recibieron un suplemento diluido en agua, dos veces al día, con el objetivo de evitar el desgaste corporal de las madres al tiempo que fortalecía a los lechones propiciando un mejor desarrollo. El galpón disponía de cortinas protectoras térmicas manejadas según las condiciones ambientales lo que garantizó mantener una temperatura interna adecuada evitando los golpes térmicos y conservando una estabilidad homeostática de las crías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso y viabilidad de las crías.

Como se aprecia en la Tabla 1, las crías prácticamente duplicaron su peso en la primera semana de vida producto a la combinación calostro - leche materna – suplemento alimentario para lechones neonatos.

Tabla 1. Peso promedio de las camadas por cerdas

PESOS DE LOS LECHONES					
	Cerda 1	Cerda 2	Cerda 3	Cerda 4	Cerda 5
Promedio al nacimiento	1,21	1,38	1,75	1,81	1,93
Promedio a los 7 días	2,3	2,33	2,9	3,28	3,35

En general se puede afirmar que los lechones que tienen mayor probabilidad de sobrevivir en el periodo de lactación son principalmente aquellos que nacen en camadas uniformes, con mayor peso y más vivacidad (Salazar, 2018).

La tabla 2, muestra la viabilidad de las crías relativa a la cantidad de lechones vivos, muertos y momificados al parto y el manejo post nacimiento relativo a la adopción y transferencia entre madres para homogeneizar camadas y reducir el índice de mortalidad en la crítica etapa postpartal; se destaca la cerda 5, que a pesar de ser la menos prolífica, se comportó como una buena “madre adoptadora” al aceptar y amamantar 6 crías transferidas.

Tabla 2. Crías vivas, muertas, adoptadas y transferidas por cerdas.

LECHONES					
	Cerda 1	Cerda 2	Cerda 3	Cerda 4	Cerda 5
Lechones vivos	15	16	15	12	4
Lechones muertos	2				
Lechones momias		2			1
Lechones Adoptados					6
Lechones Transferidos		3	3		

El promedio de camadas fue de 12,4 lo que concuerda con lo señalado por Fuentes, et . (2006), relativo a que el comportamiento reproductivo se mide por la productividad numérica, es decir, el total de crías por parto y de lechones destetados por camada planteando como valor promedio productivo de 11 a 12 lechones por camada.

El índice de mortalidad al parto fue bajo (4,68%) mientras no se reportaron muertes en la primera semana de vida, resultados positivos al compararse con lo señalado por Mainau, et al. (2015), que refieren un porcentaje de mortalidad neonatal que varía mucho entre granjas, oscilando entre el 5 y el 35%, al tiempo que señalan que la mortalidad neonatal de lechones es un problema económico y de bienestar animal importante, destacando que las muertes ocurren principalmente durante las primeras 48 horas después del parto siendo el aplastamiento por la madre la primera causa de mortalidad aunque esta en realidad no es la

principal culpable de las muertes ya que es el resultado de un conjunto de interacciones complejas entre la cerda, los lechones y el ambiente, de forma que identificar una causa única resulta a menudo muy difícil.

Fortozo (2016), plantea que la energía, el peso al nacimiento de las crías y la conducta maternal son factores importantes de supervivencia del lechón por lo que las estrategias de manejo deben ir encaminadas a propiciar un ambiente adecuado, reducir el estrés de las madres y mejorar el vigor de los lechones lo que reducirá en gran medida la mortalidad en la camada.

En relación con la adopción, una cerda, la de menos camada al parto fue seleccionada para la transferencia y adopción de cerditos, es decir, desarrollo un buen papel de “madre adoptiva” al aceptar y brindarles los cuidados de madre a las crías transferidas, resultados que concuerdan con Macedo (2017), respecto a que la transferencia y adopción de crías entre madres, debe efectuarse en las primeras 24 horas postparto con el objetivo de emparejar las camadas, es decir, transferir las crías de una cerda con elevada camada al parto, a otra que parió menos; antes de la transferencia, es importante permitir que las crías amamanten el calostro materno, que se valore la capacidad materna de la madre adoptiva, incluyendo el número de pezones funcionales y que se transfieran para adopción, las crías más fuertes y que no presenten cuadros diarreicos. La práctica de la adopción debe realizarse en lechones menores de cuatro días de edad sometidos a enriquecimiento ambiental, preferiblemente durante las horas de la tarde y estando libres de estímulos familiares, lo que mejorará el bienestar de los lechones adoptados (Cumbe Nacipucha, 2014). Con la adopción se busca un equilibrio entre camadas para eliminar la competencia alimentaria por pesos (Mota, Ramírez, Roldan & Martínez, 2018).

Amamantamiento

El tiempo y postura de amamantamiento se calcularon desde que comenzó a mamar el primer lechoncito hasta que culminó el último de la camada. En la Figura 3 se aprecia que ambos decúbitos laterales, derecho e izquierdo, muestran, en la primera semana, una tendencia uniforme entre los días extremos con ligera preferencia al decúbito izquierdo, no así en los días intermedios donde predomina en decúbito derecho. En relación con el tiempo de amamantamiento (Figura 3), este va declinando paulatinamente a medida que aumenta la edad de la camada reduciéndose de 762 min (12,7 horas) el primer día a casi el 50% (434,8), es decir, 7,25 horas al séptimo día. Estos resultados reafirman lo expresado por Mainau, et al. (2015), que refieren que los lechones de una misma

camada maman simultáneamente cada 30 a 70 minutos y hasta 20 veces al día.

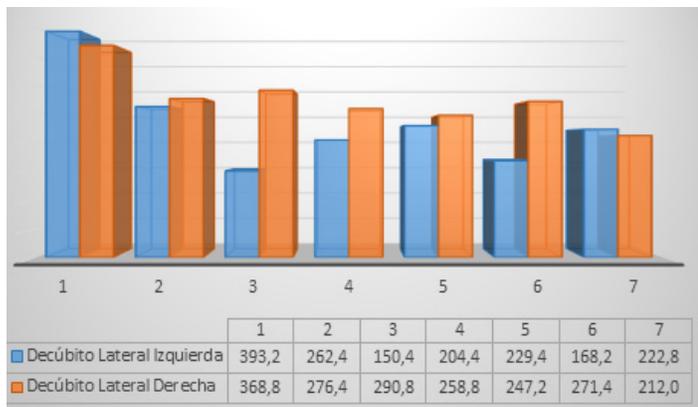


Figura 3. Conducta de amamantamiento según postura (min).

Al igual que en todas las hembras mamíferas, la conducta de amamantamiento de la cerda recién parida garantiza la alimentación de los lechones como refieren Alvarez Díaz et al (2009); en la cerda, el amamantamiento puede iniciarla madre mediante la emisión de suaves gruñidos o los cerditos a través de chillidos o por su intento de mamar; Hernández (2014), manifiesta que el periodo de amamantamiento, generalmente en decúbito lateral (Figura 3) para evitar el aplastamiento de las crías, puede durar aproximadamente 5 a 7 minutos, aunque en las primeras horas de vida todavía no está determinado.

En la conducta de amamantamiento, primero se establece la comunicación de lactación entre la cerda y sus crías, para seguidamente la madre echarse mostrando los pezones y emitiendo gruñidos, mientras los lechones compiten para conseguir el acceso al pezón (fase 1), masajean el pezón (fase 2) y mediante la succión de los pezones estimulan la liberación de oxitocina de la cerda (fase 3) como expresan Mainau, et al. (2015).

Duración, posición y frecuencia del reposo.

Como se puede apreciar en la Figura 4, las cerdas mantienen un mayor tiempo de reposo en decúbito lateral izquierdo en los dos primeros días post-parto, luego en el tercer y cuarto día se inclinan más hacia la posición en reposo decúbito lateral derecho, y a partir del quinto día en adelante comienzan a mantener una estabilidad alternante entre las dos posiciones por motivos de confort; la posición sentada (Figura 4), aptitud poco observada, se incrementó ligeramente hacia el final de la semana de estudio. En general las hembras se mantenían prácticamente en posición de decúbito lateral tanto para reposar como para amamantar. En, todo el periodo circadiano las hembras adoptaron la posición en pie por breves tiempos, generalmente asociada a la ingestión de alimentos o la acción de beber agua.

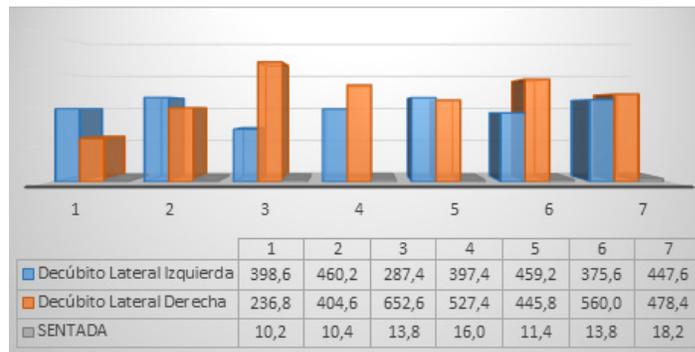


Figura 4. Tiempo y postura de reposo (min).



Figura 5. Posición sentada.

En lo que se refiere a la frecuencia (Figura 6) las veces que las madres toman las posiciones para el reposo, decúbito lateral izquierdo y derecho son similares (21,2) a las 48 horas post-parto aumentando el lateral derecho desde el tercer día (27,4) al sexto día (30,4), para el séptimo día conservar una equidad entre las dos posiciones (25,0). La posición sentada que va incrementándose ligeramente en frecuencia desde el primero al séptimo días de observación (8,6 vs 11,8), se considera una respuesta de disconfort en esta especie animal como plantean Alvarez Díaz, et al. (2009).

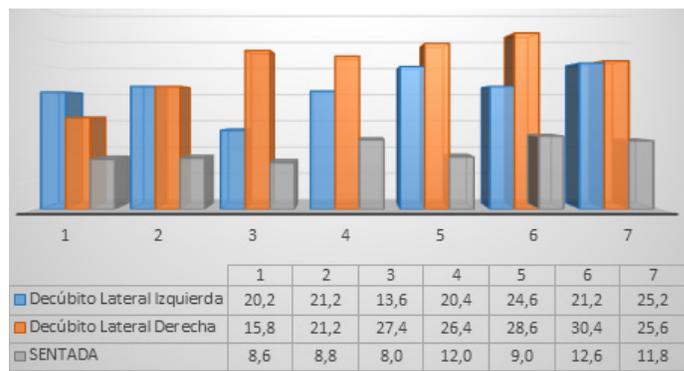


Figura 6. Frecuencia y postura de reposo (cantidad).

Evolución actitud de postura.

Como se aprecia en la Figura 7, a medida que avanza el posparto, por el método de crianza en jaulas de maternidad, las madres mantienen el decúbito como posición preferencial para el amamantamiento y el reposo que totalizan ambos el primer día 23,3 horas con mayor tiempo para el amamantamiento (12,7 horas) y el 7mo día 22,8 horas con mayor tiempo para el reposo ya que se reduce el tiempo de amamantamiento así como se incrementan ligeramente la posición de sentadas y la posición en pie, esta última debido al aumento de la ingestión de alimentos y agua.

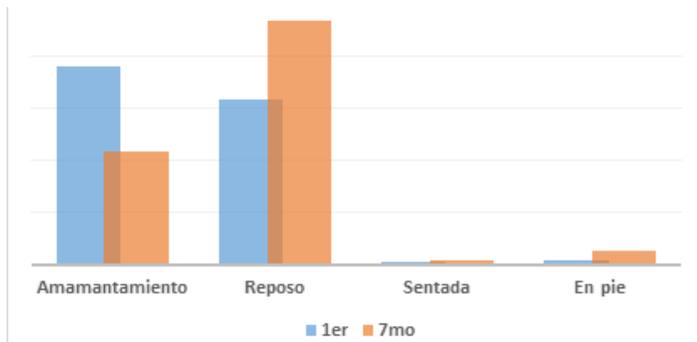


Figura 7. Distribución circadiana evolutiva de la postura (días).

Conducta alimentaria

En relación con la conducta alimentaria de las madres (Figura 8) se constató que el tiempo circadiano dedicado a las actividades de ingestión de agua y alimentos por las madres, fue "in crescendo" desde el día de parto en donde el efecto estresante del mismo determinó los menores tiempos de consumo de agua (12,8 min) y alimento (9,8 min) para seguidamente producirse un incremento paulatino de estos como respuesta a la exigencia alimentaria de las crías, hasta alcanzar tiempos circadianos de 20,0 min para la ingestión de agua y 40,2 min para la ingestión de alimentos.

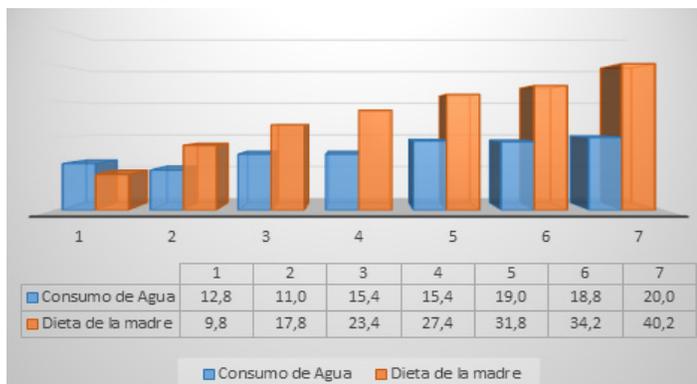


Figura 8. Promedio de tiempo de la conducta alimentaria de las madres (min).

La frecuencia ingestora, de agua y alimentos de las madres, se aprecia en la Figura 9; durante el período circadiano y a medida que aumenta la edad de la camada, ambas actividades se incrementan destacándose la frecuencia de ingestión de agua, de 8,8

a 12,6 veces, mayor que la frecuencia de ingestión de alimento (de 2,4 a 6,6 veces), aunque esta última está relacionada con el método de distribución de las comidas, resultados que concuerdan con lo señalado por Pérez-Sánchez, Ordaz, Juárez, García, & Ortiz (2015). El método de distribución de las comidas empleado en la granja para las hembras paridas es de cuatro raciones diarias de 2kg de balanceado lo que responde a lo planteado por Labala, Sánchez & Estévez (2006). Alimentación de la hembra en la etapa de (2006), que expresan que al alimento debe ser repartido en 4 o 6 raciones al día.

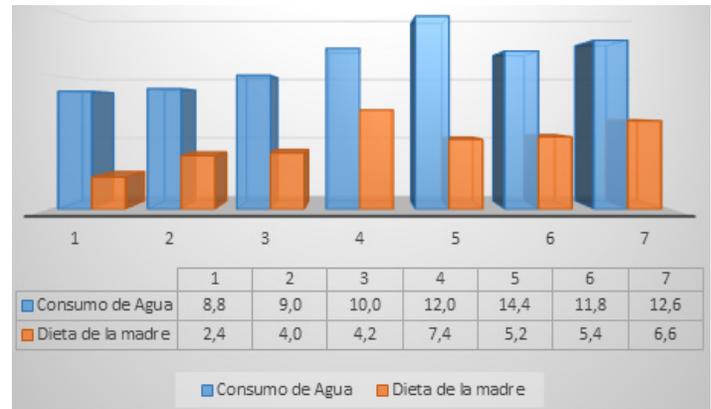


Figura 9. Promedio de frecuencia de la conducta alimentaria por madre/día.

Estos resultados reafirman lo planteado por Martínez (2019), atribuyéndole al estrés del parto la reducción en el apetito al tiempo que baja en la respuesta inmune y predispone a desórdenes metabólicos.

La ingestión de alimento en la especie porcina está ligado al porcentaje de agua consumida, es decir, la ausencia o disminución de esta reducirá la ingestión de alimento como señala Manteca (2004); es de vital importancia que los animales dispongan de agua limpia, potable, fresca y a voluntad como plantean Alvarez Díaz, et al. (2009), al tiempo que expresan que la oferta de agua no puede limitarse a las madres paridas ya que este nutriente es el principal responsable de la producción de leche, de importancia capital para la viabilidad de las crías. Se ha constatado por Santos, Soares, Murilo de Oliveira, Chácara, Freitas & Martins (2014), que las cerdas mantenidas en jaulas de maternidad con acceso a potreros permanecieron por más tiempo en el comedero, con mayor frecuencia y emplearon más tiempo en el bebedero en relación a las cerdas confinadas en jaulas de maternidad convencional.

CONCLUSIONES

La actividad conductual, en la primera semana pospartal de las cerdas en jaulas de maternidad, muestra, en relación con la aptitud, la dominancia de la posición de decúbito lateral sobre la posición en pie para el reposo o el amamantamiento al tiempo que no manifiestan preferencia por el decúbito lateral derecho o izquierdo, que alternan, como forma de romper

la rutina y/o evitar problemas físicos musculares, el incremento del tiempo y frecuencia del reposo a expensas de la reducción del tiempo de amamantamiento y el aumento progresivo del consumo de alimentos y agua, deprimidos al principio por el esfuerzo del parto y estimuladas al final por la exigencia de alimentación de las crías; se constata que el limitado espacio de vida afecta el bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Díaz, C., Pérez, H., De la Cruz Martín, T., Quincosa, J., & Sánchez, A. (2009). *Fisiología Animal Aplicada*. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Córdova, A., et al. (2007). El bienestar animal en la reproducción y producción de cerdos. *REDVET*, 8(12), 1-10. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207B/BA006.pdf>
- Cumbe Nacipucha, P. (2014). Bienestar del lechón en la fase de lactación. (Tesis Doctoral). Facultad de Veterinaria. Murcia: Universidad de Murcia.
- González, M., & Vega, E. (2014). Algunos aspectos sobre conducta y caudofagia porcina. *REDVET.*, 15 (2), 1-18. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/636/63632380003/>
- Hernández, A. (2014). Conducta de la cerda doméstica y su camada. *Abanico Veterinario*, 4 (1), 51-60. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2014/av141f.pdf>
- Labala, J., Sánchez, M., & Estévez, A. (2006). Alimentación de la hembra en la etapa de lactancia. Córdoba: MERCOSUR.
- Macedo, R. (2017). Cría porcina a campo para pequeños productores familiares de Tucumán. Tucuman: Ediciones INTA.
- Mainau, E., Temple, D., & Manteca, X. (2015). Mortalidad neonatal en lechones. *FAWEC*.(11). Recuperado de https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs11-es.pdf
- Manteca, X. (2004). 5. Conducta de alimentación de la cerda lactante: importancia del agua y de la temperatura. Recuperado de https://www.3tres3.com/articulos/5-conducta-de-alimentacion-de-la-cerda-lactante-importancia-del-agua_8015/
- Martínez, M. (2019). Manejo y alimentación de cerdas altamente prolíficas en etapa de transición. Recuperado de <https://www.porcicultura.com/destacado/Manejo-y-alimentacion-de-cerdas-altamente-prolificas-en-etapa-de-transicion>
- Mota, D., Ramírez, R., Roldan, P., & Martínez, R. (2018). La importancia del calostro.. Recuperado de <https://bmeditores.mx/porcicultura/articulos/nutricion-del-cerdo/alimentacion-del-lechon/la-importancia-del-calostro-1805>
- Pérez-Sánchez, R. E., Ordaz, G., Juárez, A., García, A., & Ortiz, R. (2015). Efecto del número de parto sobre el consumo de alimento voluntario de las cerdas durante la fase de lactancia y su repercusión en el intervalo destete-estro. *Nota técnica. Revista Científica, FCV-LUZ*, 25 (2), 145 – 152. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/959/95935857002.pdf>
- Salazar, S. (2018). Factores que afectan la vitalidad de los lechones al momento del nacimiento. *Nutrición*, 12(1), 40-58. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6547909.pdf>
- Santos, M., Soares, A., Murilo de Oliveira, G., Chácara, L., Freitas, F., & Martins, É. (2014). Comportamiento de cerdas lactantes en función del tipo de maternidad en invierno. *Ces. Med. Vet. Zootec.*, 9(1), 84-93. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072014000100008&lng=en&nrm=i-so&tlng=pt

22

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

SEQUÍAS: EFECTO SOBRE LOS RECURSOS NATURALES Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

DROUGHTS: EFFECT ON NATURAL RESOURCES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Luis Marlon Matailo-Ramirez¹

E-mail: lmatailo2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8306-9470>

Ángel Eduardo Luna-Romero¹

E-mail: aeluna@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4311-9445>

Abrahan Rodolfo Cervantes Alava¹

E-mail: acervantes@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6223-8661>

Flor Yelena Vega Jaramillo¹

E-mail: fvega@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3827-4317>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Matailo-Ramirez, L. M., Luna-Romero, A. E., Cervantes Alava, A. R., & Vega Jaramillo, F. Y. (2019). Sequías: efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 154-162. Recuperado de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Las políticas públicas se ajustan a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para lograr la sostenibilidad económica, ambiental y social. Sin embargo, los recursos naturales son amenazados por eventos climáticos extremos y actividad antropogénica. Este trabajo fundamenta las causas de las sequías y el efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible. Las sequías se clasifican en meteorológicas, agrícolas, hidrológicas y socioeconómicas. En la zona tropical, modificaciones de la temperatura superficial del mar y los vientos alisios cambian el patrón espacial de precipitación, el modo de variabilidad interanual El Niño Oscilación del Sur intensifica estas modificaciones, en América Latina y el Caribe (ALC) están otros forzantes climáticos como la Zona de Convergencia Intertropical y los Andes que pueden provocar sequías. Las actividades humanas ejercen presión sobre los recursos naturales provocando deforestación, cambios en el uso del suelo, degradación, erosión y desertificación de amplias zonas, volviéndolas más susceptibles y vulnerables a la falta de agua. En ALC entre 2005 a 2015, las pérdidas agrícolas equivalen a USD\$ 22 000 millones, casi un 60% se debieron a la sequía. En Ecuador, el sector ganadero de la costa fue afectado por sequías y la producción de leche se afectó un 60%. Las sequías afectan el desarrollo sostenible (ODS2, ODS6 y ODS15) y los problemas se ahondan cuando no existe las políticas de gestión pública y el compromiso por parte de los gobiernos para adoptar nuevos lineamientos que promuevan un crecimiento económico inclusivo y desarrollo sostenible.

Palabra clave:

Sequías, recursos naturales, desarrollo sostenible, actividad antropogénica.

ABSTRACT

Public policies conform to the 17 Sustainable Development Objectives (SDO) to achieve economic, environmental and social sustainability. However, natural resources are threatened by extreme weather events and anthropogenic activity. This paper bases the causes of droughts and the effect on natural resources and sustainable development. Droughts are classified as meteorological, agricultural, hydrological and socio-economic. In the tropical zone, changes in sea surface temperature and trade winds change the spatial pattern of precipitation, the interannual variability mode El Niño Southern Oscillation intensifies these changes, in Latin America and the Caribbean (LAC) there are other climatic forces such as the Intertropical Convergence Zone and the Andes that can cause droughts. Human activities put pressure on natural resources causing deforestation, land use changes, degradation, erosion and desertification of large areas, making them more susceptible and vulnerable to lack of water. In LAC between 2005 and 2015, agricultural losses are equivalent to US\$ 22 billion, almost 60% of which was due to drought. In Ecuador, the coastal livestock sector was affected by droughts and milk production was affected by 60%. Droughts affect sustainable development (ODS2, ODS6 and ODS15) and problems are exacerbated in the absence of public management policies and government commitment to adopt new guidelines that promote inclusive economic growth and sustainable development.

Keywords:

Drought, natural resources, sustainable development, anthropogenic activity.

INTRODUCCIÓN

Las políticas de gestión pública desde el fundamento teórico, a corto plazo, tienen por objeto alcanzar un equilibrio entre la producción, precios y empleo; en cambio, a largo plazo la tendencia es garantizar el desarrollo sostenible, promoviendo la estabilidad financiera y el crecimiento de la producción (Carmona & Díaz, 2018). En el contexto del desarrollo sostenible, la Asamblea de Naciones Unidas en 2015 aprueba la Agenda 2030 que surge con una visión de transformación para lograr la sostenibilidad y equilibrio de tres dimensiones fundamentales en el desarrollo sostenible como son la económica, social y ambiental; en este sentido, el accionar colectivo se gestiona con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) plasmados en esta Agenda, que se han convertido como una herramienta para evaluación, análisis y planificación en los gobiernos nacionales y locales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018).

El Ecuador maneja sus actividades enmarcado al Plan Nacional de Desarrollo (PND), siendo el instrumento al que se rigen las políticas, programas y proyectos públicos, además de la formulación, programación y ejecución del presupuesto del Estado; el PND se ajusta a las metas planteadas por los ODS (Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017). El país se plantea a largo plazo una nueva conceptualización socioeconómica y sus condiciones institucionales para alcanzar la transición de un modelo económico primario-productor a una economía de valor agregado, el bioconocimiento y tecnologías. Los nuevos proyectos que fomenten el cambio de la matriz productiva deben optimizar el uso y disminuir la presión sobre los recursos naturales (suelo y agua).

A pesar de las actuales políticas y normativas con enfoque ambiental los recursos se ven amenazados por la acción antrópica, por fuera de la planificación gubernamental, como los asentamientos urbanos, expansión de la frontera agrícola y actividades mineras, han degradado los recursos naturales reflejados en el cambio de cobertura y usos del suelo. Estos cambios alteran los patrones del ciclo hidrológico, la variabilidad de las lluvias se incrementa dando como resultado la presencia de eventos extremos como inundaciones y sequías; se alteran las tasas de escurrimiento, calidad y flujo del agua (Ruiz & Febles, 2004) asimismo, el recurso suelo se expone a procesos de erosión y degradación con el cambio de cobertura vegetal y sumándose la actividad agrícola intensiva, afectando el almacenamiento de agua en suelo.

Los diferentes cambios en los recursos naturales afectan los bienes y servicios que prestan los diferentes ecosistemas (integrados por componentes físicos, químicos y biológicos), los servicios ecosistémicos satisfacen las necesidades humanas de forma directa e indirecta, entre los principales servicios que proporcionan los ecosistemas se distinguen los

de abastecimiento, regulación, cultural y de soporte. Estos bienes representan un valor económico representativo que conlleva a reflexionar acerca del dinero que se debería invertir en manejo y conservación frente los costos de recuperar ecosistemas degradados (Luna-Romero, García-Batista, Uriguen, & Vega, 2018).

Bajo este contexto, el crecimiento económico y la explotación de los recursos naturales afectan el desarrollo sostenible; sin embargo, los efectos de la variabilidad y cambio climático pueden intensificar la problemática en los ecosistemas, por consiguiente, el desarrollo sostenible. La región de América Latina y el Caribe (ALC), es fuertemente afectado por diversos forzantes climáticos, la presencia del océano Pacífico implica la presencia de eventos El Niño Oscilación del Sur (ENOS), desde el 2012 importantes ciudades de la región han sufrido los efectos del cambio climático, Sao Paulo registró escasez de agua potable, para el 2017, Chile sufrió severos incendios forestales, en Perú las inundaciones causaron grandes pérdidas humanas y económicas, y en Bolivia bajaron drásticamente el nivel de agua de lagos (Paterson, 2017).

La sequía es un evento climatológico extremo y complejo que afecta a una variedad de sistemas naturales que se traducen en pérdidas económicas, está determinado por una serie de factores antropogénicos (deforestación, degradación del suelo y desertificación) y naturales (modificaciones en los patrones de la circulación atmosférica), aumenta la severidad en regiones vulnerables y con reducida preparación frente a los déficits hídricos (Panel Intergubernamental del Cambio Climático, 2013). A diferencia de la aridez (característica permanente), la sequía es un fenómeno natural caracterizado por una disminución en la precipitación con respecto a la media climatológica de largo plazo durante un tiempo prolongado (transitorio), aún es compleja la cuantificación debido a la variabilidad espacial y temporal, está compuesta por tres componentes: magnitud, duración (tiempo de persistencia de la condición seca) e intensidad (déficit de precipitación), provoca que el agua disponible de un ecosistema sea insuficiente para satisfacer las necesidades humanas y propias del sistema natural, inclusive ha provocado un cambio en los asentamientos humanos (Gaucin, 2013).

En la actualidad las sequías siguen afectando a la población y se considera como el fenómeno natural complejo de cuantificar que puede llegar afectar a más personas que cualquier otro desastre natural (Gaucin, 2013). El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) menciona con un nivel de confianza alto que en los últimos años, en distintos países, se ha presentado este fenómeno con mayor frecuencia de ocurrencia, mayor magnitud y una duración más prolongada que las observadas desde inicios del siglo XX; además, los escenarios climáticos (RCP8,5) estiman con un nivel de confianza medio

que para finales del siglo XXI varias regiones secas experimenten disminuciones de la humedad del suelo y el riesgo de sequías agrícolas por el aumento de las temperaturas de superficie. En países de gran extensión, una sequía no llega a afectar la totalidad del territorio; no obstante, las regiones afectadas sí presentan impactos relevantes en la economía y la sociedad (Panel Intergubernamental del Cambio Climático, 2013).

La sequía es un fenómeno del cual se habla mucho pero se conoce poco con respecto a otros desastres naturales como son las inundaciones, sus impactos tienen costos sociales, políticos y económicos de gran importancia que afectan grandes áreas (Díaz, Rodríguez, Dölling, Bertoni, & Smrekar, 2016). Por tanto, la Organización de las Naciones Unidas (2019), ahondado esfuerzos a través de diferentes programas y proyectos en el control y mitigación de las sequías, como referente está la creación en 1994 la Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación y las sequías, pero entró en vigencia en 1996 de la cual se han derivado varias iniciativas regionales. La Convención es un instrumento apropiado para la gestión sostenibles de los recursos naturales y luchar contra la desertificación, asimismo, promueve mitigar los efectos de las sequías y de la erosión del suelo, basados en la adaptación de los sistemas de producción agrícola y tecnologías apropiadas en la conservación y uso eficiente del agua

Debido a la complejidad de este fenómeno y a la falta de comprensión por parte de la población, la literatura menciona que todavía se reportan nuevas interrelaciones entre la sequía y la sociedad, resultando en la implementación de diferentes políticas de gestión y estrategias de respuesta y mitigación que promuevan la disminución de los impactos (pérdidas económicas en la actividad productiva del suelo, afectación en la obras de abastecimiento de agua y pérdidas en la generación de electricidad (Díaz, et al., 2016) sobre los recursos naturales y al desarrollo sostenible. Con los antecedentes expuestos, el presente trabajo tiene como objetivo proporcionar los fundamentos teóricos básicos que permitan conocer las causas de las sequías y el efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible en un contexto regional, así como dimensionar los impactos negativos generados por este fenómeno en el Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló mediante el método de investigación documental con enfoque descriptivo el cual permite comprender, interpretar y reflexionar sobre los efectos de las sequías sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible, abordando los impactos negativos de tres dimensiones (economía, ambiental y social) importantes para un desarrollo económico inclusivo. La revisión documental profundizó en artículos científicos, asimismo, en reportes de la

Comisión Económica para América Latina y el Caribe y el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). Se describió inicialmente la clasificación de este fenómeno natural con la intención de conceptualizar el impacto sobre los recursos y la sociedad; además, fue necesario indicar los factores que dan origen a las sequías para comprensión y reflexión de la influencia de las actividades humanas.

Se revisaron los impactos y datos sobre las pérdidas económicas provocados por las sequías para la cuantificación de forma exploratoria-descriptiva a escala regional y del Ecuador. Desde el enfoque del desarrollo sostenible se exploró la Agenda 2030 y los ODS que se afectan principalmente por el efecto de las sequías. Por un lado, se conoce que los ODS son transversales y el impacto sobre los recursos naturales exacerba los bienes y servicios ecosistémicos, por consiguiente, afectando los 17 ODS; sin embargo, se abordan los ODS que se ligan directamente con el déficit hídrico originado por las sequías.

Clasificación de las sequías

Las sequías se clasifican de acuerdo a la persistencia e impacto sobre la sociedad en cuatro tipos: i) meteorológicas (las precipitaciones son inferiores a la media climatológica durante un prolongado ciclo), ii) agrícola (insuficiente humedad en el suelo para cualquier fase de desarrollo de un cultivo), iii) hidrológica (disminución de los caudales de los ríos para satisfacer la demanda de los distintos usuarios) y iv) socioeconómica (la reducción de la oferta hídrica ocasiona daños en la población), que generan un impacto ambiental, económico y social (Velasco, Ochoa, & Gutiérrez, 2005) la sequía y la falta de agua han sido factores determinantes del desarrollo humano; las grandes hambrunas han propiciado la movilización de pueblos completos, y en ocasiones su decadencia y desaparición; pero también, la sequía ha sido el motor del desarrollo tecnológico, al impulsar los avances científicos para mejorar la gestión y uso del agua. En caso de sequía, los aspectos tecnológicos ingenieriles (estructurales (Figura 1). Los factores que influyen en la generación de las sequías básicamente son de origen natural, representado por alteraciones en los patrones de circulación (por ejemplo: ENOS), y origen antropogénico (modificación de los recursos naturales).

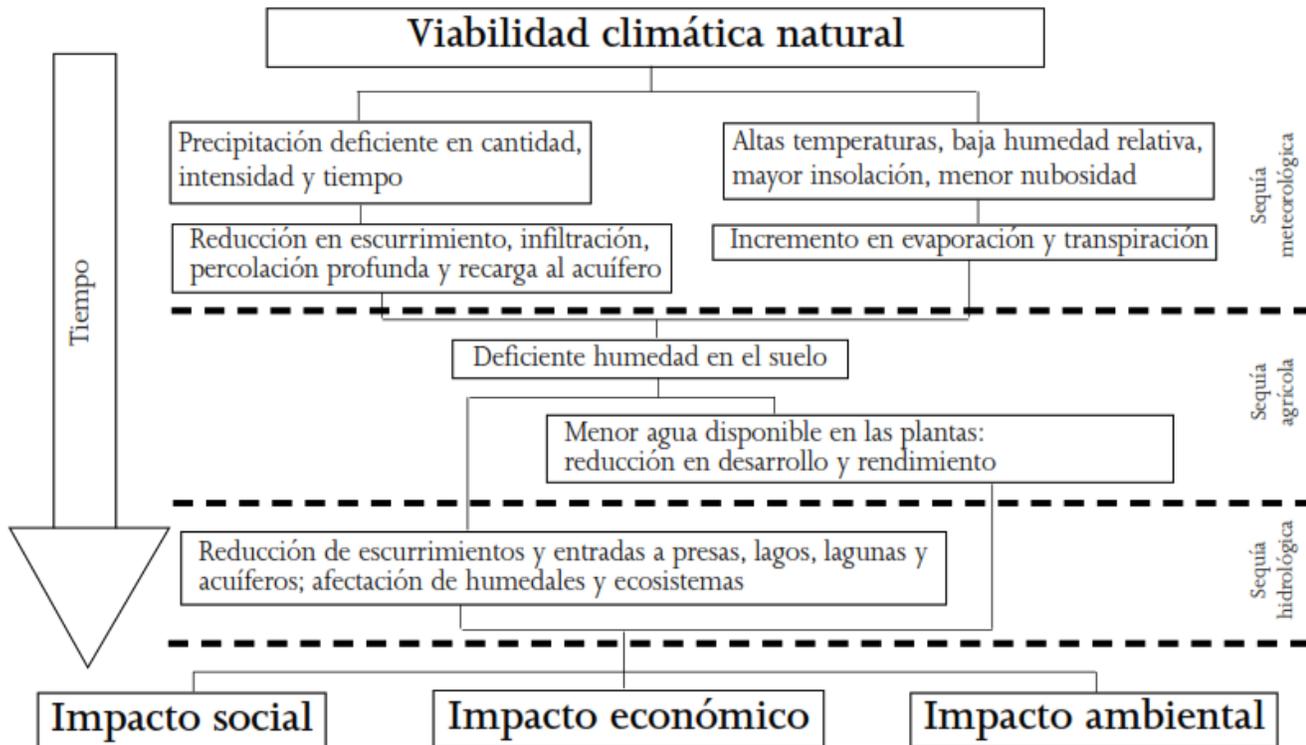


Figura 1. Interrelación entre los diversos tipos de sequías en función del tiempo

Fuente: Velasco, et al. (2005) la sequía y la falta de agua han sido factores determinantes del desarrollo humano; las grandes hambrunas han propiciado la movilización de pueblos completos, y en ocasiones su decadencia y desaparición; pero también, la sequía ha sido el motor del desarrollo tecnológico, al impulsar los avances científicos para mejorar la gestión y uso del agua. En caso de sequía, los aspectos tecnológicos ingenieriles (estructurales).

Factores de origen natural

La circulación general atmosférica está asociada al comportamiento de los océanos. Modificaciones en la temperatura tanto de la superficie del mar como continental de región tropical (30° de latitud Norte y Sur) resultan en cambios de la presión en el aire y de los sistemas de los vientos alisios que finalmente pueden alterar la precipitación (Gaucin, 2013). Adicionalmente, esta región presenta una evidente influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), los vientos alisios forman un cinturón de baja presión donde convergen masas de aire cálido y húmedo, la estacionalidad de las lluvias lo establece el movimiento estacional de la ZCIT que determina la entrada de masas de aire con diferentes condiciones de humedad y temperatura.

La variabilidad espacial de las precipitaciones ha incrementado, en algunas regiones aumentado las lluvias y disminuido en otras. La precipitación tropical se ve afectada por el cambio de patrón de la temperatura superficial del mar (TSM) y el debilitamiento de los vientos alisios, provocando la disminución de las lluvias en América Central, el sudoeste latinoamericano y en la península Ibérica, en España y Portugal desde 1960 las precipitaciones han decrecido 90 mm por década (Martín, Rivera, & Castizo, 2018). Con un nivel de confianza medio se estima una disminución

de precipitaciones en las zonas subtropicales por alteraciones de la zona de convergencia del Pacífico Sur, produciendo posiblemente sequías en el suroeste del Pacífico (Panel Intergubernamental del Cambio Climático 2013). Asimismo, para 2100 se espera un aumento de los periodos de estiaje y sequías en la zona tropical de Sudamérica al este de los Andes; en América Central y nordeste de Brasil para el 2100 las lluvias pueden alcanzar una disminución de hasta el 22% (Martín, et al., 2018).

Los eventos ENOS son fenómenos que se originan en el Pacífico tropical que ocasionan impactos globales. El Niño (EN) y La Niña (LN) representan las fases positivas (cálidas) y negativas (frías) de las anomalías climáticas a gran escala responsables de las variaciones climáticas en diferentes regiones del mundo a través de las teleconexiones atmosféricas y oceánicas, con impactos significativos en la sociedad y recursos naturales. En Sudamérica, algunos estudios han documentado los diferentes impactos en la precipitación asociados a los eventos ENOS que se caracterizan por el fortalecimiento (debilitamiento) de los vientos alisios, profundización (levantamiento) de la termoclina en el Pacífico tropical Oriental (Figura 2).

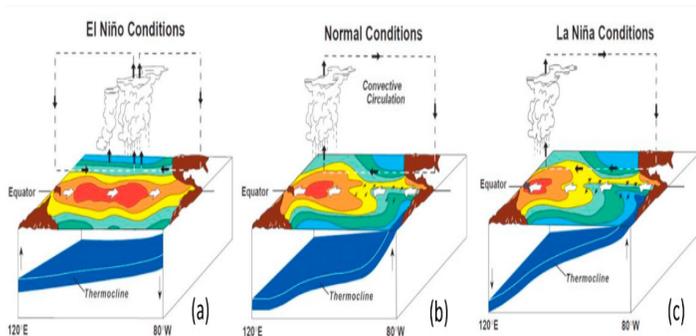


Figura 2. Diagramas esquemáticos de ENSO, colores rojos a naranja representan temperaturas cálidas y de amarillo a verde indican temperaturas frías, la banda azul es la termoclina con una temperatura aproximada de 20° C. a) El Niño; b) Condiciones normales y c) La Niña.

Fuente: Estados Unidos. Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (2019).

El Niño central provoca anomalías secas en el Norte y Noreste de Brasil, la costa y los Andes de Perú, la costa de Ecuador, la región norte de los Andes Colombia y las estribaciones orientales del centro-sur de los Andes de Chile, Bolivia y Argentina, este comportamiento de las lluvias concuerda con las anomalías de los vientos a niveles troposféricos. Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2013), el fenómeno ENOS se mantendrá como un modo dominante de variabilidad interanual en el Pacífico tropical con influencias a escala global y podría intensificar la variabilidad de las precipitaciones regionales; además, es probable que para un futuro los procesos de las anomalías relacionados con ENOS se desplacen hacia el Este (nivel de confianza medio).

Otro forzante climático de América del Sur es el complejo relieve de la cordillera de los Andes, este sistema montañoso actúa como una barrera natural entre los sistemas de alta presión (Anticiclón del Atlántico Sur y Anticiclón del Pacífico Sur) que transportan la humedad del océano Atlántico y de la región central de la cuenca del río Amazonas hacia los Andes orientales provocando puntos calientes de precipitación desde Colombia hasta Bolivia. Sin embargo, existen pasos bajo de la cordillera que permiten el paso de vientos fuertes descendentes desde la Amazonia provocando que sectores ubicados a sotavento sean muy secos. Además, los episodios de ENOS tienen un efecto reducido sobre la región andina (Luna-Romero, et al., 2018), aunque sus efectos son muy fuertes en la zona costera.

Factores de origen antropogénico

Con registros y estudios se ha demostrado que las actividades humanas influyen sobre el cambio climático (Foley, Costa, Delire, Ramankutty & Snyder, 2003), la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera ha aumentado cerca del 50% desde el comienzo de la revolución industrial, como

resultado de la quema de combustibles fósiles y la deforestación (Paterson, 2017). El aumento de la temperatura media global (en un rango de 0.5°C a 1.3°C) en superficie en 1951-2010, de acuerdo con buenas estimaciones, es probable que haya sido causado por la actividad antropogénica con la emisión de GEI; además, es probable que desde 1960 el ciclo hidrológico del agua haya sido afectado por las influencias antropogénicas, con un nivel de confianza medio se estima que esta influencia ha contribuido a los cambios a escala global en los patrones de precipitación en la superficie terrestre (IPCC, 2013) y aumenta la probabilidad de que empeoren las sequías en algunas zonas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015).

La cobertura vegetal tiene un rol importante dentro del ciclo hidrológico por la circulación continua del agua en suelo-vegetación-atmósfera que determinan el balance de energía, carbono y soluto de los ecosistemas. Sin embargo, la agricultura y la urbanización provocan la deforestación y los cambios en el uso del suelo propician la degradación, erosión y desertificación de amplias zonas, volviéndolas más susceptibles y vulnerables a la falta de agua, modificando las propiedades físicas del suelo y limitando la capacidad de retener y almacenar humedad (Gaucin, 2013). Además, la deforestación puede producir cambios en el calor latente y en valores más críticos puede influenciar la precipitación con cambios en la convergencia de humedad.

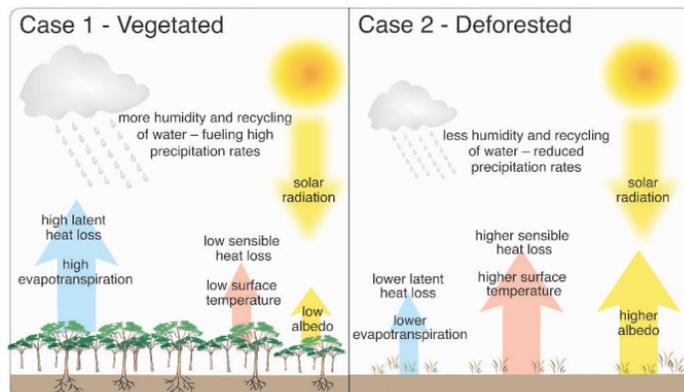


Figura 3. Efectos climáticos de deforestación tropical en el ciclo hidrológico. Caso 1, áreas cubiertas con bosques concentran valores bajo de albedo proporcionando la energía suficiente para la fotosíntesis y transpiración (pérdida de calor latente que enfría la superficie). Caso 2, áreas deforestadas presentan valores más altos de albedo del suelo desnudo reduciendo la absorción de la energía en la superficie, la pérdida de calor latente se reduce severamente y la superficie se calienta.

Fuente: Foley, et al.(2003).

La cuenca del río de Amazonas cuenta con el Bosque Tropical Húmedo más extenso del mundo (aproximadamente 7 000 000 km²), distribuido entre Brasil, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, Ecuador y Guyana, libera gran cantidad de vapor de agua en el proceso

de evapotranspiración y posteriormente precipita en la región. Datos proporcionados con sensoramiento remoto muestran que grandes extensiones de la Amazonía han cambiado de bosques a pastizales y tierras agrícolas como resultado se incrementó la tasa de deforestación. Con el uso de modelos numéricos y con escenarios de deforestación de la Amazonia, en la mayoría de los modelos muestran una reducción significativa de la precipitación y la evapotranspiración; en la Figura 3 se muestra los cambios del clima cercano a la superficie debido al cambio de la cobertura boscosa, cambios en la precipitación y temperatura determina modificaciones en la convergencia de humedad que se traduce en disminución de escorrentía (Foley, et al., 2003).

Efecto de la sequía sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible

El desarrollo económico ejerce presión sobre los recursos naturales. Por tanto, la actividad antropogénica ha degradado más de la mitad de los ecosistemas costeros mundiales, los cuerpos de agua dulce también se ven amenazados y en el transcurso del siglo XX desapareció cerca del 50% de los humedales afectando los servicios ecosistémicos, la degradación de los suelos alcanzado afectar cerca del 23% de las tierras cultivables y los bosques tropicales desaparecen a una tasa del cinco por ciento cada diez años, las tierras a escala global que cuentan con irrigación se han afectado por salinización (aproximadamente 80 millones de hectáreas) causando severas pérdidas de fertilidad del suelo y en cuanto a las plantas cultivables se ha perdido cerca del 75% de la diversidad genética. Alrededor de 2 000 millones de hectáreas de suelo (equivalente al 15% de la superficie de tierra del planeta), se han degradado por causa del hombre (Ruiz & Febles, 2004).

América Latina y el Caribe (ALC) concentra una gran biodiversidad, es el hogar de un elevado número de especies endémicas animales y vegetales, concentra el 21% de las ecorregiones terrestres y 22% del agua dulce del planeta, cuenta con una diversidad de climas y ecosistemas que albergan una gran extensión de áreas protegidas (representan el 20% de todas las áreas protegidas del mundo). Sin embargo, las modificaciones en el uso del suelo ejerce repercusiones colaterales y dando lugar a la existencia de puntos críticos para la biodiversidad: el corredor Chocó-Darién-Ecuador occidental, los Andes tropicales, la zona central de Chile, el bosque Atlántico brasileño y la región del Cerrado en el Brasil; mientras tanto a causa de la deforestación, el Bosque Tropical de la Amazonia puede traspasar su umbral crítico frente un aumento de temperatura y modificaciones en los patrones de precipitación, produciría daños irreversibles en la biodiversidad (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015).

El cambio climático ha provocado considerables pérdidas a través del tiempo, los impactos tanto de los desastres moderados como de los graves son más severos en los países en desarrollo que en los países avanzados, se calcula que las pérdidas económicas acumuladas en América Latina entre 1970-2008 asciende a los USD\$ 81 435 millones (Martín, et al., 2018). En el caso de la sequía y los impactos ocasionados en la disminución de lluvias y el déficit hídrico, se considera como el desastre natural que ha afectado a más personas en ALC, en términos económicos, en ALC ha provocado una reducción de hasta uno por ciento el Producto Interno Bruto (PIB) y, entre 2005 a 2015, las pérdidas agrícolas equivalen a USD\$ 22 000 millones, casi un 60% se debieron a la sequía (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015), la menor disponibilidad de agua en primera instancia afectará la agricultura y tendrá consecuencias en la seguridad alimentaria.

Bajo este contexto, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2015), preocupada por los efectos del cambio climático con respecto del desarrollo sostenible de la región, en 2015 presentó un estudio denominado "La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible". Con relación a los impactos económicos, en el caso particular de la sequía grave, este fenómeno podría reducir el crecimiento del PIB total e industrial en uno por ciento mientras que el crecimiento del PIB agrícola se reduciría en unos dos puntos dos por ciento. En las tres últimas décadas 43 millones de personas resultaron afectadas por las sequías en esta región, de todos los desastres naturales, las sequías son las que potencialmente causan el mayor impacto económico y las que afectan al mayor número de personas y animales; siempre o casi siempre, producen un impacto directo y notable en la producción de alimentos.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2013), señala en su informe sobre el cambio climático, que las observaciones meteorológicas de registros instrumentales en los últimos 150 años muestran que las temperaturas en la superficie terrestre han aumentado a nivel mundial, con variaciones regionales importantes. Mientras que en América Latina la variabilidad climática está ligada a períodos continuos de sequías, afectan negativamente las producciones agrícolas (Ravelo, et al., 2016), la cual se agudiza mucho más por la falta de información y el mal manejo de estrategias gubernamentales para la prevención y mitigación que en la mayoría de los casos no son tomados en cuenta hasta que se genera una degradación notable en los ecosistemas (Velasco, et al., 2005).

Las sequías afectan a todos los sistemas naturales y a la sociedad en general. En este sentido, las sequías tienen diversas influencias y pueden causar distintos daños e impactos, dependiendo de la vulnerabilidad de cada sistema. Sin embargo, todos

estos problemas tienen un origen común, encontrado principalmente en eventos naturales extraordinarios, como: eventos ENOS, Anomalías en la zona septentrional de la corriente de Humboldt y los comportamientos complejos de la zona anticiclónica. Estos eventos naturales modifican los patrones climáticos a nivel mundial y afectan en forma reiterativa muchas áreas de la región centroamericana. Las sequías causadas por el evento de El Niño de 1982-1983 favorecieron la propagación de incendios forestales en Centroamérica, México, Venezuela, Bolivia, Paraguay y Brasil, también estuvieron asociados al aumento en los periodos de sequía, posiblemente generados por ENOS, produciendo pérdidas económicas regionales de aproximadamente USD\$ 15 480 millones (Ravelo, et al., 2016).

En general por causa de las sequías se producen principalmente una disminución de producción agrícola, deshidratación e incluso migraciones masivas que afectan mucho a la sociedad y economía de una región. Ecuador es un país que muestra un aumento gradual del número de fenómenos climáticos, en particular de inundaciones, sequías y temperaturas extremas, afectando con más énfasis las provincias de Manabí y Santa Elena en la región costera y Loja en la región austral. En 2018, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología catalogó el mes de abril como uno de los meses más secos en los últimos 30 años, siendo Manabí una de las provincias más afectadas con una pérdida de producción de al menos 49 000 hectáreas de maíz lo que genero pérdidas de inversión de USD\$ 1 500 por hectárea.

Las sequías han afectado de igual manera al sector ganadero, estos pueden ser directos o indirectos, por efecto directo los animales sufren por las temperaturas altas y por la falta de agua; mientras que los efectos indirectos se ven reflejados en la escasez de pasto, afectando tanto la salud de los animales como la producción ganadera y finalmente la economía ganadera (Velasco, et al., 2005). En Ecuador, según el diario El Universo (2009), los ganaderos de la provincia de Manabí fueron afectados por la sequía, en la ciudad de Pedernales no había suficiente agua y pastos para el ganado, ocasionando una masiva tasa de mortalidad; además, la producción de leche se afectó en un 60%, aumentando el precio de los lácteos en esta provincia.

Los problemas producidos por las sequías no se reflejan solamente en la producción, productividad y rendimientos económicos, sino que paralelamente se generan problemas en los recursos naturales como la degradación de suelos y por lo tanto la pérdida de biodiversidad, efectos conocidos conjuntamente como desertificación, que se están presentando con mayor intensidad y frecuencia como resultado del cambio climático y conjuntamente con las actividades antropógenas generan más extremos los eventos atmosféricos, el impacto de las sequías se multiplican

cuando no existe un verdadero compromiso por parte de las autoridades de adoptar nuevas directrices gubernamentales que puedan hacer frente y mitigar los embates del déficit hídrico, de acuerdo con Naciones Unidas (2019), constituye el problema ambiental y de desarrollo más difícil que afecta a la humanidad, ya que sus consecuencias sociales y económicas son devastadoras.

Generalmente la degradación de los suelos de se debe a la actividad antropogénica, entre las consecuencias de la acción humana se resalta la sobreexplotación forestal, los incendios forestales, el sobre pastoreo, el manejo y uso inadecuado del suelo con cultivos intensivos, la aplicación de tecnologías inadecuadas, prácticas de riego deficientes (Ruiz & Febles, 2004). Con respecto a las causas climatológicas de degradación de los suelos, usualmente y de manera prolongada se deben a las sequías que afectan a algunos países de la región y que se agudiza aún más por la acción humana. ALC tienen una superficie de 20.18 millones de km², de los cuales un 25% corresponde a tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. De este total, el 75% (378 millones de hectáreas), presenta serios problemas de degradación (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005).

Un estudio realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2005), menciona que la problemática de degradación se ha generalizado en los países de la región. En Argentina, México y Paraguay, más de la mitad del territorio se encuentra afectado por problemas vinculados a la degradación y desertificación. El nordeste de Brasil, región muy poblada, también soporta problemas similares. Bajo este mismo escenario, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú presentan, entre un 27% y un 43% del territorio, problemas de desertificación. La situación más crítica se encuentra en Bolivia, donde cerca del 77% (seis millones) de su población vive en las áreas afectadas.

En los acápite anteriores se ha mencionado los diferentes efectos generados por la sequía entre ellos destaca los impactos negativos a la sociedad, que pueden favorecer a la pobreza al destruir las estructuras sociales y familiares generando inestabilidad económica, con frecuencia ha sido una de las causas de grandes hambrunas y muertes por desnutrición y sed, pérdida de empleo y poder adquisitivo, y, de migraciones masivas a diferentes ciudades buscando nuevas oportunidades volviendo vulnerable a la familia (Velasco, et al., 2005; Gaucin, 2013). En estas condiciones, fragilidad ecosistémica, los agricultores que no abandonaran las zonas afectadas deben intensificar la explotación de los escasos recursos naturales disponibles, ocasionando desertificación del ecosistema, por lo tanto, la pérdida de productividad aumenta la pobreza y los problemas sociales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005).

Los ODS se plantean como un compromiso internacional para alcanzar la sostenibilidad ambiental, económica y social, que son las tres dimensiones afectadas por la sequía tanto de origen natural como de origen antropogénico, este compromiso demanda la revisión de los modelos tradicionales de desarrollo (basados en la explotación de recursos naturales) e implementación de nuevas políticas de gestión pública orientadas a promover un crecimiento económico inclusivo y un desarrollo sostenible. Este desarrollo sostenible debe asegurar un desarrollo que pueda satisfacer las necesidades actuales sin comprometer el futuro de los recursos naturales (Carmona & Díaz, 2018). La degradación de los recursos naturales por efecto de las sequías, amenaza el alcanzar las metas del ODS2 “Hambre cero: poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”, ejerciendo mayor presión sobre los recursos naturales, el déficit hídrico provoca la degradación y erosión del suelo, provocando que el agricultor abandone los campos por no tener un ingreso económico (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018).

Las sequías también afectan el lograr el ODS6 “Agua limpia y saneamiento: garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, el aumento de temperatura y la ausencia de lluvias por un tiempo prolongado bastante considerable (sequía hidrológica) provoca la escasez del recurso hídrico y junto con las actividades humanas (contaminación), dificultan el acceso de agua de calidad e influyen negativamente en la seguridad alimentaria, en algunos países pobres se ahonda el hambre y desnutrición, además se estima que para el 2050 al menos una de cada cuatro personas viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018).

Las actividades antrópicas que influyen en las sequías de manera intrínseca afecta el ODS15 “Vida de ecosistemas terrestres: proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018), como se ha descrito en acápites anteriores y haciendo énfasis en ALC con la Amazonía, la deforestación y desertificación vuelven más complejo el alcanzar el desarrollo sostenible exponiendo las vidas de las personas y las especies endémicas.

CONCLUSIONES

La sequía se caracteriza por una disminución en la precipitación con respecto a un valor normal (media climatológica) que aumenta su impacto ambiental, económico y social cuando la duración es demasiado prolongada. Este fenómeno se presenta con la

alteración de los patrones de circulación general atmosférica y oceánica, la región tropical es influenciada por la ZCIT y eventos ENOS, en el caso de América del Sur la cordillera de los Andes interviene como otro forzante climático. Además, las actividades humanas influyen sobre el cambio climático y los eventos extremos como son las sequías, la deforestación y los cambios de uso de suelo provocan la degradación, erosión y desertificación, además la concentración de los GEI se ha incrementado.

Los recursos naturales son gravemente afectados por todo tipo de sequías (meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica), modificando las condiciones naturales bióticas y del paisaje de los ecosistemas. El recurso suelo pierde la capacidad de retener y almacenar agua, mientras el recurso hídrico se vuelve escaso que incluso se ha modificado el ciclo hidrológico, que se traducen en enormes pérdidas socioeconómicas. Las sequías de origen natural pueden llegar a producir la desertificación y si a esto se adiciona la actividad antropogénica los impactos pueden ser irreversibles, llegando.

En ALC ya se han determinado puntos críticos que afectan la naturaleza y la biodiversidad. El Ecuador, por su ubicación geográfica se ve afectado por los forzantes climáticos y ha sufrido los efectos de eventos climáticos extremos, las sequías han afectado varios sectores productivos entre ellos el sector ganadero, produciendo pérdidas económicas. La ODS tienen como meta alcanzar la sostenibilidad ambiental, económica y social. Sin embargo, las sequías afectan el desarrollo sostenible (ODS2, ODS6 y ODS15) y se agudizan los problemas cuando no existe las políticas de gestión pública y el verdadero compromiso por parte de las autoridades tomadores de decisiones para adoptar nuevos lineamientos que promuevan un crecimiento económico inclusivo y desarrollo sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carmona, N., & Díaz, C. (2018). El desarrollo socioeconómico en Latinoamérica. Un análisis a la luz de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. *Atlantic Review of Economics*, 1(1), 1–19. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6525199.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2005). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

- Díaz, E., Rodríguez, A., Dölling, O., Bertoni, J., & Smrekar, M. (2016). Identificación y caracterización de sequías hidrológicas en Argentina. *Tecnologías y Ciencias Del Agua*, 7(1), 25–133. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v7n1/2007-2422-tca-7-01-00125.pdf>
- Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida*. Recuperado de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- El Universo. (2009). Ganaderos de Manabí afectados por la sequía. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/2009/10/06/1/1447/ganaderos-manabi-afectados-sequia.html>
- Estados Unidos. Administración Nacional Oceánica y Atmosférica. (2019). Schematic Diagrams. El Nino Theme Page. Recuperado de <https://www.pmel.noaa.gov/el-nino/schematic-diagrams>
- Foley, J., Costa, M., Delire, C., Ramankutty, N., & Snyder, P. (2003). Green Surprise? How terrestrial ecosystems could affect Earth's climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(1), 38–44. Recuperado de <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1890/1540-9295%282003%29001%-5B0038%3AGSHTEC%5D2.0.CO%3B2>
- Gaucin, O. D. (2013). Sequía: causas y efectos de un fenómeno global. *Ciencia UANL*, 16(61), 8–15. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/127967825/Sequia-Causas-y-Efectos-de-un-Fenomeno-Global>
- Luna-Romero, A., García-Batista, R., Uriguen, P., & Vega, F. (2018). Importancia económica de los servicios ecosistémicos de los humedales: La Tembladera. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 40–48. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/217/244>
- Martín, L., Rivera, J., & Castizo, R. (2018). *Cambio climático y desarrollo sostenible en Iberoamérica 2018. Informe La Rábida, Huelva*. Recuperado de <https://www.fundacion-carolina.es/wp-content/uploads/2019/06/SEGIB-Informe-La-Ra%CC%81bida-2018-completo.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2019). Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por Sequía grave o desertificación, en particular en África. Recuperado de <https://knowledge.unccd.int/knowledge-products-and-pillars/unccd-science-policy-blog>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2013). *Cambio climático 2013: bases físicas. Resumen para responsables de políticas, resumen técnico y preguntas frecuentes*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- Paterson, P. (2017). Calentamiento global y cambio climático en Sudamérica. *Revista Política y Estrategia*, 130(2), 153–188. Recuperado de <https://www.politicayestrategia.cl/index.php/rpye/article/view/133/239>
- Ravelo, A., et al. (2016). *Monitoreo y Evaluación de las Sequías en América Central*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Ruiz, T., & Febles, G. (2004). La desertificación y la sequía en el mundo. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 8(2), 1–11. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/837/83780201.pdf>
- Velasco, I., Ochoa, L., & Gutiérrez, C. (2005). Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y Sociedad*, 17(34), 35–71. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v17n34/v17n34a2.pdf>

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PLAGUICIDA VERDADERO GD 600 PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (HEMILEIA VASTATRIX BERKELEY & BROOME) EN LA PROVINCIA CIENFUEGOS

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF REAL PESTICIDE GD 600 FOR THE CONTROL OF COFFEE RUST (HEMILEIA VASTATRIX BERKELEY & BROOME) IN CIENFUEGOS PROVINCE

Delvis Subit Lamí¹

E-mail: directorsv@sanveg.cfg.minag.gob.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4327-7686>

Perla María Sierra Ricabal¹

E-mail: esp.micologia@sanveg.cfg.minag.gob.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5195-5729>

¹ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Subit Lamí, D., & Sierra Ricabal, P. M. (2019). 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. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar efectividad biológica y toxicidad del plaguicida Verdadero GD 600 para el control de la Roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo del café en la zona pre montañosa de Cienfuegos. Se evaluó a dosis de 1 kg/ha de Verdadero GD 600 comparado con Bayfidan Duo GR 1,4 (62,5 kg/ha), Domark CE 100 (2 L/ha) y dos testigos sin tratar. El estudio se llevó a cabo en una finca de productor privado en un área perteneciente al Municipio Cumanayagua en el asentamiento conocido como "Las Moscas". Se realizó un diseño secuencial al azar estudiando cinco tratamientos con cuatro réplicas cada uno. Se efectuaron dos aplicaciones, la inicial y la segunda a los 60 días para los tres fungicidas, Verdadero GD 600 se aplicó en drench a razón de 50 ml/planta. Se realizó una preevaluación, seguida de ocho evaluaciones, a los 30, 45 y 60 días después de cada tratamiento y dos evaluaciones finales cada 30 días. Se determinó la efectividad biológica con base en la severidad por unidad de muestreo, así como la fitotoxicidad al cultivo de acuerdo con la escala de la EWRS. Durante las nueve evaluaciones realizadas, los tres tratamientos fungicidas fueron efectivos, logrando a partir de la octava evaluación mejores resultados de Verdadero GD 600 estadísticamente, manteniendo valor 0 hasta la evaluación final. No se observaron evidencias de que el producto Verdadero GD 600, a la dosis de 0,8; 1,0 y 1,2 kg/ha sea fitotóxico al cultivo en producción.

Palabras clave:

Fungicida, roya, café.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of evaluating the biological effectiveness and toxicity of the Real pesticide GD 600 for the control of rust (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) in the cultivation of coffee in the pre-mountainous area of Cienfuegos. It was evaluated at a dose of 1 kg/ha of real GD 600 compared to Bayfidan Duo GR 1,4 (62,5 kg/ha), Domark CE 100 (2 L/ha) and two untreated controls. The study was carried out in a private producer farm in an area belonging to the Cumanayagua Municipality in the settlement known as "Las Moscas". A random sequential design was carried out studying five treatments with four replicates each. Two applications were made, the initial and the second at 60 days for the three fungicides, Real GD 600 was applied in drench at a rate of 50 ml/plant. A pre-evaluation was carried out, followed by eight evaluations, at 30, 45 and 60 days after each treatment and two final evaluations every 30 days. The biological effectiveness was determined based on the severity per sampling unit, as well as the phytotoxicity to the crop according to the EWRS scale. During the nine evaluations carried out, the three fungicidal treatments were effective, achieving, from the eighth evaluation, better results of Real GD 600 statistically, maintaining value 0 until the final evaluation. No evidence was observed that the Real GD 600 product, at a dose of 0,8; 1,0 and 1,2 kg/ha is phytotoxic to the crop in production.

Keywords:

Fungicide, rust, coffee.

INTRODUCCIÓN

El café representa para la mayoría de los países el principal producto de exportación, es una bebida que actualmente forma parte de la vida cotidiana por lo que tiene un impacto social, se consumen más de cien millones de sacos de 62 kilogramos cada año en el mundo, África, Brasil y Colombia producen más del 40 % de todo el café que se consume a nivel mundial (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2011). Los principales países en producción de café son Brasil, Viet Nam y Colombia con 61,7; 29,5 y 13,6 millones respectivamente expresado en sacos de 60 kg. Al cierre del 2018 solo Brasil producía el 40 % de la producción mundial (International Coffee Organization, 2018).

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 (Cowley & Pego, 1876). 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. La producción de café verde desde 1962 hasta 2017 ha disminuido en un 88 %, en 2017 se produjeron 6 306 toneladas en un área de 19 867 hectáreas y se obtuvo un rendimiento de 3,174 toneladas por hectárea, las exportaciones de café verde y tostado en 2017 representaron al país un ingreso total en valores de 5 439 000 USD, sin embargo, destinó a la importación 31 778 000 USD para poder adquirir 7 913 toneladas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

La mayor incidencia de roya comienza con las floraciones del café causando el mayor daño económico al cultivo. La pérdida de follaje durante la época de formación y llenado del grano es el principal efecto de la enfermedad, lo que impide a la planta suplir los nutrientes necesarios para formar y madurar la cosecha, ocasionando pérdidas en cantidad y calidad de la misma. Adicionalmente el desarrollo de la planta se limita, viéndose afectada de manera directa la producción de años posteriores (Barquero, 2013).

Los factores que más determinan en Cuba el bajo rendimiento es el manejo del cultivo debido principalmente a la falta de mano de obra en la montaña, y después el control de enfermedades y plagas. El Compendium de Protección de Cultivos del Centre for Agriculture and Biosciences International (2007), informa para Cuba un total de 54 plagas entre insectos y hongos; de ellos, la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) y la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) Son los problemas fitosanitarios que más inciden en la calidad y los rendimientos (Cristanch, et al., 2015), por tal motivo el objetivo de la presente investigación consiste en determinar la efectividad

biológica del plaguicida VERDADERO GD 600 para el control de la Roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en la Provincia de Cienfuegos y evaluar su posible fitotoxicidad en el cultivo a diferentes dosis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El ensayo se realizó en un área perteneciente al Municipio Cumanayagua en la zona del asentamiento conocido como “Las Moscas”, una zona rural limitada al norte con Vista Alegre, al sur con La Legua, al este con la localidad de Hoyo de Padilla y al oeste con el Consejo Popular de Arimao (Cuba. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, 2018), a los 22,086653° de Latitud N y los 80,254815° de Longitud O. El ensayo estuvo ubicado en la pre montaña con una altura sobre el nivel del mar de 60 msnm, en la Figura 1, en el área 1 se encuentra el experimento de evaluación severidad e intensidad de la roya y en área 2 el experimento para evaluar fitotoxicidad.



Figura 1. Ubicación del ensayo en una zona de “Las Moscas”, del municipio de Cumanayagua.

Diseño de experimento

El estudio se llevó a cabo en el período comprendido entre los meses de noviembre 2018 hasta julio 2019, se escogió un área de café con 2 años de plantada de la variedad Arábica con un marco de plantación de 2x2 metros. Las plantas con antecedentes de afectaciones por roya. Se utilizaron parcelas de 20 plantas. Durante este lapso se realizó la labor de campo con una aplicación de los tratamientos y se recolectaron los datos en el área experimental asignada, al mismo tiempo se realizaron labores agrotécnicas como la fertilización, la cual se llevó a cabo con la fórmula completa NPK (9-13-17), a razón de 60 g/plantas al inicio el experimento correspondiendo al mes de diciembre 2018 y a los 60 días la fertilización nitrogenada con urea en el mes de febrero a razón de 45 g/plantas, como se establece en el instructivo técnico para el cultivo del café en Cuba (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2011).

El experimento constó de cinco tratamientos como se muestra a continuación:

- 1er Tratamiento: Domark 100 CE 10 (dosis utilizada 2 L/ha).
- 2do Tratamiento: Verdadero GD 600 (dosis utilizada 1 kg/ha).
- 3er Tratamiento: Testigo sin Tratar.
- 4to Tratamiento: Testigo sin Tratar.
- 5to Tratamiento: Bayfidan Duo GR 1,4 (dosis utilizada 62,5 kg/ha).

Se utilizaron parcelas de 20 plantas con un diseño de bloques al azar estudiando cinco tratamientos con 4 réplicas cada uno, según se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados en el estudio sobre el control de la roya café en Las Moscas, Cumanayagua.

Tratamientos		Ingrediente activo i.a	Dosis* g i.a./ha	Dosis PC**
1	Domark	tetraconazol	200	2L/ha
2	Verdadero GD 600	tiametoxam + ciproconazol	300+300	1 kg/ha
3	Testigo	Sin tratamiento	-	-
4	Testigo	Sin tratamiento	-	-
5	Bayfidan Duo GR 1,4	Imidacloprid + triadimenol	8 + 6	62,5 kg/ha

*Gramos de ingrediente activo por hectárea, ** Producto comercial por hectárea.

Como parte de las evaluaciones de experimento se procedió a marcar un total de 8 ramas por panta, se seleccionó cuatro ramas en el tercio medio y cuatro ramas en el tercio inferior de la planta, comenzando a partir del número uno en el tercio medio sur siguiendo en el sentido de las manecillas del reloj hasta el número 8 en el tercio medio este. En el experimento fueron evaluadas un total de 800 ramas que equivalen a un total de 160 ramas por tratamiento y 40 ramas por réplicas.

A continuación, se muestra la descripción de los productos utilizados y su forma de aplicación:

- » Verdadero GD 600 Drench (50cc/árbol) 2 aplicaciones con un Equipo dosificador. 1 : Preventivo condiciones favorables desarrollo de la enfermedad o 60 días antes de la fecha de incidencia de roya. 2 : 60 días posterior a la 1
- » Bayfidan Duo GR 1,4: 2 aplicaciones con mochila al inicio de los síntomas y 60 días después de aplicado.
- » Bayfidan Duo GR 1,4 aplicado 2 veces directo al suelo. 1 : Preventivo condiciones favorables desarrollo de la enfermedad. 2 : 60 días posterior a la 1
- » Variables de evaluación. Incidencia de Roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)

En el experimento en cuestión se utilizó la metodología (Eskes, 1983) que establece la evaluación de ramas con gradología de 0 a 9 como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los valores de la escala de 0 a 9 de incidencia.

Valor escala	Descripción
0	Ausencia de lesiones esporulantes. Se necesita una observación más detallada, mediante la eliminación de las ramas inferiores, para la confirmación.
1	El número promedio de lesiones por rama enferma es aproximadamente 1.
2-8	Número creciente de lesiones por rama enferma. El valor 7 se encuentra comúnmente para cultivares normalmente susceptibles
9	Este valor indica la máxima incidencia de la enfermedad, que ocurre con frecuencia en el tipo de café Harar en el momento de la cosecha. Un valor de 8 asociado con el desprendimiento intensivo de hojas debe clasificarse como un 9.

Fuente: Eskes (1983).

Esta evaluación se hizo de forma visual y se contó como hoja con roya a la hoja que presentara la enfermedad en la etapa de esporulación. Desde el primer muestreo, se marcaron las ramas muestreadas, ya que sobre estas se dio el seguimiento a lo largo de los próximos muestreos.

La evaluación inicial se realizó antes de la aplicación, luego se procedió a evaluar a los 30, 45 y 60 días después de la primera aplicación, a continuación de la última evaluación se ejecutó el segundo tratamiento, procediendo de igual forma a evaluar a los 30, 45 y 60 días, luego se mantuvieron las evaluaciones cada 30 días hasta llegar a un total de 9 evaluaciones.

Para la determinación de la efectividad biológica del plaguicida Verdadero GD 600 para el control de *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. se utilizaron los siguientes indicadores (Galindo, Soriano, Quevedo & Melo 2015):

Severidad ponderada:

Se calculó de acuerdo a la fórmula de Townsend & Heuberguer (1943) descrita a continuación:

$$P = \left(\frac{\sum n * v}{CM * N} \right) * 100$$

Dónde:

P = Severidad ponderada

n = Número de hojas por cada clase en la escala

v = Valor numérico de cada clase o escala, según escala de 9 grados

CM = Categoría mayor

N = Número total de hojas en la muestra

Porcentaje de incidencia

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la fórmula de Ogawa (1986), siendo expresada en porcentaje de acuerdo a la ecuación:

$$I = \left(\frac{n}{N}\right) * 100$$

Dónde:

I = incidencia

n = total hojas afectadas

N = total de hojas presente

Fitotoxicidad de los tratamientos

Para la evaluación de la fitotoxicidad causada por el plaguicida Verdadero GD 600 en el cultivo del café a diferentes dosis se utilizó la escala de Fitotoxicidad EWRS (European Weed Research Society) que se presenta a continuación (Muñoz-Santiago, 2017) (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de puntuación modificada, propuesta por la EWRS (European Weed Research Society), para evaluar la fitotoxicidad al cultivo, y su interpretación agronómica y porcentual.

Escala puntual	Efectos sobre el cultivo	Escala porcentual
1	Sin efecto	0,0 - 1,0
2	Síntomas muy ligeros	1,0 - 3,5
3	Síntomas ligeros	3,5 - 7,0
4	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7,0 - 12,5
Límite de aceptabilidad		
5	Daño medio	12,5 - 20,0
6	Daños elevados	20,0 - 30,0

7	Daños muy elevados	30,0 - 50,0
8	Daños severos	50,0 - 99,0
9	Muerte completa	99,0 - 100,0

Fuente: Muñoz-Santiago (2017).

Este experimento fue montado en un área cercana a la misma variedad de café, misma edad la plantación. Se montaron 5 Tratamientos con 4 Réplicas cada uno. Cada Réplica con 5 Plantas, cada Tratamiento con 20 Planta. Se dejó un Surco Borde a cada lado del Área. Se dejaron 2 Plantas a la entrada y 2 al Final sin evaluar para evitar efecto de borde.

Para el procesamiento de los datos se realizaron las pruebas no paramétricas de varias muestras con datos independientes (H de Kruskal-Wallis) y de dos muestras con datos independientes (U de Mann-Whitney) en el SPSS todos para el nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Resultados para Severidad de Roya

Las tablas 4 y 5 muestran los resultados de la incidencia de Roya.

Tabla 4. Resultados de la severidad de Roya.

	27/12/2018	26/1/2019	9/2/2019	26/2/2019
Domark 100 CE 10	31,8 a	28,0 a	9,9 a	4,6 a
Verdadero GD 600	45,3 ab	37,7 a	14,2 a	7,3 ab
Testigo sin Tratar	54,4 ab	51,0 ab	72,6 b	76,4 c
Testigo sin Tratar	55,2 b	63,7 b	84,1 c	84,0 c
Bayfidan Duo GR 1,4	53,2 ab	40,7 a	32,1a	27,1 b
Media General	48,0	44,2	42,4	39,9
Desviación Estándar	12,0	15,3	32,3	35,5
Error Estándar	2,7	3,4	7,2	7,9

Tabla 5. Continuación de los resultados de la severidad de Roya.

	2/4/2019	20/4/2019	2/5/2019	4/6/2019	5/7/2019
Domark 100 CE 10	5,4 ab	3,1 a	3,3 a	1,0 ab	1,0 ab
Verdadero GD 600	5,2 a	1,5 a	0,6 a	0,0 a	0,0 a
Testigo sin Tratar	64,4 c	67,9 b	70,3 b	67,7 c	66,8 c
Testigo sin Tratar	86,2 d	79,4 b	89,0 c	89,1 d	87,2 c
Bayfidan Duo GR 1,4	17,6 b	11,9 a	7,9 a	5,1 b	2,2 b
Media General	35,8	32,8	34,2	32,6	31,5
Desviación Estándar	35,1	36,1	39,1	39,3	39,0
Error Estándar	7,8	8,1	8,7	8,8	8,7

Los análisis estadísticos de los resultados se obtuvieron mediante la comparación de medias de cada conteo, se procedió mediante análisis no paramétricos porque no cumplían los requisitos de normalidad para el ANOVA, pudiendo comprobar que para los indicadores de Severidad de la roya existió un buen resultado para los tres tratamientos con fungicidas sistémicos hasta la séptima evaluación, momento a partir del cual el plaguicida Verdadero GD 600 comenzó a presentar los mejores resultados comportándose como el mejor tratamiento, al mantener durante mayor tiempo un control efectivo sobre la enfermedad obteniendo valores de Severidad cero a partir de esa fecha (04/06/2019) y hasta la evaluación final (05/07/2019) (Figura 2).

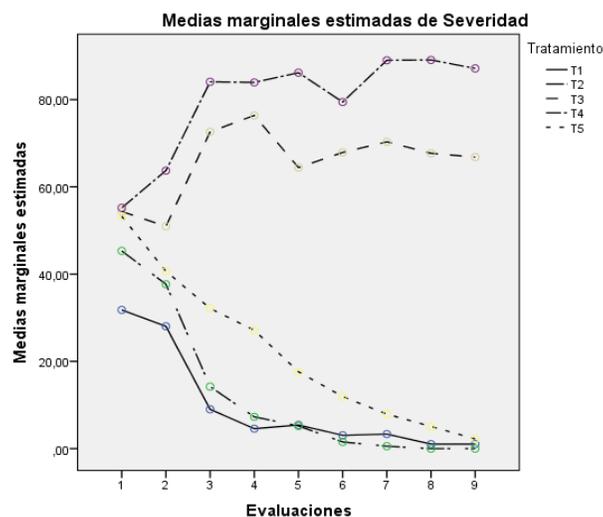


Figura 2. Medidas marginales estimadas de Severidad.

Análisis de Resultados para Incidencia de Roya

Las tablas 6 y 7 muestran los resultados de la incidencia de Roya.

Tabla 6. Resultados de la incidencia de Roya.

	27/12/2018	26/1/2019	9/2/2019	26/2/2019
Domark 100 CE 10	98,1 a	92,0 a	51,3 a	23,8 a
Verdadero GD 600	100,0 a	100,0 a	75,0 ab	42,5 ab
Testigo sin Tratar	100,0 a	100,0 a	100,0 c	100,0 c
Testigo sin Tratar	100,0 a	100,0 a	100,0 c	100,0 c
Bayfidan Duo GR 1,4	100,0 a	99,0 a	94,4bc	85,6bc
Media General	99,6	98,3	84,1	70,4
Desviación Estándar	1,2	5,1	21,2	34,6
Error Estándar	0,3	1,1	4,7	7,7

Tabla 7. Continuación de los resultados de la incidencia de Roya.

	2/4/2019	20/4/2019	2/5/2019	4/6/2019	5/7/2019
Domark 100 CE 10	23,8 a	17,5 a	14,4 a	9,4 ab	9,4 ab
Verdadero GD 600	25,0 a	10,0 a	5,0 a	0,0 a	0,0 a
Testigo sin Tratar	100,0 c	100,0 b	100,0 b	100,0 c	100,0 c
Testigo sin Tratar	100,0 c	100,0 b	100,0 b	100,0 c	100,0 c
Bayfidan Duo GR 1,4	71,3 b	62,5 ab	52,5 a	36,3 b	20,0 b
Media General	64,0	58,0	54,4	49,1	45,9
Desviación Estándar	37,4	44,0	44,0	45,4	46,2
Error Estándar	8,4	9,8	9,8	10,1	10,3

El análisis estadístico para la Incidencia de roya muestra que los tratamientos testigo sin tratar (T3 y T4) mantuvieron durante las nueve evaluaciones un 100 % de intensidad, mientras que para los tratamientos con los tres fungicidas sistémicos mantuvieron tendencia a disminuir la incidencia de la enfermedad, Domark 100 CE 10 logra disminuirla desde 98,1 % hasta 9,8 %; Bayfidan Dúo GR 1,4 logra disminuir desde 100 % hasta 20 % y Verdadero GD 600 desde 100 % hasta cero, además Verdadero GD 600 estadísticamente tuvo un mejor comportamiento que el resto de los fungicidas a partir de la octava evaluación (04/06/2019) y se mantuvo hasta el final de experimento (05/07/2019) (Figura 3).

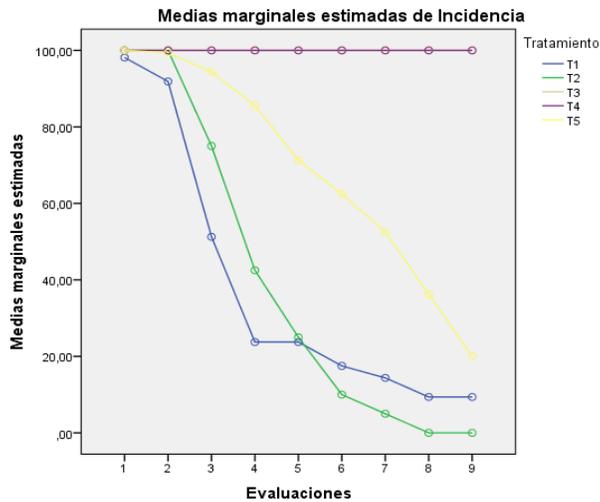


Figura 3. Medidas marginales estimadas de incidencia.

Análisis de Resultados para fitotoxicidad de Roya

Se evaluó la fitotoxicidad de forma visual en cada parcela según escala de Fitotoxicidad EWRS (European Weeds Research Society). Como resultado no existió síntomas de Fitotoxicidad a ninguna de las tres dosis (0,8; 1 y 1,2 kg/ha) empleadas en el experimento para Plantas de Café Arábico en Producción (2 Años de edad).

CONCLUSIONES

El Plaguicida Verdadero GD 600 mostró buena efectividad en el control de la roya del café en la Provincia de Cienfuegos.

El Plaguicida Verdadero GD 600 mostró los mejores resultados en el control de la enfermedad en comparación con los Fungicidas sistémicos utilizados en el experimento (Domark 100 CE 10 y Bayfidan Duo GR 1,4) y con los Testigos sin tratar.

El Plaguicida Verdadero GD 600 no mostró tener efecto fitotóxico al cultivo del café en ninguna de las tres variantes utilizadas en el experimento (800, 1 000 y 1 200 gramos por hectárea).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barquero Miranda, M. (2013). Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.). San José: Instituto del Café.

Centre for Agriculture and Biosciences International. (2007). Crop Protection Compendium. Recuperado de <https://www.cabi.org/Uploads/CABI/publishing/promotional-materials/insert/Cpc%20A4%20Flyer%20Spanish.pdf>

Cowley, R., & Pego, A. (1876). Los Tres Primeros Historiadores de la Isla de Cuba. Tomo I. LaHabana: Imprenta de Andrés Pego.

Cuba. Ministerio de la Agricultura de Cuba. (2011). Folleto (2/4) para la Actividad de Protección de Plantas del Ministerio de la Agricultura de Cuba. La Habana: MINAG

Cuba. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. (2018). *EcuRed*. Enciclopedia Colaborativa en la Red Cubana. Recuperado de <https://www.ecured.cu>

Eskes, A. B. (1983). Incomplete Resistance to Coffee Leaf Rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Wageningen: Wageningen University.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2011). Sobre el café. Impacto social. Recuperado de <https://federaciondecafeteros.org>

Galindo, M., Soriano, O., Quevedo, C., & Melo, M. (2015). Manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/manual-protocolos-ensayos-eficacia-pqua-1.aspx>

International Coffee Organization. (2018). Durante 2018 la producción de café mundial fue de 168 millones de sacos de 60 kg. Organización Internacional de café, ICO. Recuperado de <https://www.larepublica.co/especiales/ruta-del-cafe/durante-2018-la-produccion-de-cafe-mundial-fue-de-168-millones-de-sacos-de-60-kg-2840566>

Muñoz-Santiago, A. (2017). Efectividad Biológica Del Producto Vermitrol En El Control Del Nemátodo Agallador (*Meloidogyne incognita*). Recuperado de <https://www.lidag.com/wp-content/uploads/2019/06/Vermirol-en-cafe-LIDAG.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Estadística. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

Townsend G. R., & Heuberguer J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Dis. Rep.*, 24, 340-343.

24

Fecha de presentación: septiembre, 2019

Fecha de aceptación: noviembre, 2019

Fecha de publicación: diciembre, 2019

COMPETENCIAS Y CAPACIDADES COMO CATEGORÍAS PSICOLÓGICAS. SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS

COMPETENCIES AND CAPABILITIES AS PSYCHOLOGICAL CATEGORIES. SIMILARITIES AND DIFFERENCES

Octavio Manuel Lamas Suárez¹

E-mail: omlamas@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1572-4979>

Ramón Ovidio Andino Guerra¹

E-mail: randino@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1802-919X>

Odalys Hernández Gutiérrez¹

E-mail: odahernandez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7601-6197>

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Lamas Suárez, O. M., Andino Guerra, R. O., & Hernández Gutiérrez, O. (2019). Competencias y Capacidades como Categorías Psicológicas. Semejanzas y diferencias. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 169-174. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El surgimiento de la psiquis se produjo en estrecha relación con la realidad externa objetiva. En la misma medida en que el medio se complejizó se hizo necesario que los organismos desplegaran formas de actuación cada vez más eficaces y perfectas en su actividad de adaptación. Precisamente, la reflexión en torno a la actividad y las formas de actuación de la ejecución (acciones y operaciones), así como los hábitos y las habilidades resultan muy necesarias para educar de cara a las nuevas realidades, lo que constituye el marco general de este trabajo. Que se centra en profundizar acerca de los elementos esenciales que distinguen las capacidades y competencias como categorías psicológicas.

Palabras clave:

Actividad, acción, operación, hábitos, habilidades, capacidades y competencias.

ABSTRACT

The discovery of psyche took place in close relation with external objective reality. To the same extent in which the environment became more complex, it was necessary for organisms to change their performance in a more efficient and perfect adaptation activity. Precisely, reflection concerning activity and performance regarding carrying out standards (actions and operations) as well as habits and abilities are quite necessary to face education in the worst moments, which constitutes the general framework of the present research. It is centered in deepening on essential elements that distinguish capacities and competences as psychological categories.

Keywords:

Activity, action, operation, habits, abilities, capacities and competences.

Introducción

El surgimiento de la psiquis como una forma relativamente nueva de reflejo en el transcurso de la filogenia se produjo en estrecha relación con la realidad externa objetiva. En la misma medida en que el medio se hizo cada vez más complejo, se hizo necesario que los organismos desplegaran formas de actuación cada vez más eficaces y perfectas en su actividad de adaptación al mismo. Por lo tanto, el reflejo psíquico surge vinculado a la necesidad de conocer el mundo objetivo, sus propiedades y relaciones, para poder actuar en el mismo, y se origina en aquellos procesos prácticos de interacción del individuo con el medio.

En este proceso un lugar importante en el surgimiento de las capacidades humanas lo ocupó el inicio de la actividad laboral y sus consecuencias en cuanto a necesidades de comunicación y colectividad. Por otra parte es indiscutible que el proceso de creación de los instrumentos de trabajo resultó altamente estimulante para el desarrollo humano.

El contenido de enseñanza es uno de los componentes del proceso docente- educativo que genera las más grandes polémicas profesionales. Esto se explica, por la multiplicidad de factores que intervienen en la selección y el ordenamiento del contenido que debe ser enseñado y aprendido en el marco de la actividad escolar

En el desempeño profesional, el individuo adquiere una serie de conocimientos, hábitos, habilidades y capacidades que se convierten en la base de su preparación para realizar la actividad en las condiciones concretas de acuerdo con el tipo de labor que desempeña en determinada esfera de la sociedad. A su vez el desarrollo y progreso continuo de la ciencia y la producción material requiere del aumento creciente del nivel de capacitación y la calidad de los trabajos que se ejecutan.

En correspondencia con lo antes expuesto, resulta pertinente asumir la competencia como categoría para restablecer la imprescindible conexión entre la escuela y la vida, el estudio y el trabajo, la teoría y la práctica, la formación y el desempeño social. Especialmente porque en la actualidad los cambios en la estructura del mercado, las innovaciones tecnológicas y las formas de organización del trabajo requieren nuevos saberes, más amplios y mejores niveles de expresión del desarrollo en los sistemas de formación profesional.

DESARROLLO

En el devenir histórico, la división social del trabajo significó un cambio trascendental, que determinó la aparición de grupos de individuos que se especializaron en determinados tipos de actividad laboral para ejecutar diferentes tipos de oficios y profesiones, cada uno de los cuales contiene un conjunto de elementos de los que depende el desarrollo del hombre

a través de su actividad productiva, como elemento esencial del proceso.

En el desempeño de su trabajo cada cual adquiere una serie de conocimientos, motivaciones y particularidades específicas que se convierten en la base de su preparación para realizar la actividad en las condiciones concretas de acuerdo con el tipo de labor que desempeña en determinada esfera de la sociedad. A su vez el desarrollo y progreso continuo de la ciencia y la producción material requiere del aumento creciente del nivel de capacitación y la calidad de la ejecución de los trabajadores.

La estructuración y el desarrollo de la personalidad se producen a partir de la socialización del niño, que al nacer posee todas las potencialidades para desarrollarse como personalidad, pero sólo puede lograrlo a través de su integración al medio social humano. La socialización se produce por la apropiación individual, a partir de las potencialidades del recién nacido, de la cultura acumulada por la humanidad.

Esta apropiación se realiza a través de la actividad que realiza el sujeto, la comunicación con sus semejantes y la influencia que ejerce y recibe en los grupos humanos a los cuales pertenece a lo largo de su existencia, así la personalidad se origina y manifiesta en la actividad, la comunicación y la interacción con los grupos humanos.

Esta característica condiciona y explica la unidad existente entre la actividad externa y actividad interna de la personalidad, así como su carácter activo, ya que el sujeto juega un rol determinante, tanto en la apropiación de la cultura, como en la regulación de su propia actividad.

La actividad es la forma más compleja de actuación del hombre, es una forma de interacción entre el hombre y su medio en cuyo proceso el hombre trata de obtener o lograr un fin consciente. Ella conforma un sistema que posee una estructura general común a todas las actividades que realiza el hombre (laborales, de estudio, artísticas, deportivas, etc.). Punto de vista desde el cual se asume *por actividad* a aquellos procesos mediante los cuales el individuo respondiendo a sus necesidades, se relaciona con la realidad adoptando determinadas actitudes hacia la misma (Barrera & Castillo, 1997).

La necesidad es un estado de la personalidad que expresa su dependencia de las condiciones concretas de existencia y la cual actúa de estimulante para la actividad del hombre, representa así, una condición interna que estimula e impulsa al individuo provocando un estado de deseo, que por sí mismo no es capaz de provocar ninguna actividad dirigida desde el punto de vista psíquico es como una inquietud que impulsa, pero que no sabe cómo satisfacerla.

La necesidad se convierte en algo capaz de orientar y regular la actividad como resultado del encuentro con aquel objeto que puede satisfacerla. El objeto

que responde a una necesidad le da una dirección a la actividad y puede ser de diferente naturaleza (material, ideal, una función, una relación, etc.).

La unión de la necesidad y el objeto que potencialmente es capaz de satisfacerla transforma el deseo en motivo. El motivo constituye el aspecto más importante que distingue psicológicamente a las actividades humanas entre sí. En su evolución, los motivos se convierten en convicciones, aspiraciones, ideales, intereses, etc. y constituyen la base que regula la conducta del hombre.

A lo largo de toda la actividad el hombre es guiado por una representación anticipada de lo que espera alcanzar con dicho proceso. Estas representaciones anticipadas constituyen el objetivo general o fin consciente que el hombre se propone alcanzar.

Dada la complejidad de la actividad, ésta requiere del hombre la realización de muchas acciones, las cuales en su conjunto le permiten obtener el objetivo general o fin que se ha propuesto. Toda actividad, en sentido general, requiere de un conjunto de acciones cada una de las cuales posee su propio objetivo o fin parcial.

La **acción** se infiere pues, como aquella ejecución de la actuación que se lleva a cabo con un carácter consciente, determinada por la representación anticipada del resultado a alcanzar (objetivo parcial) y la puesta en juego del conjunto de operaciones requeridas para accionar.

Tanto la **operación** es aquella ejecución de la actuación que se lleva a cabo como componente de una acción, sin que por sí misma posea un fin consciente. Es un producto de la transformación de una acción anterior en operación, debido al dominio alcanzado en la misma, lo cual permite una menor participación de la conciencia, al no necesitar la concentración de la atención del hombre en la obtención de un objetivo parcial.

Desde esta perspectiva una acción puede estar formada por operaciones que anteriormente constituían (por su estructura psicológica) acciones, determinado por el dominio alcanzado por el hombre en estas ejecuciones, ya que es quien las convierte en operaciones. Resulta atinado destacar, también, que una misma acción puede estar formada por diferentes operaciones y una misma operación puede formar parte de diferentes acciones.

Por lo tanto, actividad, acciones y operaciones desde el punto de vista valorado, constituyen una triada dialéctica que interactúan hacia un fin específico, con expresión gráfica y operativa como a continuación se expone en la figura 1.

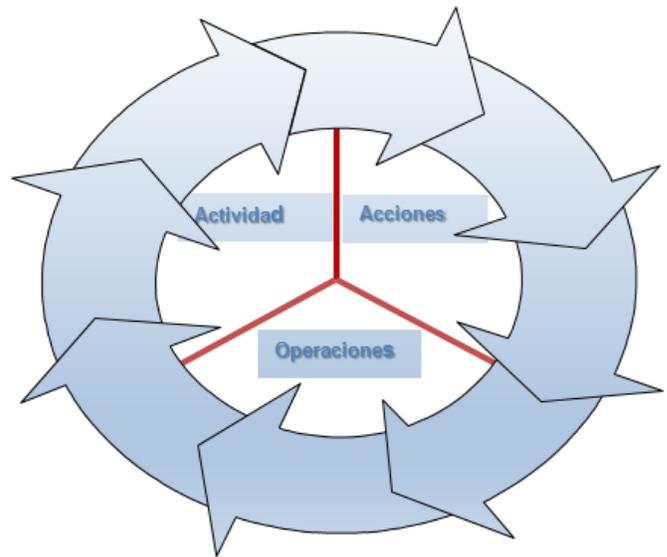


Figura 1. Triada dialéctica.

A manera de ejemplo se ilustra las relaciones que se establecen entre la actividad y las formas de ejecución de la actuación (acciones y operaciones), considerando la aplicación de las operaciones lógicas del pensamiento (tabla 1).

Tabla 1. Relación actividad y formas de ejecución de la actuación.

Actividad	Ejecución de la Actuación	
	Acciones	Operaciones
Definir un Concepto	Realizar análisis y síntesis	Determinar las partes de un todo, su estructura
		Precisar las relaciones entre ellas
		Determinar las características que la distinguen
		Describir el resultado
	Comparar	Precisar las propiedades de cada objeto de estudio
		Determinar qué es lo común y que es lo diferente
		Hacer una conclusión de acuerdo al objetivo trazado
	Abstraer	Descomponer los objetos en sus partes y separar aquella que nos interesa
	Generalizar	Constatar la presencia del rasgo en todos los objetos
		Establecer los elementos que son comunes para varios objetos

Llegado a este momento no se puede obviar el hecho de que produce una automatización de operaciones, que a su vez conlleva a la formación de hábitos y a la sistematización acciones para formar una habilidad, finalidad del proceso, lo que no niega que las acciones y las operaciones tengan existencia independiente y puedan existir sin estar sistematizadas. Pero, en

un nivel superior de desarrollo que se expresa en hábitos y habilidades.

Por muy automatizado que esté el hábito siempre permanece bajo el control de la acción, de la conciencia, esto lo demuestra el hecho de que ante la aparición de errores en la ejecución o ante un cambio de las condiciones, el hombre rectifica su actuación. Esto se debe a que las acciones en que se inserta están dirigidas y subordinadas a objetivos necesariamente conscientes para el sujeto

El **hábito** es una acción que forma y cambia su estructura psicológica en el proceso de la práctica. Cuanto más prolongado sea el entrenamiento (dentro de límites razonables), tanto más automática será la acción y paulatinamente se transformará en sistema de operaciones. El hábito constituye una automatización de las operaciones que el individuo ejecuta y dota al hombre de procedimientos automatizados para la realización de las diversas acciones.

Las **habilidades** son resultado de la sistematización de las acciones que el individuo realiza, pero ellas no alcanzan el grado de automatización, debido en esencia, a que están subordinadas directamente a un objetivo consciente. La realización de las acciones que constituyen la habilidad (dada su complejidad) requiere siempre de un intenso control consciente.

La búsqueda bibliográfica posibilita constatar la variedad y cantidad de accesiones para el término Habilidad. Capacidad y disposición para algo. || 2. Gracia y destreza en ejecutar algo que sirve de adorno a la persona, como bailar, montar a caballo, etc. || 3. Cada una de las cosas que una persona ejecuta con gracia y destreza. || 4. Enredo dispuesto con ingenio, disimulo y maña. || Valerse de toda su destreza y maña para negociar y conseguir algo.

Del análisis de los diferentes criterios sobre las habilidades, se puede inferir como elementos significativos:

- El conocimiento es la premisa esencial para la formación y desarrollo de las habilidades.
- Las habilidades resultan de la sistematización de las acciones que el individuo realiza sin alcanzar el grado de automatización.
- Su dominio permite una regulación consciente de la actividad.
- Están subordinadas a un objetivo consciente.
- La acción existe a través de las operaciones las que son procedimientos que se subordinan a las tareas.

Por otro lado, la formación y desarrollo de la habilidad requiere de dos etapas fundamentales:

I. Formación de la Habilidad.

Es la etapa que comprende la adquisición consciente de los modos de actuar, cuando bajo la dirección del profesor alumno recibe la orientación adecuada sobre la forma de proceder.

II. Desarrollo de la Habilidad

Cuando una vez adquirido los modos de acción, se inicia el proceso de ejercitación, es decir de uso de la habilidad recién formada en la cantidad necesaria y con una frecuencia adecuada.

La integración de los conocimientos, los hábitos y las habilidades, así como otros procesos de la personalidad de forma cualitativamente superior, contribuyen al desarrollo de las capacidades.

Al definir las **capacidades**, Rubinstein precisa que constituyen *“una formación compleja con un conjunto de propiedades psíquicas que hacen idóneo al hombre para cierta actividad profesional socialmente útil”*; mientras que Leontiev (1986), las entiende como *“propiedades del individuo cuyo conjunto condiciona el éxito en el cumplimiento de determinada actividad”*.

Ambos investigadores destacan el condicionamiento histórico de las capacidades y su formación en condiciones sociales de actividad, sin desconocer la influencia de las premisas naturales que influyen en su desarrollo, enfrentando las concepciones innatistas tradicionales que sostienen su origen hereditario.

Al mismo tiempo, conciben la capacidad como una **propiedad individual de la persona** - cuestión examinada por otros autores desde concepciones más funcionalistas, al hacer referencia a la *“metáfora de la posesión”*, y subrayan su carácter de **condición o potencialidad** para la ejecución exitosa de determinada actividad.

Así, queda claro que las capacidades son estructuras psicológicas superiores de origen sociohistórico, constituyen una construcción individualizada y representan potencialidades para el desempeño exitoso.

Para el desempeño exitoso y eficiente es necesario analizar las capacidades profesionales que debe manifestar en su quehacer productivo y que pueden ser consideradas como un conjunto articulado y coherente de resultados de aprendizaje que un proceso formativo debe garantizar para que una persona pueda demostrar, en el ámbito laboral, desempeños competentes.

Las capacidades profesionales constituyen el conjunto de saberes articulados que se ponen en juego, interrelacionadamente, en las actividades y situaciones de trabajo identificadas en un perfil profesional. Su característica fundamental es la posibilidad de ser transferible a contextos y problemas distintos de aquellos que se utilizan para su desarrollo.

Las capacidades se traducen en habilidades complejas, y se centran básicamente en el saber hacer racional, organizado, planificado, integrador y creativo que se pone en juego en situaciones concretas: al resolver problemas, elaborar proyectos, y ejecutar las actividades y las tareas propias del desempeño profesional.

El desarrollo de una Capacidad Supone:

- » Comprender una situación, explicarla, relacionarla con situaciones similares.
- » Operar eficientemente integrando distintos saberes.
- » Justificar el modo de operar.
- » Reflexionar sobre cómo se ha comprendido y actuado.
- » Considerar responsablemente aspectos éticos y consecuencias sociales.
- » Ajustar la acción en función de los resultados.
- » Percibir situaciones que se pueden resolver en forma semejante.

La experiencia indica que existen algunos requisitos a tener presentes para la formación y desarrollo de habilidades y capacidades:

- Complejidad de la ejecución: está dada por el grado de dificultad de los conocimientos o de las ejecuciones, así como del contexto de actuación. Hay que tener en cuenta estos elementos y se recomienda trabajar primero las ejecuciones más simples y después las más complejas.
- Periodicidad de la ejecución: dada por la distribución temporal de las acciones y las operaciones. Hay efectuarlas ni muy separadas ni muy cercanas.
- Frecuencia de la ejecución: dada por el número de veces que se realizan las acciones o las operaciones. Si son muy pocas, la habilidad o el hábito no se consolidan; si son muchas (excesivas) también el efecto es negativo.
- Flexibilidad de la ejecución: dada por el grado de variabilidad de los conocimientos y los contextos de actuación en que son aplicadas las habilidades y los hábitos.
- Retroalimentación del resultado: cuando se está sistematizando la habilidad o el hábito se requiere su perfeccionamiento continuo, por eso, cada intento requiere que el sujeto conozca el resultado, valore el error y repita el intento, procurando corregirlo correctamente. En la etapa de su formación requiere de la ayuda del maestro.
- Fomentar el papel de la motivación y la conciencia: la presencia de estos factores facilita mucho la adquisición de las ejecuciones, resultan elementos imprescindibles en su formación.

Sin embargo, la sistematización de los aportes de diferentes aproximaciones al problema de las capacidades, permite reflexionar en torno a ciertas cuestiones teóricas y metodológicas de relevante actualidad que la diferencia de las *competencias*.

Una primera problemática que emerge hoy se relaciona con el hecho de que algunos autores tienden a conceptualizar la competencia en términos de capacidad, mientras que otros reclaman su especificidad como categoría psicológica singular en el orden estructural-funcional. En este sentido, existen sensibles diferencias entre ambas: "*Poseer unas capacidades no significa ser competente*", por cuanto "*la*

competencia no reside en los recursos (capacidades), sino en la movilización misma de los recursos... no es poseer, es utilizar" (Tejada. 1999, p. 20)

Así, queda claro, que las capacidades son estructuras psicológicas superiores de origen sociohistórico, constituyen una construcción individualizada y representan potencialidades para el desempeño exitoso. Cuando hablamos de lo que significa ser competente, no hacemos referencia al individuo potencialmente capaz de realizar una actividad, sino a aquel que la realiza de hecho y lo hace con calidad, porque sabe actuar en determinadas situaciones y moviliza los recursos necesarios para lograrlo.

Por tanto, un elemento que apunta a la distinción entre las capacidades y las competencias consiste en ambos casos se expresa de forma diferente la dialéctica de lo potencial y lo real: si la *capacidad* es potencialidad que puede llegar o no a convertirse en realidad y actualizarse, la competencia es realidad actualizada y se manifiesta en un comportamiento concreto, en la acción.

El sujeto competente es aquel que ha desarrollado determinadas capacidades - así como otros contenidos, procesos y propiedades psíquicas - y los pone al servicio de un desempeño eficiente, movilizando todos sus recursos para ello. Esta es una condición esencial para establecer la distinción entre ambas categorías: las capacidades no implican necesariamente una actuación eficiente en el desempeño de una actividad, mientras que las competencias sí.

Desde esta óptica, las capacidades funcionan más dentro del campo de las potencialidades que del desempeño real; hacen al sujeto apto para realizar la actividad con niveles de calidad, pero en ocasiones, aun disponiendo de determinadas capacidades, la persona no es eficiente, en lo que pueden intervenir factores motivacionales, personalógicos, entre otros, que constituyen barreras para la actuación, además del carácter acabado de las operaciones asimiladas al que hacía referencia Rubinstein (1986). Así, en ocasiones reconocemos acerca de alguien: es capaz, tiene condiciones para la actividad, puede hacerlo muy bien, pero no lo hace.

Contrariamente, las competencias están asociadas a una actuación eficiente en el desempeño de la actividad. El hecho de que una persona movilice todos sus recursos (dentro de ellos, sus capacidades) para dar respuestas eficaces y eficientes dentro de un perfil profesional, en la ejecución de un rol, en un empleo, lo hace ser reconocido públicamente como alguien eficiente.

El término competencia tiene por tanto un sentido muy *dinámico*: más que una propiedad del sujeto que se posee o no y que le garantiza el poder tener éxito en la actividad, se refiere a la activación de una serie de mecanismos, procesos y recursos personalógicos que regulan la actuación de la persona en situaciones

concretas y desencadena una actuación eficiente en ella; más que la posesión de una facultad, es el despliegue de recursos en un contexto lo que evidencia el ser competente, apuntando a una comprensión más funcional de la actividad cognitiva.

Muy vinculado a ello está el hecho de que las competencias regulan el desempeño real del sujeto en un rol, empleo o profesión concreta. Por esta razón siempre se refieren a un contexto específico de actuación donde se ponen en juego y se manifiestan. Tal es así, que son definidas atendiendo a las exigencias de un modelo de desempeño socialmente construido, al estar más vinculadas a la exigencia social que cada contexto histórico determina para dicho rol, profesión o empleo.

Las capacidades, en tanto, se forman igual que las competencias en el proceso de apropiación de la cultura y son un resultado de ella (de ahí su innegable connotación social), pero no se definen a partir de la exigencia de cumplir con un modelo socialmente conformado, como puede ser un perfil profesional, un rol o empleo, aunque están vinculadas con determinadas actividades. En este sentido, son menos contextualizadas; se concretan en la actividad, pero no se establecen en correspondencia con un tipo de actuación que las demandas sociales han conformado como modelo (de profesión, de rol, de empleo, etc.).

Para un mejor entendimiento de la problemática, es oportuno y necesario realizar un análisis comparativo entre las capacidades y las competencias (Tabla 2).

Tabla 2. Semejanzas y diferencias entre las capacidades y las competencias.

Capacidades	Competencias
Categorías Psicológicas	Categorías Psicológicas
Se forman en el proceso de apropiación de la cultura y son un resultado de ella	Se forman en el proceso de apropiación de la cultura y son un resultado de ella
Cualidad propia del individuo	Cualidad propia del individuo, que la moviliza y utiliza
Se refiere al individuo potencialmente capaz de realizar una actividad	Se refiere al individuo que la realiza de hecho y lo hace con calidad
Potencialidad que puede o no llegar a convertirse en realidad y actualizarse	Realidad actualizada
No implican una actuación eficiente	Implican un desempeño eficiente
No se establecen en correspondencia con un tipo de actuación que las demandas sociales han conformado como modelo (de profesión, de rol, de empleo)	Se establecen a partir de las exigencias de un perfil profesional, rol o empleo

Sobre la base de las ideas analizadas hasta aquí, se esclarecen características que a nuestro entender son esenciales para la comprensión de las competencias, es decir: su origen sociohistórico, el hecho de constituir una construcción individualizada con una estructura compleja y función autorreguladora, su carácter contextualizado atendiendo a un modelo concreto de actuación y su forma de expresión como desempeño actualizado y eficiente.

CONCLUSIONES

La actividad es la forma más compleja de actuación del hombre, es una forma de interacción entre el hombre y su medio, en ella se ejecutan un conjunto de acciones y operaciones que tienen existencia independiente.

En un nivel superior de desarrollo, estas acciones y operaciones pueden llegar a sistematizarse y convertirse en hábitos y habilidades elevando notablemente su eficiencia.

Las habilidades, hábitos y capacidades constituyen un mayor dominio de las actividades, acciones y operaciones respectivamente y la diferencia cualitativa está dada por su carácter de sistemas.

Es pertinente utilizar el término *competencia* para referir un comportamiento del sujeto ante la solución de problemas de su actuación profesional y personal, diferente a lo nominado con el uso de otras categorías, como las capacidades.

La relación entre las categorías capacidades y competencias es indiscutible, pero la formación por competencias ofrece la posibilidad de integrar y articular diferentes componentes cognitivos (conocimientos y habilidades), motivacionales y actitudinales que intervienen en el desempeño real y eficiente del individuo en una esfera específica de la actividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreras, F., & Castillo, C. (1997). Modelo pedagógico para la formación y desarrollo de habilidades, hábitos y capacidades. La Habana: IPLAC.
- Leontiev, A. N. (1986). Sobre la formación de las capacidades. En, I. I. Iliasov y V. Ya. Liaudis, Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. p. 45.
- Rubinstein, S. L. (1986). El problema de las capacidades y las cuestiones relativas a la teoría psicológica. En, I. I. Iliasov y V. Ya. Liaudis, Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Tejada Fernández, J. (1999). Acerca de las competencias profesionales. Herramientas. Barcelona: Universidad de Barcelona.

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

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 puntos e 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 las 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