

Agroecosistemas

Revista para la transformación agraria sostenible

VOLUMEN 6 NÚMERO 1 (Enero - abril) 2018



“Sistemas productivos sostenibles”

Agroecosistemas

Revista para la transformación agraria sostenible

ISSN: 2415-2862

CONSEJO EDITORIAL

Director

Dr. C. Alejandro Rafael Socorro Castro

Editor (a)

MSc. Ada Úrsula Cárdenas Martínez

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 Cristobal Arzola Pina
Ing. Idia Concepción Gutiérrez

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 Palancao
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. Clara Esther Gómez Gonzalvo

Diseñadora

DI. Yunisley Bruno Díaz
MSc. Liéter Elena Lamí Rodríguez del Rey

Soporte Informático

Ing. Eduardo Portal Geroy
Tec. Jesús Gioser Medina Varens

CONTENIDOS

Editorial	5
01. Indicadores de sostenibilidad agraria en la granja genética el abra de la Empresa Pecuaria El Tablón Eugenio Rojas Chaviano, Lázaro J. Ojeda Quintana, Tania Tartabull Puñales, Johanne Jesús Portero Hurtado	6
02. Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control MSc. Irán Rodríguez Delgado, Dr. C. Hipólito Israel Pérez Iglesias, Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista	16
03. Caracterización de la miel de meliponas en ecosistemas periurbanos y agrícolas del Consejo Popular Horquita Ing. Nelvis Fernández García, Dr. C. José Miguel Navarro Varela, Dr. C. José Andrés Martínez Machado, Ing. Ana Álvarez Sánchez	28
04. Efecto de riegos presurizados sobre propiedades físicas de un suelo bananero asociado con Kudzu (Pueraria Phaseoloides Benth) Ing. Pablo Ernesto Villa Guerrero, Dr. C. Julio Enrique Chabla Carrillo, MSc. Diego Ricardo Villaseñor Ortiz	34
05. El cultivo de la Uchuva (Physalis Peruviana I) Lucy Marley Ruiz Gaitan, Dr. C. Leónides Castellanos González, Ing. Cristian Jair Villamizar	46
06. Mejoras tecnológica para las producciones más limpias de tomate (Solanum Lycopersicum L.) en tecnología de cultivo protegido Yoandris Socarrás, Elein Terry Alfonso, Ángel Lázaro Sánchez Iznaga, Mailiú Díaz Peña	54
07. Modelo estratégico para la cooperativa de producción agropecuaria 13 de marzo, de Trinidad, Cuba MSc. Delvis Valdés Zayas, MSc. Clara Isabel Suárez Rodríguez	62
08. Composición, estructura y distribución de la vegetación arvense existente en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba Ing. José Orlando del Toro Rivera, MSc. Belyani Vargas Batis, MSc. Miriela Rizo Mustelier, Ing. Larisbel Candó González	68
09. Environmental education as the basis for the well-being of society and the state Ph. D. Anna V. Gubareva, Ph. D. Kseniya E. Kovalenko, MSc. Natalia E. Kovalenko	82
10. Alternativa de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de moringa en zona semi árida de Angola MSc. Juan Lobaina Borges, Ing. Antonio Dos Santos, MSc. Jesús Ramón Fernández Leyva	87
11. Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador Dr. C. Hipólito Israel Pérez Iglesias, MSc. Irán Rodríguez Delgado, Dr. C. Alejandro Rafael Socorro Castro	95
12. Evaluación de la producción de leche en bovinos alimentados con cáscara de banano maduro Dr. Andrea Castro Guevara, MSc. Irán Rodríguez, Dr. C. Iván Ramírez-Morales	108
13. Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (Theobroma CacaoL) usando cinco métodos de fermentación MSc. José Nicasio Quevedo Guerrero, Ing. Julio Andrés Romero López, Ivanna Gabriela Tuz Guncay	115
12814. Efecto del uso predominante de fungicidas sistémicos para el control de sigatoka negra (Mycosphaerella Fijiensis Morelet) en el área foliar del banano MSc. José Quevedo Guerrero, Ing. Carlos Julio César Infante Noblecilla, Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista	137
15. Limitación de la conservación de variedades nativas por variedades mejoradas: estudio de caso de la papa en los andes centrales del Ecuador MSc. María Cecilia Dávila, MSc. David Suárez-Duque, MSc. Hipatia Delgado	147
16. Almacenamiento del carbono en varios suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro-Ecuador Dr. C. Salomón Barrezueta-Unda, Ing. Eduardo Luna-Romero, Jenner Barrera-León	155
17. Uso de cachaza y roca fosfórica en el cultivo de Glycine (Neonotonia Wightii, Wight & Ann) Yanoris Bernal Carrazana, Consuelo E. Hernández, Eugenio Rojas Chaviano, Lázaro J. Ojeda Quintana	162
18. Diagnóstico pasivo de nefritis intersticial en cerdos de mataderos Dra. C. Bárbara Yaislyn Ortiz Hurtado, Dr. C. Leonel Lazo Pérez, MSc. Eligia Cuéllar Valero, MSc. Minerva Almoguesa	168
19. La densidad y humedad crítica como indicadores de la compactación de suelos cultivados con banano Ing. Miguel Bustamante León, Dr. C. Julio Chabla-Carrillo, Dr. C. Salomón Barrezueta-Unda	174
Normas	

EDITORIAL

Dr. C. Jorge Luis León González¹

Email: jleon@ucf.edu.cu

¹Universidad de Cienfuegos. Cuba.

En los momentos actuales constituye una meta para los países a desarrollar sistemas productivos sostenibles que reduzcan la degradación de la tierra y eleven la producción. Basados en actividades agrícolas que protejan los suelos, el agua y la biodiversidad para la obtención de alimentos y materias primas.

En este volumen 6, número 1 de la revista se presentan contribuciones relacionadas con muestras de sistemas productivos sostenibles en algunos países; donde se destaca la propuesta de indicadores de sostenibilidad agraria en la granja genética El Abra de la Empresa Pecuaria El Tablón; las principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control; la miel de Meliponas en ecosistemas periurbanos y agrícolas del Consejo Popular Horquita; los sustratos orgánicos para la producción de plántulas de moringa en zona semi árida de Angola; los principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador; la elaboración de carbón vegetal a partir del raquis de musa SP; la producción de leche en bovinos alimentados con cáscara de banano maduro; entre otros.

Se cuenta por primera vez con una contribución en inglés de Rusia. Esperamos que puedan servirle de utilidad estas experiencias.



01

01

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AGRARIA EN LA GRANJA GENÉTICA EL ABRA DE LA EMPRESA PECUARIA EL TABLÓN

INDICATORS OF AGRARIAN SUSTAINABILITY IN THE GENETIC FARM EL ABRA OF THE CATTLE COMPANY EL TABLON

Eugenio Rojas Chaviano¹

Lázaro J. Ojeda Quintana²

Tania Tartabull Puñales¹

E-mail: ttartabull@ucf.edu.cu

Johanne Jesús Portero Hurtado²

¹ Instituto Politécnico Agropecuario "Félix Varela Morales" Cienfuegos. Cuba.

² Centro Universitario Municipal Cumanayagua. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Rojas Chaviano, E, Ojeda Quintana, L., Tartabull Puñales, T., & Portero Hurtado, J. J. (2018). Indicadores de sostenibilidad agraria en la granja genética El Abra de la Empresa Pecuaria El Tablón. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 6-15. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la sostenibilidad agraria en la Granja Genética El Abra para obtener resultados productivos de eficiencia en la misma. Esta investigación se centró en el sistema agrario característico de la Granja Genética El Abra de la Empresa Pecuaria El Tablón, en áreas seleccionadas de la referida granja donde se contabiliza un territorio cuyo carácter agrario y rural queda patente por la importancia de la superficie agraria útil (SAU), las cuales se reparten entre las explotaciones agrarias existentes en la zona. La elección de esta área como caso de estudio se justifica en primer lugar por criterios de interés práctico, al tratarse de un caso representativo de granja genética. La adecuación de este caso viene dada, además, por sus propias características técnicas, sociales y económicas y la disponibilidad para el acceso a la información. Al aplicar dicha evaluación los resultados obtenidos exponen que en los indicadores económico-financieros, técnicos y sociales la granja es altamente insostenible. La inestabilidad de la herramienta propuesta, permite no solo la aplicación a otros sistemas productivos dentro o fuera de la empresa, sino que al incluir otras variables importantes o eliminar aquellas de muy poca importancia, es posible ajustarla.

Palabras clave: Resultados productivos, sistema agrario, superficie agraria útil, explotaciones agrarias, sistemas productivos.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to evaluate the agrarian sustainability in the Genetic Farm El Abra to obtain efficient productive results in the same one. This investigation was centered in the agrarian system characteristic of the Genetic Farm El Abra of the Cattle Company El Tablon, in selected areas of the referred farm where a territory is counted whose agrarian and rural character is patent for the importance of the useful agrarian surface (UAS), which are distributed among the existent agrarian exploitations in the area. The election of this area as a case of study is justified in the first place for approaches of practical interest, when being a representative case of genetic farm. The adaptation of this case comes given, also, for its own technical, social and economic characteristics and the readiness for the access to the information. When applying this evaluation they obtained results expose that in the economic-financial, technicians and social indicators the farm is highly untenable. The instability of the proposed tool, not allows only the application of other productive systems inside or outside of the company, but rather when including other important variables or eliminating those of very little importance, it is possible to adjust it.

Keywords: Productive results, agrarian system, useful agrarian surface, agrarian exploitations, productive systems.

INTRODUCCIÓN

Al conceptuar la sostenibilidad agraria, el aspecto más relevante a determinar es la escala espacial del análisis. En esta línea se han realizado investigaciones para integrar las diferentes interpretaciones y escalas de la agricultura (Lowrance, 2010; Pirazzoli & Castellini 2010; Sands & Podmore, 2010; Rigby, Woodhouse, Young & Burton, 2010; Van Calker, Berentsen, Romero, Giesen & Huirne, 2010; Stockle, Papendick, Saxton, Campbell & Van Evert, 2011; Andreoli & Tellarini, 2011; Hajkowicz, 2011; Qiu, Zhu, Wang & Cheng, 2012), que consideran este sector como una jerarquía de sistemas productivos, cuya unidad básica es la unidad de producción, que se agregan en explotaciones agrarias (unidad de gestión). En nuestra investigación se propone utilizar la explotación agraria como unidad básica para el análisis, teniendo en cuenta que es la unidad de gestión, sobre la cual pueden incidir directamente las políticas públicas agrarias orientadas (Van Der Werf & Petit, 2011). En cualquier caso, el estudio de la sostenibilidad de las explotaciones agrarias debe enmarcarse dentro de una escala mayor, como es el sistema agrario (Lowrance, 2010).

Según exponen los autores arriba referenciados, la cuantificación de la sostenibilidad agraria, sin embargo, sigue planteando hoy en día ciertos problemas. La mayor de estas dificultades la constituye la dificultad de interpretar conjuntamente los múltiples indicadores que requiere este tipo de análisis, circunstancia que obstaculiza su utilización como herramienta práctica de apoyo a la toma de decisiones a nivel de empresa o granja.

Esta investigación se centra en el sistema agrario de la Granja Genética “*El Abra*” de la Empresa Pecuaria “*El Tablón*”, justificado en primer lugar por tratarse de un caso representativo de zona de agricultura intensiva con un carácter marcadamente multifuncional. La adecuación de este caso viene dada, además, por sus propias características técnicas (su homogeneidad ambiental, política, social y económica) y la disponibilidad para el acceso a la información (posibilidad de realizar entrevistas y encuestas a una muestra de productores lo suficientemente amplia para realizar los análisis pertinentes). De ahí que el presente trabajo se plantee como objetivo la evaluación de la sostenibilidad agraria en la Granja Genética “*El Abra*” para obtener resultados productivos de eficiencia en la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Granja Genética “*El Abra*” de la Empresa Pecuaria El Tablón del municipio Cumanayagua, en el período comprendido

entre enero y diciembre del 2014. Para medir los indicadores se tuvo en cuenta el resultado de los objetivos del año en curso, tomando lo real, a partir de lo planificado en indicadores económicos, técnicos y sociales, así como la referencia de indicadores de eficiencia en cada variable analizada. Se realizaron entrevistas y encuestas a directivos, técnicos y productores, además de revisión de documentos y la base de datos económica-productiva. Para la interpretación de los resultados obtenidos se empleó la media aritmética, el cálculo porcentual, el intervalo estadístico procesados con la ayuda del paquete estadístico SPSS versión 15.

Los indicadores que se propone para la evaluación de la sostenibilidad agraria, parten de la adecuación de las existentes en la teoría estudiada, teniendo en cuenta las condiciones nacionales y los indicadores que se trazan para medir la eficiencia en la granja pecuaria cubana. El conjunto de indicadores definido tiene puntos de coincidencia con trabajos similares realizados en Cuba y otras partes del mundo. (Socorro Castro, 2001; Lefroy, D.B., Bechstedt & Rais, 2012; Noguera, Asociación de Desarrollo Rural Coop. V., 2012; Murgueitio, 2012; Vanslembrouck, Van Huylenbroeck & Verbeke, 2012).

Los indicadores de sostenibilidad evaluados fueron:

1. Económico – financieros:

- Costos de producción de la ganadería (CPG) en miles de pesos cubanos (MP)
- Producción bruta de la ganadería (PBG), en toneladas (t)
- Ingresos monetarios de la ganadería (IMG), MP
- Margen neto de la ganadería (MNG), MP
- Excedente neto de la ganadería (ENG), MP
- Peso económico de la ganadería (PEG), Pesos (P)
- Peso monetario de la ganadería (PMG), P
- Eficiencia económica de la ganadería (EEG), P
- Eficiencia monetaria o rentabilidad de la ganadería (EMG), P
- Costo por litro de leche (cu), P
- Relación beneficio / costo (B/C), P
- Margen Bruto (MB), MP

2. Técnicos:

- Número de novillas de reemplazos (NNR), cabezas
- Edad al primer servicio (EPS), días
- Edad al primer parto (EPP), meses
- Servicio por gestación (SG), número de servicios

- Tasa de natalidad % (TN), %
- Intervalo entre partos (IEP), días
- Duración de lactancia (DL), días
- Número partos al año (NPA), número de partos
- Vacas vacías por más de 120 días (VV*+120 d), días
- Edad de incorporación (EI), meses
- Índice de supervivencia (IS), %
- Índice de aborto (IA), %
- Índice de pérdida de terneras (IPT), %
- Vacas en ordeño (VO), %
- Porcentaje de gestación (G), %
- Índice de conversión de novillas (ICN), %
- Variación neta del rebaño (VNR), %
- Litros de leche-vaca / día (LLV/D), L
- Intervalo entre Partos (IP), días
- Días Abiertos (DA), días.
- Certificado vaquería libre de Tuberculosis y Brucelosis (CVLTB), número de certificados.
- Relación Leche / Concentrado (RL/C), Kg alimento*L de leche producido.

3. Sociales:

- Mantenimiento de trabajadores (MT), número de trabajadores
- Vacaciones y días festivos (V y DF), días
- Jornada laboral (JL), horas
- Participación en las decisiones (PED), buena, regular, mala (B, R, M)
- Integración de género (IG), (B, R, M)
- Conservación de la cultura y tecnologías tradicionales (CCTT) (B, R, M)
- Calidad de Vida (CV), (B, R, M)
- Grado de Satisfacción del Recurso Humano (GSRH), (B, R, M)

Para realizar la evaluación se diseñó un instrumento a partir de la Escala de Likert, facilitando de este modo un mayor nivel de precisión, donde 1 significa el mayor grado de desacuerdo y 5 la mayor correspondencia entre los aspectos a evaluar; conociéndose que el instrumento fue aplicado a los siete especialistas seleccionados.

Se calculó la media después de aplicar transformaciones simples de datos, a partir de la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Para ubicar la media en un rango entendible se asume por parte del autor los niveles válidos:

- Adecuado (3)
- Muy adecuado (4)
- Totalmente adecuado (5)

Conformando el criterio aceptado de media

La sostenibilidad en la granja se propuso por (**X > 2**) fue evaluada por una calificación desde la sostenibilidad hasta la insostenibilidad, con una escala propuesta por el autor que se enmarca desde 1 hasta 5 (tabla 4):

[1 ; 2), [2 ; 3), [3 ; 4) 0 ≥ 1 < x 2, ≥ 2 < x 3, ≥ 4 < x 5

$I = (a, b), \forall x \in I: a < x < b$ En la misma cada número de la escala está delimitada por el límite inferior del número y el límite superior de ese número, según la fórmula:

Donde el intervalo abierto <a, b> es igual a su interior, su frontera es el conjunto {a, b} y su clausura es el intervalo cerrado [a, b]

Para medir la sostenibilidad de estos indicadores se utilizó el criterio de especialistas, los cuales contaban con 10 años promedio de experiencia, 2 Licenciados en Economía, 3 Ingenieros Pecuarios y 2 Médicos Veterinarios. Los mismos evaluaron cada una de las variables de los indicadores concebidos:

- Indicador de Sostenibilidad Económica (ISE).
- Indicador de Sostenibilidad Técnica (IST):
- Indicador de Sostenibilidad Social (ISS):

Al tener en cuenta la conglomeración de medias emitidas por el criterio de especialistas se busca el rango medio de estas en cada indicador:

1. Calculo del rango medio en el indicador económico-financiero

$$\text{RangoMedio}(X) = \frac{\min(X) + \max(X)}{2}$$

$$x = 2, 0 + 3, 7 : 2 = 2, 9$$

Al calcular el rango medio para evaluar el criterio de sostenibilidad en lo económico-financiero este según se expresa en la fórmula es de 2,9, que significa la media del menor y mayor valor, o la mitad

del camino entre el dato de menor valor y el dato de mayor valor del criterio de los especialistas.

2. Cálculo del rango medio en el indicador técnico

$$\text{RangoMedio}(X) = \frac{\min(X) + \max(X)}{2}$$

$$x = 1,0 + 3,0 : 2 = 2,0$$

Al calcular el rango medio para evaluar el criterio de sostenibilidad técnica se obtiene 2,0, valor medio entre el dato menor y el dato mayor del criterio de los especialistas.

3. Cálculo del rango medio en el indicador social

$$\text{RangoMedio}(X) = \frac{\min(X) + \max(X)}{2}$$

$$x = 1,0 + 3,0 : 2 = 2,0$$

Al calcular el rango medio para evaluar el criterio de sostenibilidad social este resulta 2,0, valor medio entre el dato menor y el dato mayor, según el criterio de los especialistas.

Una vez realizado el cálculo de los rangos de media se ubica los valores en la escala correspondiente a la evaluación de la sostenibilidad

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El criterio de eficiencia para las variables del indicador económico-financiero corresponde con las razones financieras que proponen Wiehle, Diegelmann & Deter (2015). En el caso de la granja se evidencia ineficiencia en la producción bruta de la ganadería que se afecta en 28 t por falta de planificación y otros factores. Murillo (2012); Noguera, Asociación de Desarrollo Rural Coop. V. (2012); y Murgueitio (2012), incluyen en esta valoración económica las producciones totales, comprendidos los productos a utilizar en la propia granja, los que resulten almacenados o los que estén en proceso de producción (por ejemplo los incrementos del rebaño), expresado por hembra adulta.

En el caso de utilizar productos de la propia granja (estiércol, animales para autoconsumo, incrementos de rebaño, etc.) se valoraron a precio de mercado. Si se tiene en cuenta que los ingresos monetarios contienen el valor de las ventas, incluidos los productos a utilizar en la granja, expresado por hembra adulta, este dato no cumple con los parámetros establecidos por el Sistema de Contabilidad Cubano, 2015, lo que implica dejar de ingresar 143,4MP,

afectándose el peso económico y peso monetario y el excedente neto.

Otras variables económico-financieras para evaluar la sostenibilidad en este indicador pudieran medir la liquidez para determinar la capacidad de la granja para afrontar sus obligaciones o la prueba ácida para calcular la capacidad que tiene los activos circulantes más líquidos por pasivo circulante, aspecto que proponen Fernández Companioni (2013); y León Domínguez (2014), y que en esta investigación no se consideraron necesarios incluir, por resultar índices financieros a nivel de empresa.

Tabla 1. Resultados del Indicador económico-financiero.

Variables	Plan	Real	Criterio de eficiencia	
			Sí	No
Costos de producción de la ganadería MP	630,5	484,3	x	
Producción bruta de la ganadería t	122,8	94,8		x
Ingresos monetarios de la ganadería MP	761,4	618,0		x
Margen neto de la ganadería MP	130,9	133,7	x	
Excedente neto de la ganadería MP	130,9	133,7		x
Peso económico de la ganadería P	0,02	0,02		x
Peso monetario de la ganadería P	0,17	0,14		x
Eficiencia económica de la ganadería P	6,20	6,52	x	
Eficiencia monetaria o rentabilidad de la ganadería P	1,21	1,27	x	
Costo por Litro de leche	1,60	1,51	x	
Relación Beneficio / Costo Leche P	1,69	1,64	x	
Relación Beneficio / Costo Ganadería P	5,86	4,13	x	
Margen Bruto Leche MP	1458,2	1479,6	x	
Margen Bruto Ganadería MP	2920,8	3800,0	x	

En la conformación del criterio de eficiencia para las variables del indicador técnico se tuvo en cuenta los criterios de González (2011); y Urdaneta, Materán, Peña & Casanova (2013), quienes incluyen en la sostenibilidad técnica de los sistemas de ganadería, la eficiencia de variables que van desde la obtención de parámetros simples como el intervalo entre partos hasta índices más complejos desde el punto de vista de su estructura, las cuales al incluir un mayor número de parámetros o medidas, buscan entregar

un fiel reflejo de la fertilidad real y comparable entre los distintos sistemas productivos y tipos de animales. En el caso de la sostenibilidad técnica en la granja se adoptan como ineficientes las variables: edad al primer parto, servicio por gestación, tasa de natalidad, intervalo entre partos, número partos al año, vacas vacías por más de 120 días, edad de incorporación, índice de conversión de novillas, variación neta del rebaño, litros de leche-vaca/día y los días abiertos o vacíos, elementos que coinciden con criterios de investigadores como: Casas Tewolde (2013). En las condiciones de las granjas pecuarias cubanas, los índices de eficiencia responden a las características propias de este indicador en variables como: edad al primer parto de 28 a 32 meses, número de novillas de reemplazos que debe oscilar entre 20 y un 25 %, la incorporación al primer servicio que debe ser antes de los 60 días, la edad al primer parto con un valor óptimo de 28 a 32 meses, el intervalo entre partos donde lo ideal es 365 días o menos, el % de vacas en ordeño en rebaños con natalidad y duración de la lactancia normales (>80% de natalidad y >270días de lactancia) es de 60 – 70% de vacas en ordeño, el índice de conversión de novillas con un valor óptimo del 100% o mayor, lo que indica que todas las novillas paran dentro del año con 30 meses o menos. En la relación leche/concentrado se considera que no es suficiente el consumo de concentrado antes del quinto litro de leche producido. Si por situaciones específicas se suministra concentrado antes del quinto litro esta práctica no es económica, tal y como sucede en la granja ya que se suministra 400Kg por más de 2 litros de leche producida

Tabla 2. Resultados del indicador técnico.

Variables	Plan	Real	Criterio de eficiencia	
			Sí	No
Número de novillas de reemplazos Cabezas	23, 7	24, 7	X	
Incorporación al primer servicio D	90	29	X	
Edad al primer parto M	36	42		X
Servicio por gestación Número de servicios	1,5	1,9		X
Tasa de natalidad %	90	80		X
Intervalo entre partos D	365	456		X
Duración de lactancia D	240	273	X	
Número partos al año NP	7,0	3,3		X
Vacas vacías por más de 120 días D	5,1	12,3		X

Edad de incorporación M	23	28		X
Índice de supervivencia %	82,0	80,0	X	
Índice de aborto %	8,5	8,0	X	
Índice de pérdida de terneras %	60	60	X	
Vacas en ordeño %	60	60	X	
Porcentaje de gestación %	40	41	X	
Índice de conversión de novillas %	70	33		X
Variación neta del rebaño %	3	1.8		X
Litros de leche-vaca/día D	7	5,9		X
Días Abiertos D	90	157		X
Certificado libre de Tuberculosis y Brucelosis (Número de certificados)	1	1	X	
Relación Leche/Concentrado (Kg*L de leche producido)	400Kg alimento*+ de 5 L de leche producida	400 Kg de alimento*+ de 2 L de leche producida		X

Con respecto a los criterios de eficiencia en las variables del indicador social hay que tener en cuenta que los sistemas de producción de ganadería, se caracterizan a nivel social por la participación y papel del obrero. Según Murillo & Masera (2012), se destacan como variables importantes: el nivel educativo de los productores, la estabilidad de la mano de obra y el acceso a servicios sociales por parte de esta, (reflejado en su calidad de vida), la capacitación del recurso humano (reflejada en los objetivos de minimizar el contacto con agroquímicos y maximizar la seguridad laboral). Para determinar la protección de los trabajadores durante las labores de aplicación de herbicidas y baños contra ectoparásitos, al igual que la capacitación recibida por estos para la manipulación de dichos productos, se han propuesto indicadores como el uso de equipo de protección y tipo de capacitación recibida para la correcta manipulación de productos químicos.

En cuanto a los beneficios reales percibidos por los trabajadores de la ganadería, Murillo & Masera (2012), proponen indicadores relacionados con salario mano de obra permanente/salario mínimo nacional para actividades de tipo agropecuario (expresado en \$/mes), escolaridad de la mano de obra permanente de campo, acceso a servicios sociales, estabilidad laboral. Se asumen estas variables pero

adaptadas a las condiciones de la granja pecuaria cubana, no obstante observarse criterios de ineficiencia en la calidad de vida que presentan los productores en las vaquerías que asumen como centro de trabajo y lugar de vivienda, los que no se consideran apropiadas, afectándose el mantenimiento de los trabajadores en varios meses del año, así como el grado de satisfacción del capital humano, que aunque respaldado por las leyes de seguridad y salud en el trabajo carecen de equipos de protección personal para la manipulación de animales y aplicación de agroquímicos.

Tabla 3. Resultados del indicador social.

Variables	Plan	Real	Criterio de eficiencia	
			Sí	No
Mantenimiento de trabajadores	237	237	X	
Vacaciones y días festivos	24/6	24/6	X	
Jornada laboral	8 a 10	8 a 10	X	
Participación en las decisiones	B	B	X	
Integración de género	B	B	X	
Conservación de la cultura y tecnologías tradicionales	B	B	X	
Calidad de Vida	B	R		X
Grado de Satisfacción del Recurso Humano	B	R		X

Una vez analizado el criterio de los especialistas en cada una de las variables por indicador, se procede a conglomerar la media por variables en función de determinar las variables más afectadas y el criterio de su afectación.

Indicador económico-financiero

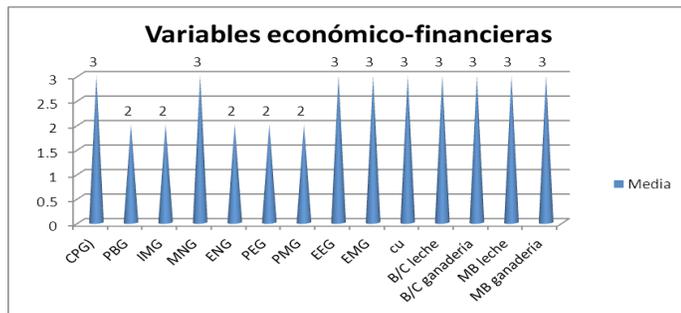


Figura 1. Criterio de media en las variables económico-financieras.

Las variables económico-financieras más afectadas influyen directamente en los elementos declarados en la teoría sobre la sostenibilidad agraria en la granja, los mismos están relacionados con la producción bruta de la ganadería que decayó en 28 t, esto representa el 22,8% de unidades físicas en toneladas dejadas de producir.

Se afecta además los ingresos monetarios de la ganadería ya que el valor de las ventas, incluidos los productos a utilizar en la propia granja (valorados a precio de mercado), expresado por hembra adulta dejaron de ingresar 143 mil pesos. El margen neto de la ganadería, solo creció en un 20,1%, de ahí que el excedente neto de la ganadería no sobrepase este % y el peso monetario de la ganadería disminuyó en un 82,4%.

Indicador técnico:

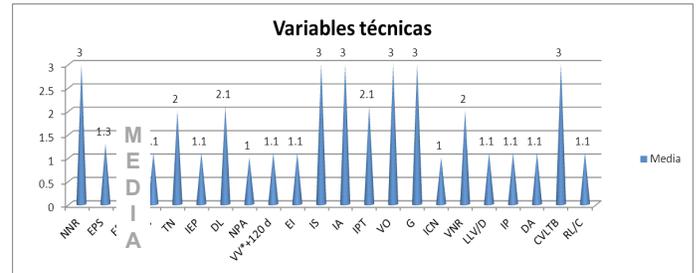


Figura 2. Comportamiento de las variables técnicas.

Entre las variables técnicas más afectadas y que influyen de forma directa en la sostenibilidad agraria de la granja está la incorporación al primer servicio, pues del valor óptimo de eficiencia reproductiva del rebaño antes de los 60 días, se planifica 30 días por encima y se logra a los 29 días por incorporar después de inseminada la novilla en la mayoría de los casos.

La edad al primer parto, con un valor óptimo de 28 a 32 meses, se refleja un real de 42 meses, 10 meses por encima del indicador de eficiencia, esto ocurre porque no existe un buen trabajo con la novilla en el balance alimentario, en detectar el celo en el momento preciso, darle los dos servicios correspondientes, carecen de un balance mineral, en la mayoría de los casos no tienen corraleta para tenerlas apartadas después de los servicios con la alimentación adecuada y el agua necesaria.

El servicio por gestación se mantiene en 40%, mientras que el % de tasa de natalidad se comporta en 80% (10% por debajo de lo planificado). El intervalo entre partos, con un valor ideal de 365 días o menos, se comporta en 91 días por encima de lo planificado, esto es causado por la mala alimentación al ganado, empleo del medicamento no adecuado en ocasiones para combatir la infección de las vacas, el balance mineral no es el mejor, no se cumple con los dos servicios en todos los casos, no se cumple con el celaje al ganado.

El número partos al año, medido como la productividad de las hembras en la granja se encuentra a 3.7 por debajo de lo planificado, mientras que las vacas vacías por más de 120 días, se mantiene un 12,3% de vacas paridas con más de 120 días y no se han inseminado por no presentar celos u otras

causas, número muy superior a lo planificado que es de 5.1%.

La edad de incorporación se afecta en 5 meses, porque no existe un buen trabajo con el ganado en sus categorías anteriores en cuanto a su alimentación, cumplimiento de la rotación por los cuarterones, el peso al nacer es bajo en los momentos actuales. El índice de conversión de novillas, establecido como la cantidad de novillas del rebaño que logran pasar a vacas, indica que solo el 33% de todas las novillas paren dentro del año con 30 meses o menos. La variación neta del rebaño, definida en la comparación de los nacimientos con las muertes y sacrificios se mantiene en 1.8% de un plan de 3%, lo que indica que el 1.2% del rebaño varía al año.

El promedio de cantidad de leche producida por vaca en un día, decrece en 1.1 L, lo que significa dejar de producir 647.9 L.

Los días abiertos, período comprendido entre el parto y el primer estro postparto, con un valor excelente menos de 110 días, se encuentra en 157 días debido a la infección de las vacas, el uso de medicamento menos efectivo para la infección que presenta el ganado, no se toman muestras para llevar al laboratorio y determinar el medicamento adecuado, no se aplican los dos servicios, no se hace el trabajo de celaje correspondiente, en la mayoría de los casos no existe la corraleta para las vacas después de inseminada con el agua y la comida necesaria.

En la relación leche/concentrado, se obtiene que después de 2 litros de leche se le suministra por cada litro 400 g de alimento a las hembras de acuerdo al nivel de producción de leche. Según los indicadores de eficiencia se está produciendo una pérdida económica de 906.8 Kg de alimento.

Entre las variables técnicas más afectadas que influyen de forma directa en la sostenibilidad agraria de la granja está la incorporación al primer servicio, pues del valor óptimo de eficiencia reproductiva del rebaño antes de los 60 días, se planifica 30 días por encima y se logra a los 29 días por incorporar después de inseminada la novilla en la mayoría de los casos.

La edad al primer parto, con un valor óptimo de 28 a 32 meses, refleja un real de 42 meses, 10 meses por encima del indicador de eficiencia, esto ocurre porque no existe un buen trabajo con la novilla en el balance alimentario, en detectar el celo en el momento preciso, darle los dos servicios correspondientes, carecen de un balance mineral, en la mayoría de los casos no tienen corraleta para tenerlas apartadas después de los servicios con la alimentación adecuada y el agua necesaria.

El servicio por gestación se mantiene en 40%, la tasa de natalidad se comporta en 80% (10% por debajo

de lo planificado), debido a muerte y sacrificios. El intervalo entre partos, con un valor ideal de 365 días o menos, se comporta en 91 días por encima de lo planificado, esto es causado por la mala alimentación al ganado, empleo del medicamento no adecuado en ocasiones para combatir la infección de las vacas, el balance mineral no es el mejor, no se cumple con los dos servicios en todos los casos, no se cumple con el celaje al ganado.

El número partos al año, medido como la productividad de las hembras en la granja se encuentra a 3,7 por debajo de lo planificado. Las vacas vacías por más de 120 días, se mantiene un 12,3% de vacas paridas con más de 120 días y no se han inseminado por no presentar celos u otras causas, número muy superior a lo planificado que es de 5,1%. La edad de incorporación se afecta en 5 meses, porque no existe un buen trabajo con el ganado en sus categorías anteriores en cuanto a su alimentación, cumplimiento de la rotación por los cuarterones, el peso al nacer es bajo en los momentos actuales.

El índice de conversión de novillas, establecido como la cantidad de novillas del rebaño que logran pasar a vacas, indica que solo el 33% de todas las novillas paren dentro del año con 30 meses o menos.

La variación neta del rebaño, definida en la comparación de los nacimientos con las muertes y sacrificios se mantiene en 1,8% de un plan de 3%, lo que indica que el 1,2% del rebaño varía al año.

El promedio de cantidad de leche producida por vaca en un día, decrece en 1,1 L, lo que significa dejar de producir 647,9 L/D. Los días abiertos, período comprendido entre el parto y el primer postparto, con un valor excelente menos de 110 días, se encuentra en 157 días debido a la infección de las vacas, el uso de medicamento menos efectivo para la infección que presenta el ganado, no se toman muestras para llevar al laboratorio y determinar el medicamento adecuado, no se aplican los dos servicios, no se hace el trabajo de celaje correspondiente, en la mayoría de los casos no existe la corraleta para las vacas después de inseminada con el agua y la comida necesaria.

En la relación Leche/Concentrado, se obtiene que después de 2 litros de leche se le suministra por cada litro 400 g de alimento a las hembras de acuerdo al nivel de producción de leche. Según los indicadores de eficiencia se está produciendo una pérdida económica de 906,8 Kg de alimento.

Indicador social:

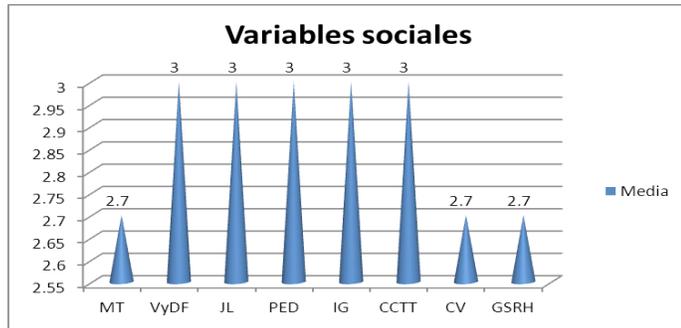


Figura 3. Comportamiento de las variables técnicas.

En el indicador social, la variable “*mantenimiento de trabajadores*”, se analiza cómo fluye la fuerza de trabajo, pues aunque se mantiene el número de trabajadores, existe inestabilidad sobre todo en los productores que atienden las 14 vaquerías.

La evaluación de la variable “calidad de vida” para un productor lechero de acuerdo y en proporción al número de necesidades satisfechas y al grado de bienestar que las personas puedan alcanzar, se afecta ya que, no obstante tener acceso a los principales servicios sociales, se observa inestabilidad en la permanencia de los productores en las 14 vaquerías ya que las condiciones en las mismas no son las más idóneas.

La variable “grado de satisfacción del recurso humano”, se afecta pues aunque cumple con aquellas características de importancia social para el recurso humano empleado, la escala de percepción observa irregularidades en que los trabajadores no cuentan con los medios de protección personal y colectiva para el desarrollo de la actividad.

Indicador integrador de la Sostenibilidad.

Tabla 4. Escala de medición de la sostenibilidad.

Calificación	Escala
Completa Sostenible (S)	=5
Altamente Sostenible (AS)	$\geq 4 < x5$
Medianamente Sostenible (MS)	$\geq 3 < x4$
Altamente Insostenible (AIS)	$\geq 2 < x3$
Insostenible (IS)	$\geq 1 < x2$

En la Granja (Tabla 5).

Tabla 5. Rango medio en la evaluación de la sostenibilidad en la Granja Genética El Abra.

Calificación	Escala
	=5
	$\geq 4 < x5$
	$\geq 3 < x4$

Indicador económico-financiero (2,9)	$\geq 2 < x3$
Indicador técnico (2,0)	
Indicador social (2,0)	
	$\geq 1 < x2$

Como se observa en la tabla 8 todos los indicadores obtienen un rango medio ≥ 2 , lo que ubica los indicadores analizados en un rango medio de 2,5 que implica alta insostenibilidad, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6. Evaluación final de sostenibilidad agraria en la Granja “El Abra”.

Calificación	Escala
	=5
	$\geq 4 < x5$
	$\geq 3 < x4$
Altamente Insostenible (AIS) 2,5	$\geq 2 < x3$
	$\geq 1 < x2$

CONCLUSIONES

Se definen un conjunto de indicadores económicos, financieros, técnicos y social es para evaluar la sostenibilidad y eficiencia agraria de la Granja Genética “El Abra” de la Empresa Pecuaria “El Tablón”.

Los indicadores económicos, financieros, técnicos y sociales medidos en la Granja Genética “El Abra” de la Empresa Pecuaria “El Tablón” mostraron una gestión no sostenible de sus resultados.

La versatilidad de la herramienta propuesta, permite no solo la aplicación a otros sistemas productivos dentro o fuera de la empresa, sino que facilita incluir otras variables o ajustar las mismas en el proceso evaluativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andreoli, M., & Tellarini, V. (2011). Evaluación de la sostenibilidad agraria: metodología y práctica. Agricultura. Revista científica *Ecosistemas y Medioambiente*, 77, 43-52. Recuperado de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/3586/358633238003/5>

Bell, S., & Morse, S. (2012). Indicadores de sostenibilidad. Medición de lo inconmensurable. Recuperado de <http://www.ica.gov.co>

Casas, E., & Tewolde, A. (2013). Evaluación de características relacionadas con la eficiencia reproductiva de genotipos criollos en el trópico húmedo. San José de Costa Rica: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza.

Fernández Companioni, A. (2013). Indicadores económicos, contables, agroeconómicos y financieros. La Habana: Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA).

- González, C. (2011). Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos: Parámetros, Índices y Metas. IV Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad de Zulia.
- Hajkowicz, S. (2011). Construcción de índices multi atributivos ambientales. *Revista científica Ecological Economics*, 57(1), 122-139.
- Lefroy, R. D.B., Bechstedt, H. D., & Rais, M. (2005). Indicadores de sostenibilidad agraria sobre la base de los cuestionarios agrarios en Vietnam, Indonesia y Tailandia. *Revista científica Agricultura, Ecosistema y Medioambiente*, 81(1), 137-146.
- Lowrance, I. (2010). Sostenibilidad agraria. Puntos de convergencia. Recuperado de <http://www.criecv.org>
- Masera, O. (2012). Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. México: Mundi Prensa-GIRA-UNAM.
- Murgueitio, E. (2012). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Scientific Journal Livestock Research for Rural Development* 15 (10), 34-45.
- Murillo, L. (2012). Un acercamiento integrado para determinar la sostenibilidad de granjas lecheras de Costa Rica: Desarrollo de una matriz de indicadores. Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd16/12/muri16095.htm>
- Noguera, Asociación de Desarrollo Rural Coop. V. (2012). Aproximación a un Sistema de Indicadores de Sostenibilidad para la Ganadería Ovina en la Provincia de Castellón. Caudiel. Recuperado de http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/27_17_10_5a_indic-sostenibcastellon_1.pdf
- Pirazzoli, C., & Castellini, A. (2010). Aplicación de un modelo para la evaluación de la sostenibilidad ambiental en la cultura del llano y la montaña. El caso de las fresas en el norte de Italia. *Scientific Journal Agricultural Economics*, 1(1), 57-70.
- Qiu, H. J., Zhu, W. B., Wang, H. B., & Cheng, X. (2012). Análisis y diseño del sistema de indicadores de sostenibilidad agraria. *Ciencias Agrícola en China*, 6(4), 475-486.
- Rigby, D., Woodhouse, P., Young, T., & Burton, M. (2010). Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Scientific Journal Ecological Economics*, 39(3), 463-478. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/eee/ecolect/v39y2001i3p463-478.html>
- Sands, G. R., & Podmore, T. H. (2010). Índice de sostenibilidad medioambiental para los sistemas agrícolas. *Agricultura, Ecosistemas y Medioambiente*, 79(1), 29-41.
- Socorro Castro, A. (2001). *Indicadores de la sostenibilidad de la gestión agraria en el territorio de la provincia Cienfuegos*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana: Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez.
- Stockle, C. O., Papendick, R. I., Saxton, K. E., Campbell, G. S., & Van Evert, F. K. (2011). A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, 9(1-2), 45-50. Recuperado de <https://www.cambridge.org/core/journals/american-journal-of-alternative-agriculture/article/a-framework-for-evaluating-the-sustainability-of-agricultural-production-systems/271317D6839C-DA88D648F3153EED02DD>
- Urdaneta, F., Materán, M., Peña, M.E., & Casanova, A. 2004. *Tipificación tecnológica del sistema de producción con ganadería de doble propósito (Bos taurus x Bos indicus)*. *Rev Cient FCV-LUZ*, 14(3), 254-262. Recuperado de <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/cientifica/article/download/.../15029>
- Van Calker, K.J., Berentsen, P.B.M., Romero, C., Giesen, G.W.J., & Huirne, R.B.M. (2010). Development and application of a multiattribute sustainability function for Dutch dairy farming systems. *Scientific Journal Ecological Economics*, 57(4), 640-658. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/eee/ecolect/v57y2006i4p640-658.html>
- Van Der Werf, H. M. G., & Petit, J. (2011). Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Scientific Journal Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93(1), 131-145. Recuperado de www.iica.int
- Vanslebrouck, I., Van Huylenbroeck, G., & Verbeke, W. (2012). Determinants of the willingness of Belgian farmers to participate in agrarian environmental measures. *Scientific Journal of Agricultural Economics*, 51(3), 489-511. Recuperado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:bla:jageco:v:53:y:2002:i:3:p:489-511>
- Wiehle, U., Diegelmann, M., & Deter, H. (2015). Razones financieras. Recuperado de www.finanzas.org



02

02

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL ARROZ EN ECUADOR Y ALTERNATIVAS PARA SU CONTROL

MAIN DISEASES THAT AFFECT THE CULTIVATION OF RICE IN ECUADOR AND ALTERNATIVES FOR ITS CONTROL

Dr. C. Hipólito Israel Pérez Iglesias¹

E-mail: hperez@utmachala.edu.ec

MSc. Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Pérez Iglesias, H. I. Rodríguez Delgado, I., & García Batista, R.M. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 16-27. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

En el mundo y en Ecuador el cultivo de arroz constituye uno de los rubros más importantes por el área cultivada que abarca, la producción que alcanza y el aporte alimentario que realiza. A nivel nacional, a pesar de contar con grandes extensiones de terrenos aptos y condiciones climáticas favorables para el cultivo se obtiene baja productividad, debido fundamentalmente a diferentes patologías que disminuyen la rentabilidad del productor arrocero. La investigación se desarrolló con la finalidad de elaborar un material científico mediante consulta de literatura actualizada, relacionado con las características, daños que provocan y medidas para el control de las principales enfermedades que pueden producir afectaciones al cultivo del arroz. En el país el cultivo es afectado principalmente por enfermedades producidas por hongos y virus, entre las que se destacan la quemazón, la cual se presenta en todas las zonas arroceras del país y es la que mayor afectación produce, además la pudrición de la vaina que se presenta de forma esporádica; mientras la Pudrición Negra se ha registrado en las principales provincias productoras (Guayas, Los Ríos y Manabí, además de El Oro); y en menor magnitud por bacterias y nematodos. El VHB y entorchamiento, son patologías producidas por virus que causan daños considerables. Para mantener un adecuado control fitosanitario de las plantaciones de arroz es conveniente, mantener un monitoreo constante de la incidencia de estas amenazas, con la finalidad de determinar el umbral económico de daños, encaminados a establecer controles en el momento oportuno y disminuir las pérdidas.

Palabras clave: Cultivo del arroz, enfermedades, alternativas, manejo agrícola.

ABSTRACT

In the world and in Ecuador, the cultivation of rice is one of the most important items for the cultivated area that covers the production that is achieved and the food contribution it makes. At a national level, despite having large areas of suitable land and favorable climatic conditions for cultivation, low productivity is obtained, mainly due to different pathologies that decrease the profitability of the rice producer. The research was developed in order to develop a scientific material by consulting updated literature, related to the characteristics, damages caused and measures to control the main diseases that may affect the rice crop. In the country, the cultivation is affected mainly by diseases caused by fungi and viruses, among which the burning, which occurs in all the rice areas of the country and is the one that most affects, besides the pod rot that occurs sporadically; while the Black Rot has been registered in the main producing provinces (Guayas, Los Ríos and Manabí, besides El Oro); and to a lesser extent by bacteria and nematodes. HBV and binding, are pathologies produced by viruses that cause considerable damage. In order to maintain an adequate phytosanitary control of rice plantations, it is convenient to maintain a constant monitoring of the incidence of these threats, in order to determine the economic threshold of damages, establish controls at the appropriate time and to reduce losses.

Keywords: Rice cultivation, diseases, alternatives, agricultural management.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) es la principal fuente alimenticia, forma parte de la dieta básica de los ecuatorianos, es el cultivo más extenso y ocupa más de la tercera parte de la superficie cultivada. Sin embargo, a pesar de poseer grandes extensiones de terrenos aptos y con condiciones climáticas favorables para el cultivo, presenta un rendimiento promedio de producción de 4,35 t ha⁻¹, el cual se considera bajo en comparación con otros países de la región; las principales causas son la utilización de variedades susceptibles a enfermedades y escaso uso de semillas certificadas, entre otros factores (Wordpress, 2017).

Uno de los problemas más serios para este cultivo en cualquier parte del mundo, son los agentes bióticos responsables de las enfermedades (bacterias, espiroplasmas, hongos, protozoarios, micoplasmas, nematodos y virus), los cuales influyen en la reducción de la producción y por ende la rentabilidad del productor dedicado a la siembra de la gramínea (Garcés, Díaz & Aguirre, 2012).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, a nivel mundial, la producción de arroz en el Ecuador ocupa el lugar 26, además es considerado como uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, con un consumo per cápita de 48 kg por persona.

En las condiciones ambientales del país, el cultivo es afectado por enfermedades fungosas, bacterianas y virales, entre las principales se encuentran: la quemazón o brusone, la pudrición de la vaina, el manchado del grano, la pudrición negra, el tizón de la vaina y el virus de la hoja blanca (Paz, Espinosa & Amano, 2009).

La investigación se desarrolló con la finalidad de elaborar un material científico mediante consulta de literatura actualizada, relacionado con las características, daños que provocan y medidas para el control de las principales patologías que pueden producir afectaciones al cultivo del arroz en Ecuador, que posibilite un manejo integrado del sistema productivo con enfoque sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló mediante un análisis minucioso de la literatura básica, científica y actualizada relacionada con los principales hongos, bacterias y virus que pueden generar afectaciones al cultivo del arroz en el país, los síntomas que presentan, los daños y pérdidas que ocasionan, así como las alternativas más eficientes para ejercer un control efectivo, encaminado al logro de la sostenibilidad en sistemas productivos arroceros del Ecuador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Quemazón o Brusone

La quemazón o brusone es uno de los trastornos fitopatológicos más devastadores en el cultivo del arroz. Se desarrolla en casi todas las regiones arroceras a nivel mundial (Mekwatanakarn, Kositratana, Levy & Zeigler, 2000). Pantoja, Fischer, Correa, Sanint & Ramírez (1997), confirman que los hongos *Pyricularia grisea* Sacc., y *Pyricularia oryzae* Cav., son causantes de la quemazón o brusone, la cual constituye una de las enfermedades fungosas más importantes en las zonas arroceras de Ecuador. La gravedad de los síntomas, la fase de desarrollo en que el cultivar es afectado, los materiales sembrados y el manejo, presentan alta influencia sobre las pérdidas causadas por esta enfermedad.

Es importante tener en cuenta que uno de los factores para que se desarrolle este hongo son las condiciones climáticas, se puede de cierta forma pronosticar la aparición de este agente patógeno cuando se registran temperaturas entre los 16 y 28°C y una humedad relativa del 90%, así como también con períodos largos de rocío (Ártica, 2008).

Síntomas

El patógeno se presenta en todas las partes aéreas de la planta de arroz (hojas, tallo, panícula) acentuándose en el cuello de la espiga.

Inicialmente se presentan lesiones que varían desde pequeños puntos color café hasta llegar a formas romboides o diamante, de color gris rodeado de una zona de color más claro y de bordes amarillo-anaranjado que limita con el tejido que se encuentra normal o sano. Este síntoma también afecta el cuello de las hojas.

La patología puede afectar en cualquier etapa y fase del cultivo, cuando el ataque es muy fuerte puede observarse desde la etapa de semillero, también durante el macollamiento y cuando inicia la etapa de floración, en esta última produce vaneamiento del grano y por ende un bajo rendimiento en la cosecha (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).

Daños

Puede causar daños desde 59,6% (Prabhu, Castro, Araujo & Berni, 2003) hasta el 100% (Filippi, Silva & Prabhu, 2007) y producir pérdidas hasta de 266,000 toneladas de arroz. Durante el año 2003, en la India, la Pyriculariosis fue responsable de pérdidas de 266,000 toneladas de arroz, lo cual representa cerca del 8% de la producción arroceras del país (Salazar, 2008).

Desafortunadamente no se ha cuantificado los daños ocasionados por la enfermedad en el Ecuador, a pesar de ser una de la más importante en este cultivo. Este hongo transmitido vía semilla, puede presentar una incidencia de hasta 66,6% (Malavolta, 2007). Es una enfermedad que se encuentra relacionada con los días lluviosos, lo cual, desde el punto de vista epidemiológico, favorece su incidencia en arrozales (Cárdenas, et al., 2010), ocurriendo este clima peculiar en el Trópico húmedo ecuatoriano. En la Figura 1 se aprecian los daños que presenta la planta de arroz afectada por *P. oryzae*.



Figura 1. Daños producidos por *P. oryzae* en el cultivo del arroz.

Fuente: República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Control

Se debe priorizar el empleo de variedades resistentes; sin embargo, el uso de fungicidas debe estar condicionado a que sea la última opción y con estrictas medidas de aplicación, por los daños que pueden generar en el agroecosistema, debido a que no son amigables con el ambiente. Variedades liberadas como resistentes, tienen la particularidad de exhibir altos niveles de susceptibilidad después de algunos años (Mekwatanakarn, et al., 2000).

Además, se debe tener en cuenta otras prácticas que son muy importantes para reducir la afectación de esta enfermedad, entre las que se pueden mencionar: manejo de la lámina de agua, realizar una balanceada fertilización de acuerdo a los requerimientos de la planta, fertilidad del suelo, densidad de siembra, época de siembra y la elección del material a plantar.

Pudrición de la vaina

La afección de la pudrición de la vaina es producida por el agente causal *Sarocladium oryzae* Sawada / Gams y Hawks; constituye un importante problema

esporádico en el cultivo del arroz y ha sido reportado en todos los países productores de arroz del mundo, además se informó que este tipo de organismo produce compuestos fitotóxicos, aislados para su respectivo estudio (Nandakumar, Babu, Amutha, Raguchander & Samiyappan, 2007).

El hongo sobrevive en los desechos de las cosechas, puede ser transmitido en la semilla al momento de realizar las siembras; además, algunas arvenses sirven de hospederos, por tanto, su control oportuno es muy importante para disminuir las infestaciones de *S. oryzae*, el cual se reportó por primera vez en el año 1992 en Taiwán (Carbonell, et al., 2001).

Si el cultivo es severamente afectado las pérdidas pueden alcanzar el 85% de la cosecha; aunque la mayoría de las variedades de arroz son altamente susceptibles a *S. oryzae*, por lo que, se ha convertido en una seria amenaza para la producción de esta Poaceae en todos los países productores de arroz (Ayyadurai, Kirubakaran, Srisha & Sakthivel, 2005).

Síntomas

El síntoma más característico de *S. oryzae* se presenta en las hojas superiores enfocándose sobre todo en la hoja bandera, estas lesiones presentan una coloración gris en el centro y hacia el exterior de color café, de forma ovalada, a medida que la enfermedad progresa, los daños se alargan y colisionan. Cuando la infección aparece en una etapa temprana de desarrollo y de una forma severa, la panícula no emerge, o lo hace parcialmente y en ocasiones se pudre (Figura 2). Otros de los síntomas característicos asociado a esta enfermedad es la esterilidad y vaneamiento de los granos (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).



Figura 2. Síntomas de *S. oryzae* en el cultivo del arroz.

Fuente: República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Daños

El daño ocasionado por el hongo es muy peligroso y destructivo si ocurre al inicio de la emergencia de la espiga, llegando a provocar pérdidas en el rendimiento hasta en un 85% (Cardona, 2013).

Epidemiología

El micelio de *S. oryzae* tiene la capacidad de poder sobrevivir en los residuos de cosecha, en las semillas y en cierto grupo de arvenses que sirven de hospederos al hongo. Este patógeno se introduce por las estomas y lesiones provocados por insectos-plaga, en especial los ácaros; además, los barrenadores del tallo y ciertas chinches también contribuyen al desarrollo de esta enfermedad. Otros factores como altas densidades de siembra, alto porcentaje de humedad relativa y temperaturas entre los 20 y 25°C, favorecen la proliferación del patógeno (Cardona, 2013).

Asociación de la pudrición de la vaina con otros organismos

Pseudomonas fuscovaginae: es el más importante de los patógenos bacterianos asociados con *S. oryzae*, desde su aislamiento en sociedad con la pudrición de la vaina y su respectiva identificación como el organismo causante de la decoloración del área foliar, las vainas y granos de arroz. En América, estos organismos sobreviven de forma epífita en la planta hospedera.

Esta bacteria es considerada una de las principales causas de la pudrición de las vainas y se caracteriza por los siguientes daños: coloración marrón rojizo con necrosis que se extiende longitudinalmente por la vaina, panículas encerradas por las vainas, los granos afectados se decoloran y se vuelven estériles, los cuales causan pérdidas en la cantidad y calidad del arroz (Bigirimana, Gia, Ishibwela & Höfte, 2015).

Control

Para tratar de disminuir los daños ocasionados por la enfermedad de la pudrición de la vaina se recomienda:

- Utilizar líneas que tengan un alto nivel de tolerancia a esta afección.
- Usar semilla certificada, sana y desinfectada.
- Realizar un apropiado manejo cultural y eliminar los residuos de cosecha, ya que se reporta como una de las principales causas de esta enfermedad.

- Garantizar un balance nutricional de acuerdo a los requerimientos del cultivo.
- Lograr una adecuada densidad de siembra.
- Mantener un buen control de insectos plagas.
- Manejar las aplicaciones de herbicidas de forma tal, que la planta no sufra daño físico.
- En último lugar realizar aplicaciones de fungicidas, ya que éstos resultan caros y perjudiciales para el ser humano y al medio ambiente (Ayyadurai, et al., 2005).

Manchado del grano

Ortega (2014), afirma que la patología del manchado del grano, no es ocasionada por un solo agente infeccioso, sino por un complejo de hongos, entre los que se distinguen, *Fusarium*, *Curvularia*, *Gerlachia*, *Cercospora*, *Helminthosporium*, entre otros y en asociación con bacterias como *Pseudomonas sp.*, comúnmente se puede encontrar este tipo de trastornos en suelos de fertilidad baja y plantaciones de arroz con una fertilización nitrogenada deficiente.

Los síntomas de la pudrición por *Fusarium* incluyen una coloración parcialmente de la panícula de color marrón rojizo a blanquecino, granos a menudo cubiertos con un polvo blanco o blanco rosado de microconidios y conidióforos, en la vaina de la hoja bandera se desarrolla una lesión de rápido crecimiento, primero de color opaco a marrón oscuro y más tarde de color blanquecino, las vainas de las hojas inferiores, eventualmente pueden desarrollar lesiones (Abbas, et al., 1998).

En los últimos años la bacteria *Burkholderia glumae* ha sido reportada como uno de los agentes que causa el manchado del grano a nivel mundial.

En Japón el Tizón bacteriano de la panícula del arroz, conocido como la pudrición bacteriana del grano de arroz, ha aumentado su peligrosidad en los últimos años, debido a muchos factores como el cambio climático, los sistemas de cultivo aplicados, la aplicación de fertilizantes y el manejo del agua. La infección producida por esta bacteria se debe a la humedad y temperatura elevadas, lo cual causa la pudrición del grano y como resultado final afectaciones al rendimiento del cultivo (Li, Wang, Liu, Hou, Li & Huang, 2016).

Síntomas

El daño ocasionado por este complejo de patógenos, puede aparecer sobre las glumas y dentro sobre el endospermo. Sobre las glumas, las afectaciones varían desde lesiones muy pequeñas hasta el revestimiento total de las mismas, siendo su coloración marrón (Figura 3). Esta aparición de los granos manchados causa un bajo rendimiento en las cosechas y la afectación principal es la pérdida de la calidad

del grano, ya que se rompen muy fácil durante el proceso de pilado (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).



Figura 3. Granos de arroz afectados por complejos de hongos y bacterias.

Fuente: República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Control

Para minimizar la afectación de esta enfermedad en el cultivo del arroz se recomienda realizar una apropiada aplicación de fertilizante a base de nitrógeno y un oportuno control de los insectos-plaga, chinches y chupadores (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007)

Existen otros patógenos que originan el manchado del grano, entre los que se encuentran bacterias como, *Burkholderia glumae* Kurita y Tabey, conocido como añublo bacterial de la panícula del arroz o pudrición bacterial de la panícula del arroz, esta bacteria y otras especies asociadas de bacterias y hongos, ocasionan el manchado del grano de arroz. Las especies bacterianas asociadas con esta enfermedad son: *Pseudomonas glumae*, *Pseudomonas avenae*, *Pseudomonas syringae* pv. *oryzicola*, y *Pseudomonas fuscovaginae* (Intriago, García, Peláez, Estupiñán & Villao, 1991).

La bacteria *Burkholderia glumae* es considerada en la actualidad el principal agente causal del manchado del grano de arroz en Ecuador, origina pérdidas considerables en la cosecha por espiguillas vanas y en la calidad del grano (Andrade, 2011).

Síntomas

Pudrición de color café en la vaina de la hoja de la panícula, pudrición, decoloración, clorosis y vaneamiento del grano a causa de la esterilidad de las espiguillas que muestran rallas color café en la lema y la palea (Correa, 2005). La espiga es erecta debido

a la pérdida del peso del grano (Sayler, Cartwright & Yang, 2006).

La bacteria invade las espiguillas penetrando los estomas de la epidermis de la gluma y creciendo epífitamente a través del estado de embuchamiento solamente las plúmulas en las semillas germinadas, las espiguillas durante la emergencia de la panícula son susceptibles a la infección de *Burkholderia glumae* (Correa, Fory, Mejía, Aricarpa & Prado, 2009, citado por Andrade, 2011). Una vez que la bacteria entra en la planta se multiplica y dispersa por las células causando la desintegración del parénquima de las hojas, se observan manchas cloróticas y reducción del tamaño de las hojas y raíces de las plantas afectadas.

Los daños que causa el manchado del grano son: deterioro de la semilla, con una reducción de la germinación; desmejoramiento del aspecto del grano (por quedar manchado parcial o totalmente); baja calidad molinera (menor porcentaje de granos enteros en la pilada); bajo rendimiento ocasionado por un alto porcentaje de vaneado y porque el número de granos por panícula se reduce en un 40% (Intriago, et al., 1991).

Control

La rotación de cultivos y aplicaciones de *Trichoderma atroviride* son las alternativas principales para el control de *Burkholderia glumae* (Pérez, Saavedra, López & Cardona, 2008, citados por Andrade, 2011).

Pudrición negra

El hongo *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Von Arx y D. Olivier. var. *graminis*, (GGG) causa la pudrición negra del pie de la planta, la cual se reportó por primera vez en el cultivo del arroz en condiciones de secano y más tarde en el arroz de riego en Brasil (Peixoto, Ottoni, Filippi, Silva & Prabhu, 2013). *G. graminis*, es un ascomiceto que vive en el suelo, es el agente causal de esta enfermedad en el arroz en todo el mundo. El hongo coloniza las raíces de las plantas susceptibles, y produce síntomas como retraso del crecimiento, raíces reducidas y ennegrecidas, además la maduración precoz del grano (Rachdawong, Cramer, Grabau, Stromberg, Lacy & Stromberg, 2002).

Vivas & Intriago (2012), confirman que este trastorno patológico ha sido registrado en parcelas arroceras en las provincias del Guayas, El Oro, Los Ríos y Manabí, este agente patógeno puede sobrevivir en residuos de plantas infectadas y se disemina primordialmente por el suelo por medio de las máquinas agrícolas. En los campos que presentan

insuficiencias nutricionales es más frecuente la incidencia de esta enfermedad.

Síntomas

Las plantas atacadas por la pudrición negra son de menor tamaño, las espigas son blancas, estériles, cloróticas o con vaneamiento en los granos. Los daños son de coloraciones oscuras en los entrenudos y muerte de las vainas foliares, en los tallos afectados por este hongo se observa el signo de la enfermedad, que son puntuaciones de tonalidades oscuras y algo característico es la formación de raíces adventicias (Figura 4). Las raíces alcanzan un tono marrón oscuro a negro brillante con lesiones y secamientos, a veces se confunden con lesiones producidas por sales acumuladas en el suelo (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).



Figura 4. Sintomatología del hongo *G. graminis* en el arroz.

Fuente: República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Medidas de control

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007), las prácticas apropiadas para el manejo de esta enfermedad son:

- Realizar la destrucción de los desechos de la cosecha, mediante la quema para evitar la diseminación del hongo.
- Hacer una buena y oportuna limpieza y desinfección de la maquinaria agrícola.
- La rotación del cultivo es una excelente opción.
- Desinfectar el material de siembra.

Tizón de la vaina

Rhizoctonia solani Kühnes el organismo causal del tizón de la vaina, es una de las enfermedades económicamente más importantes del cultivo del arroz en todo el mundo, afecta gravemente los índices de rendimiento y la calidad (Sayler & Yang, 2007).

Según Moquete (2010), este patógeno tiene distribución cosmopolita propia de los suelos, se encuentra favorecido por altas densidades de siembra y también por el exceso de fertilizantes nitrogenados. La *Rhizoctonia* puede causar el acame de las plantas, como consecuencia de los daños iniciados en la fase vegetativa. La principal fuente de diseminación es por los restos de la cosecha, también existen especies de malezas hospederas que mantienen vivas las fuentes de inóculo como, por ejemplo: *Echinochloa colona*. Las condiciones para que se desarrolle este hongo son, temperatura que oscilen entre 28–32°C y una humedad relativa superior al 90%.

Síntomas

Este hongo produce una toxina que reproduce todos los síntomas de la afección. Esta toxina ha sido parcialmente purificada, se trata de un hidrato de carbono que contiene glucosa, manosa, *N*-acetilgalactosamina, y *N*-acetilglucosamin. La toxina también fue detectada en hojas atacadas por la enfermedad. Variedades de arroz que se sometieron a estudios fueron susceptibles al patógeno y sensible a la toxina (Vidhyasekaran *et al.*, 1997).

Es complicado identificar al agente patógeno en la fase temprana de la infección como para poder cuantificar con precisión el desarrollo de este organismo fungoso sobre la base del reconocimiento visual (Sayler & Yang, 2007). Antes de que ocurra la etapa de la floración los síntomas no se pueden ver desde fuera de la parcela, pero al observar los macollos es sencillo reconocerlos. Los síntomas iniciales son lesiones de color grises verdosas (Figura 5) que se desarrollan en las vainas al nivel del agua (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).



Figura 5. Daños ocasionados por *Rhizoctonia solani* en el cultivo del arroz.

Fuente: República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Las lesiones pueden ser elípticas o también ovaladas más o menos de 1 **cm** de largo con un alargamiento de hasta 2 a 3 **cm**, que luego se unen, cuando las lesiones son antiguas adquiriendo forma ovoide, con un centro blanco grisáceo, con los bordes de tonalidad marrón oscuro y sobre ellas se puede ver los esclerosios y micelios del hongo. Estos daños se observan a mediados de la fase de macollamiento del cultivo, las lesiones se unen y se desarrollan hasta la base de la panoja, este trastorno patológico causa el amarillamiento y muerte de vainas y hojas, algo muy característico es el acame de las plantas afectadas (Gutiérrez & Agueda, 2013). El ataque de esta enfermedad al final trae como consecuencias un mal llenado de los granos.

Medidas de control

Para reducir los inconvenientes producidos por *Rhizoctonia solani* se aconseja (Gutiérrez & Agueda, 2013) realizar las siguientes labores:

- Usar semilla certificada y tratada.
- Sembrar densidades apropiadas de plantas.
- Realizar una fertilización balanceada.
- Quemar los restos de cosecha, e incorporarlos profundamente en el suelo.
- Mantener baja la lámina de agua para impedir futuras infecciones.
- Realizar un control químico en últimas instancias.

Virus de la Hoja Blanca del Arroz (VHB)

El agente causal de esta enfermedad es un tenuivirus; el cual es transmitido por el insecto *Tagosodes oryzae* Muir o sogata. El virus de la hoja blanca se ha identificado en todos los países de América donde se cultiva arroz. En lo que se refiere a Ecuador el VHB se encuentra en todas las zonas donde se cultiva esta gramínea; en algunas épocas del año es muy fuerte su incidencia dando como consecuencias una disminución en los rendimientos (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).

Síntomas y daños

Unas de las características más importantes del virus de la hoja blanca son líneas en forma de bandas en posición longitudinal de color blanco, que se encuentran alineadas a la nervadura central de la hoja y pueden exponerse como un mosaico típico (Figura 6).



Figura 6. Síntomas del Virus de la Hoja Blanca en panículas y hojas.

Fuente: Meneses (2008).

Otro síntoma importante es que ocasiona enanismo en las plantas, el poco desarrollo origina que las panículas sean de menor tamaño; además, produce esterilidad en las mismas (Meneses, 2008). En la Figura 7 se aprecia los daños ocasionados por el VHB en panículas y en hojas del arroz.



Figura 7. A. Virus de la hoja blanca del arroz. Granja Experimental, La Cuca, Ecuador. B. Daños mecánicos ocasionados por la picadura del insecto *T. oryzae*.

Fuente Campoverde (2016); y Meneses (2008).

Control

Unas de las medidas que recomienda el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP) es utilizar variedades poco susceptibles, tanto al insecto trasmisor como a la

enfermedad. Este tipo de materiales introducidos por el INIAP poseen propiedades de resistencia al daño que puede producir la sogata.

El INIAP evalúa la tolerancia al virus de hoja blanca en condiciones de infección natural en los diferentes sectores que producen arroz en el país y así, se encuentra en condiciones de recomendar a los agricultores líneas que tengan características de resistencia a la enfermedad y al vector. La variedad INIAP-11 presenta un mayor índice de tolerancia hacia el virus de la hoja blanca (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).

Cuando la enfermedad se presenta en la semana cuatro, después de realizado el trasplante, la reducción de la cosecha es de aproximadamente el 64%, en comparación con la incidencia en la semana número 10, así mismo, la afectación negativa se puede visualizar en un escaso brote de tallos efectivos.

Otras formas de control consisten en la eliminación oportuna de las malezas, ya que son hospederas del insecto vector. También ayuda a la reducción de las poblaciones, la destrucción de los residuos de cosecha, y el último recurso en el manejo integrado de esta enfermedad es el uso de insecticidas, los cuales deben ser utilizados, posterior al monitoreo que se realice para conocer el nivel de incidencia de la plaga, ya que, al utilizarlos de forma arbitraria, sin criterios técnicos, se puede producir desequilibrio en la fauna benéfica.

Entorchamiento

El entorchamiento del arroz es causado por el Virus de la Necrosis Rayada del Arroz (RSNV) transmitido por el hongodel suelo *Polymyxa graminis*, que fue encontrado en las células del sistema radical de la planta de arroz en fase biológica de esporas, dichas esporas son conocidas como “cistosoros” y habitualmente forman grupos. Los cistosoros pueden vivir por muchos años en el suelo cuando no están en contacto con un hospedero vegetal y en desechos de raíces. *P. graminis* se convierte en vector cuando parasita las células del sistema radical de una planta de arroz infectada con el RSNV, para su posterior transmisión a una planta sana (Paz, et al., 2009).

Síntomas

En estudios de invernadero y campo realizados en el INIAP, se observó que las plantas afectadas por la enfermedad manifestaron en el sistema radical un aumento de raíces secundarias, pérdida de peso y longitud, emisión de hojas con el limbo cerrado en el ápice en forma total o parcial acompañado de un plisado ligero a severo con apariencia de zigzag. La emisión de estas hojas fue abrupta irrumpiendo el

tallo. El limbo abierto mostró un rayado clorótico o un bandeado clorótico a lo largo de la nervadura central. Los tallos presentaron un acortamiento en su longitud o un desparramado lateral (Figura 8). Otros síntomas fueron la clorosis y la muerte de la planta, esta última ocasionada por una necrosis del tejido vascular (Paz, et al., 2009).



Figura 8 Síntomas del entorchamiento del arroz

Fuente. Paz et al. (2009).

Daños

Este disturbio patológico se observó en Ecuador por primera vez en el año 2003, donde ocasionó pérdidas de hasta el 40% en la producción (Paz, et al., 2009).

La enfermedad se agudiza por hospedantes alternativos, así como con plantas de arroz en estrés por enmalezamiento.

Control

El control de virus transmitidos por hongos plasmidioforomicetos, como *Polymyxa graminis*, ha sido intentado por varios métodos. La erradicación del hongo *P. graminis* es prácticamente imposible, una vez que este parásito contamina un campo de producción. Hasta la fecha, los tratamientos químicos no han sido económicamente viables en condiciones de campo. Las principales estrategias en la mayoría de los países templados afectados por estos virus transmitidos por *Polymyxa spp.*, han sido según Morales (2001), las siguientes:

- Prácticas culturales donde se adelanta o atrasa la época de siembra para reducir la incidencia de la enfermedad.
- Rotación de cultivos y la resistencia genética han sido otros métodos de control efectivos.

- enfermedad.
- A nivel regional, el hongo vector y el virus que porta, se propaga por diferentes medios. El agua de riego y sus fuentes de agua (lagunas, ríos, etc.) pueden ser un medio de difusión de zoosporas.
- Evitar el uso de semilla proveniente de regiones productoras de arroz afectadas por la enfermedad.
- El control biológico de *P. graminis* parece ser posible mediante la acción de microorganismos antagonistas. El hongo *Trichoderma* pudiera ser una alternativa, ya que ha sido utilizado con éxito para reducir la incidencia *Polymyxa betae* en remolacha azucarera.
- El manejo integrado pudiera ser la forma más efectiva en el control del entorchamiento del arroz.

El mejor control para las enfermedades virales son las medidas preventivas para evitar su aparición.

Esta enfermedad fue reportada por primera vez en Ecuador en la época lluviosa de 2003 en la Cuenca alta del Guayas. Los síntomas se manifiestan a los 30 días después de la siembra; se observa secamiento en el ápice de las hojas, las hojas muestran un enrollamiento y bandas cloróticas, también hay proliferación de raicillas (Vivas & Intriago, 2012).

Enfermedades causadas por nematodos

El principal nematodo fitoparásito que ataca el arroz en Ecuador es el nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne graminicola*). Este microorganismo vive en las raíces de la planta de arroz en todas sus fases de desarrollo. Cuando el ataque es severo, induce enanismo y poco macollamiento y causa la muerte de las plantas. Las raíces presentan deformaciones consistentes en nudosidades o agallas, en cuyo interior parasita la hembra; ésta al destruir el sistema de haces conductores, impide la asimilación de los nutrimentos del suelo. En Ecuador, este nematodo se ha detectado en algunas zonas, con un alto nivel de población (47.629/100 g de raíces); este hecho motivó un manejo especial de los suelos infestados para evitar la diseminación del patógeno. Es importante desinfestar el suelo cuando se establecen semilleros de arroz para el trasplante. Si no hay tratamiento o éste es deficiente para el suelo infestado con *Meloidogyne sp.*, se favorece el establecimiento temprano del nematodo y se llevará más tarde al campo en el trasplante un problema de difícil manejo por tratarse de un agente patógeno del suelo (Paz, et al., 2009).

CONCLUSIONES

En Ecuador el cultivo del arroz es afectado principalmente por enfermedades producidas por hongos y virus, entre las que se destacan la quemazón o piricularia, que se presenta en todas las zonas

arroceras del país y es la que produce mayor afectación, la pudrición de la vaina se presenta de forma esporádica; mientras la Pudrición Negra se ha registrado en las principales provincias productoras de arroz (Guayas, Los Ríos y Manabí, además de El Oro), y debe ser vigilada, ya que el hongo puede ser diseminado por los implementos de labranza y ocasionar infestaciones severas si no se controla a tiempo; y en menor magnitud se presentan los daños por bacterias y nematodos.

El Virus de la Hoja Blanca del Arroz (RVHB) y el entorchamiento, ambas patologías producidas por virus son extremadamente peligrosas, causan daños considerables, cuyas poblaciones pueden sobrepasar el umbral económico y están distribuidas en todas las zonas productoras de arroz en el país, esto las convierte enfermedades potencialmente peligrosas, teniendo en cuenta que para los virus lo más importante son las medidas preventivas. El entorchamiento debe ser vigilado muy de cerca, es relativamente reciente su aparición, existiendo un reducido número de líneas resistentes o tolerantes a la misma. Para mantener un adecuado control fitosanitario de las plantaciones de arroz es conveniente, mantener un monitoreo constante de la incidencia de estas amenazas, con la finalidad de determinar el umbral económico del índice de infestación de las mismas, establecer controles en el momento oportuno para disminuir las pérdidas en cosecha. Resulta más eficiente utilizar un MIP donde se combinan diferentes métodos de control, iniciando por la lucha legal, obtención de cultivares resistentes o tolerantes, seguido del empleo de métodos culturales y físicos, medios biológicos y en última instancia, si no queda otra alternativa, el uso de productos químicos. El conocimiento del clima de la zona de producción y las variaciones que éste pueda experimentar durante el ciclo del cultivo, es fundamental para prevenir y pronosticar ataques y afectaciones severas, ya que los patógenos son enemigos potenciales que se desarrollan muy rápido, en el momento que las condiciones climáticas es favorable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, H. K. et al. (1998). Natural Occurrence of Fumonisin in Rice with Fusarium Sheath Rot Disease. *Plant Disease*, 82(1), 22-25. Recuperado de <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1998.82.1.22>
- Andrade, M. C. (2011). *Efecto de la aplicación de manganeso y boro sobre la severidad del ataque del ácaro (Súneofarconemus Sprnki smitey) y la bacteria (Burkholderia glumael en el cultivo del arroz*. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Recuperado de <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/148/1/202928.pdf>

- Ártica, M. R. (2008). *Cultivo del arroz*. Lima: Macro E.I.R.L.
- Ayyadurai, N., Kirubakaran, S., Srisha, S., & Sakthivel, N. (2005). Biological and Molecular Variability of *Sarocladium oryzae*, the Sheath Rot Pathogen of Rice (*Oryza sativa* L.). *Curr Microbiol.*, 50(6), 319-23. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00284-005-4509-6>
- Bigirimana, V. D., Gia, K. H., Ishibwela, O., & Höfte, M. (2015). Rice Sheath Rot: An Emerging Ubiquitous Destructive Disease Complex. *Frontiers: in plant science*, 6. Recuperado de <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2015.01066/full>
- Campoverde, J. F. (2016). *Principales enfermedades que afectan el cultivo del arroz (Oryza sativa L.) en la zona de Arenillas provincia de El Oro*. Trabajo de titulación. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala: Universidad Técnica de Machala. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7616/1/DE00008_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf
- Cárdenas, R. M., et al. (2010). Relación entre la incidencia de la piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc.) del arroz (*Oryza sativa* L.) y diferentes variables climáticas en el complejo agroindustrial arrocero los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 14-18. Recuperado de <http://www.re-dalyc.org/pdf/1932/193214880002.pdf>
- Cardona, R. (2013). *Sarocladium oryzae*: agente causal de la pudrición de la vaina del arroz en Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 33, 80-82. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/280775087_Comunicacion_corta_Sarocladium
- Correa, F. (2005). *Complejo ácaro-hongo-bacteria del arroz*. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6691/complejo_acaro_costa_rica.pdf?sequence=1 : www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/odf/complejoacarocostarica.odf
- Filippi, M. C., Silva, G. B., & Prabhu, A. S. (2007). Indução de resistência à brusone em folhas de arroz por isolado avirulento de *Magnaporthe oryzae*. *Fitopatologia Brasileira*, 32, 387-392. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/fb/v32n5/v32n5a03.pdf>
- Garcés, F., Díaz, T., & Aguirre, A. (2012). Severidad de la quemazón (*Pyricularia oryzae* Cav.) germoplasma de arroz F1 en la zona central del litoral ecuatoriano. *Ciencia y Tecnología*, 5(2), 1-6. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4737355>
- Gutiérrez, S. A., & Agueda, M. (2013). *Guía para la Identificación de Enfermedades del Cultivo del Arroz (Oryza sativa L.) en la Provincia de Corrientes*. Corrientes: Asociación Correntina de Plantadores de Arroz. Recuperado de http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Paginas/Guia_de_enfermedades.pdf
- Intriago, M., García, B., Peláez, G., Estupiñan, I., & Villao, F. (1991). *Principales enfermedades del arroz en Ecuador y su manejo*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/SB_191_R5_U583_Vol.3.pdf
- Li, L., Wang, L., Liu, L. M., Hou, Y. X., Li, Q. Q., & Huang, S. W. (2016). Infection Process of *Burkholderia glumae* Before Booting Stage of Rice. *Journal of Phytopathology*, 164(10), 825-833. Recuperado de http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jph.12502/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=onlinelibrary.wiley.com&purchase_site_license=LICENSE_DENIED
- Malavolta, V. M. (2007). Incidência de fungos e quantificação de danos em sementes de genótipos de arroz. *Summa Phytopathologica*, 33(3), 280-286. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/sp/v33n3/12.pdf>
- Mekwatanakarn, P., Kositratana, W., Levy, M., & Zeigler, R. (2000). Pathotype and Avirulence Gene Diversity of *Pyricularia grisea* in Thailand as Determined by Rice Lines Near-Isogenic for Major Resistance Genes. *Plant Disease* 84, 60-70. Recuperado de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS.2000.84.1.60>
- Meneses, R. (2008). *Manejo Integrado de los Principales Insectos y Ácaros Plagas del Arroz*. La Habana: Instituto de Investigaciones del Arroz.
- Moquete, C. (2010). *El Cultivo de Arroz*. Santo Domingo, República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). Serie Cultivos No. 37 - Guía Técnica. Recuperado de <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/arroz.pdf>
- Morales, F. (2001). El entorchamiento del arroz: un modelo para el manejo integrado de enfermedades virales. *Foro Arrocero Latinoamericano*, 7(1), 12-15. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/flar/entorchamiento.pdf
- Nandakumar, R., Babu, S., Amutha, G., Raguchander, T., & Samiyappan, R. (2007). Variation in Toxin Production among Isolates of *Sarocladium oryzae*, the Rice Sheath Rot Pathogen. *Plant pathology Journal*, 120-126. Recuperado de <http://scialert.net/abstract/?doi=ppj.2007.120.126>

- Ortega, R. (2015). *Manual Para La Producción de Semilla de Arroz*. Tecomán, Colima: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- Pantoja, A., Fischer, A., Correa, F., Sanint, L., & Ramírez, A. (1997). *Manejo Integrado de Plagas en Arroz*. Palmira: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Paz, L., Espinosa, A., & Amano, Y. (2009). *El Virus del Entorchamiento del Arroz en Ecuador. Yaguachi*. Guayaquil: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Peixoto, C. N., Ottoni, G., Filippi, M., Silva, V., & Prabhu, A. (2013). Biology of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* isolates from rice and grasses and epidemiological aspects of crown sheath rot of rice. *Tropical Plant Pathology*, *38*(6), 495-504. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/tpp/v38n6/v38n6a05.pdf>
- Pérez, C., Saavedra, E., López, P., & Cardona, C. (2008). Medida de prevención sobre la bacteria *Burkholderia glumae* en el cultivo del arroz. *Arroz. Bogotá*, *56*(476), 125.
- Prabhu, A. S., Castro, E. M., Araujo, L. G., & Berni, R. F. (2003). Resistance spectra of six elite breeding lines of upland rice to *Pyricularia grisea*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *38*, 203-210. Recuperado de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/108898/1/203.pdf>
- Rachdawong, S., Cramer, C., Grabau, E., Stromberg, V., Lacy, G., & Stromberg, E. (2002). *Gaeumannomyces graminis* vars. *avenae*, *graminis*, and *tritici*. Identified Using PCR Amplification of Avenacinase-like Genes. *Plant Disease*, *86*(6), 652-660. Recuperado de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.2002.86.6.652>
- República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2007). *Manual del cultivo del arroz. Manual No. 66*. Guayaquil: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=IXozAQAA-MAAJ&printsec=frontcover&dq=iniap+2007+manual+del+cultivo+del+arroz&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjUu4b42bHYAhWpSN8KHYN5Ad-8Q6AEIjAA#v=onepage&q=iniap%202007%20manual%20del%20cultivo%20del%20arroz&f=false>
- Salazar, W. (2008). Efecto de factores físicos y bioquímicos sobre la formación de estructuras infectivas de *Magnaporthe grisea* agente causal de *pyriculariosis* en arroz (*Oryza sativa*). *Universitas*, *1*(2), 31-36. Recuperado de <http://revista.unanleon.edu.ni/index.php/universitas/article/view/13/11>
- Sayler, R. J., & Yang, Y. (2007). Detection and Quantification of *Rhizoctonia solani* AG-1 IA, the Rice Sheath Blight Pathogen, in Rice Using Real-Time PCR. *APS Journals*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-91-12-1663>
- Sayler, R. J., Cartwright, R. D., & Yang, Y. (2006). Genetic characterization and real-time PCR detection of *Burkholderia glumae*, a newly emerging bacterial pathogen of rice in the United States. *Plant Dis.*, *90*, 603-610. Recuperado de http://www.apsnet.org/publications/plantdisease/2006/May/Pages/90_5_603.aspx
- Vidhyasekaran, P., et al. (1997). Host-Specific Toxin Production by *Rhizoctonia solani*, the Rice Sheath Blight Pathogen. *APS Journals*, *87*(12), 1258-1263. Recuperado de https://www.printfriendly.com/print?url_s=uGGCF~PdN~PcS~PcSnCFwBHEAn-yFmnCFArGmBEt~PcSqBv~PcSbambaje~Pc-S2U%2F61mbjjhmihmbcmbcfi
- Vivas, L., & Intriago, D. (2012). *Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo del arroz en el Ecuador*. Guayaquil: Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Wordpress.(2017). *Cultivos en el ECUADOR is powered by WordPress.Wordpress Themes by TemplateLite.com*. Recuperado de <http://blog.espol.edu.ec/dieal-san/mi-segundo-video/>



03

03

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

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

CHARACTERIZATION OF MELIPONAS'S HONEY IN URBAN PERIPHERY AND AGRICULTURAL ECOSYSTEMS OF HORQUITA TOWN

Ing. Nelvis Fernández García¹
Dr. C. José Miguel Navarro Varela¹
Dr. C. José Andrés Martínez Machado²
E-mail: jmartinez@ucf.edu.cu
Ing. Ana Álvarez Sánchez³
E-mail: anaalvarez@uti.edu.ec

¹ Empresa Agropecuaria Horquita. Cienfuegos. Cuba.

² Universidad de Cienfuegos. Cuba.

³ Universidad Tecnológica Indo América. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Fernández García, N., Navarro Varela, J. M., & Martínez Machado, J. A. (2018). Caracterización de la miel de Meliponas en ecosistemas periurbanos y agrícolas del Consejo Popular Horquita. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 28-33. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El estudio se realizó en cuatro ecosistemas del Consejo Popular "Horquita", municipio Abreus, provincia Cienfuegos. Se caracterizaron desde el punto de vista microbiológico las mieles de colmenas de Abejas Meliponas. Mediante un diseño completamente aleatorizado para cada ecosistema se tomaron de cinco colmenas muestras de miel (250 ml), todas ellas de cajas, modalidad Nogueira-Neto, 1997. 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

The study was conducted in four ecosystems of the town "Horquita", Abreus municipality, Cienfuegos province. Honey hives of Meliponas bees were characterized from the microbiological point of view. Using a completely randomized design for each ecosystem, honey bee samples (250 ml) were taken from five hives, all of them from boxes, Nogueira - Neto modality, 1997. The samples were sent to the Provincial Hygiene and Epidemiology Center of the province of Santa Clara where they were analyzed. In all ecosystems there was integration agriculture-livestock or backyard breeding, and in some cases wastewater within the range of flight of bees. The honeys analyzed complied with international demands, presenting, in all cases, optimal microbiological characteristics for consumption and commercialization. It is proposed as microbiological parameters for honey in the territory less than 10 CFU / g, both for microorganisms at 30oC (bacteria, fungus and yeast) and for total coliforms.

Keywords: Ecosystems, honey, bacteria, fungus, 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 (Cano, 2005).

Aunque son reconocidas por su efectividad como polinizadoras, desde los años 50, la abeja europea *Apis mellifera* empezó a desplazar aceleradamente a las abejas nativas de la producción comercial de miel (Calkins, 1975), de tal forma que la miel que se comercializa a nivel mundial generalmente es producida por esta especie (Venturieri, Sertão Oliveira, Marçal de Vasconcelos & De Andrade Mattietto, 2007).

Entre las diversas peculiaridades de la miel de las abejas sin aguijón (Meliponas), 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 (Venturieri, et al., 2007).

Para la región los estándares de calidad para la miel de Meliponas no han sido establecidos, y se emplean los de *Apis mellifera* (República del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1988), Venezuela-COVENIN 2191-84 (Comisión Venezolana de Normas Industriales 1984), Colombia-INCOTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2007), por lo que Pérez (2007), planteó la necesidad de investigaciones para controlar su uso.

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 (Pérez, 2007).

Rodríguez (2003), plantea, que en términos sanitarios la miel puede ser considerada un alimento seguro, pero también puede verse afectada debido a manipulaciones poco higiénicas durante su extracción, procesado, envasado o conservación; que para muestras analizadas en Pinar del Río se encontraron alteraciones severas como turbidez y olor acético, con humedad superior a 27 %, atribuible sobre todo a deficiencias en el proceso de extracción y el excesivo contenido de humedad (Fonte, Demedio & Blanco, 2007).

Los riesgos que pueden influir en la calidad de la miel de las Meliponas pueden estar por las condiciones sanitarias del entorno donde estas desarrollan su vuelo, que puede ser, lagunas de oxidación, granjas de animales porcinos con deficiente tratamiento de sus residuales. En el Consejo Popular “Horquita” existen meliponario, que sería conveniente evaluar microbiológicamente la miel procedente de estos antes de comercializarlas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el mes de marzo del año 2015 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”.

Para un estudio descriptivo un diseño completamente aleatorizado para cada ecosistema se tomaron de cinco colmenas muestras de miel (250 ml), todas ellas de cajas del tipo (Nogueira Neto, 1997). 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.

Se determinaron las siguientes variables:

Colonias de microorganismos presentes en la miel (bacterias, hongos filamentosos y levaduras) determinadas mediante la Técnica de placa invertida a 30°C (República de Cuba. Oficina Nacional de Normalización, 2011).

Coliformes totales presentes en la miel mediante la Técnica del número más probable, (República de Cuba. Oficina Nacional de Normalización, 2010).

Descripción de los riesgos de contaminación de los ecosistemas

En un radio de 750 m de cada colmena se determinaron los sistemas de riego, tipo de fuentes de abasto de agua, fuentes de aguas superficiales, presencia de fosas y lagunas de oxidación y la crianza de animales. Para ello se auxilió de los trabajadores de la campaña anti vectorial en la zona periurbana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los conteos de microorganismos obtenidos (Tabla 1) se encuentran dentro del rango permitido por la Norma sanitaria (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Honduras) que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, emitido por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (2007), la cual plantea: que para la miel y sus similares la cantidad permisible o límite mínimo aceptable de microorganismos por gramos para mesó filos aerobios y mohos es de 10^3 UFC g^{-1} y 10 UFC g^{-1} , respectivamente.

Tabla 1. Valores de microorganismos en la miel por ecosistemas.

Ecosistema	Microorganismos, UFC g ⁻¹
Granja Agropecuaria No. 7	< 10
Asentamiento Babiney	< 10
Finca de frutales La Anaya	< 10
Finca Diversificada Horquita	< 10

Leyenda: UFC- Unidades formadoras de colonias

Maradiaga (2005), evaluó los aspectos físicos, químicos y microbiológicos de 64 muestras de miel no des cristalizadas 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 mesó filos (<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, Coll, Villat, Laporte, Sereno & Otrosky (2009), en mieles de *Apis mellifera*, fueron de 1.02×10^2 UFC/g, correspondiendo con el valor máximo permitido (1.02×10^2 UFC/g) por el Código Alimentario Argentino. A su vez, reportan valores superiores a los establecidos por las normas sanitarias para la miel de *Apis mellifera* y la miel de otras abejas sin aguijón, como las del género *Yateí* (*Tetragonisca angustula* fiebrigi).

El conteo de coliformes totales es una medida que refleja la exposición de la miel a materia fecal, que según la NC 4831 (2010) define a estos como bacterias que fermentan la lactosa con producción de gas a temperaturas entre 30°C y 37°C.

Además, puede señalar la manipulación inadecuada en la recolección de la miel. Esto señalado por Coll, Villat, Laporte, Noia & Mestorino (2008), que 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.

En la tabla 2 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^{-1} 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 2. Coliformes presentes en las mieles, UFC g^{-1}

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

Leyenda: UFC- Unidades formadoras de colonias

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* sp y *Shigella* sp, 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.

A su vez, en Costa Rica (Rodríguez, 2014) en el muestreo realizado a miel de meliponas no se encontraron coliformes totales, que cumple con el reglamento técnico emitido Servicio Nacional de Salud Animal (2009).

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.

Por su parte, Sarmiento, Gutiérrez & Hernández (2014), plantean que el alto recuento de hongos y levaduras en mieles se debe a una mala, conservación o un deficiente control de temperatura a la que se expone el producto y a deficientes procesos de desinfección de superficies inertes. Rodríguez (2014), encontró que la miel que obtuvo mayor recuento de levaduras fue cosechada inmadura de los torales o ánforas.

También, puede haber influido en la buena calidad de la miel extraída la procedencia de colmenas en cajas, ya que está señalado por Manzo (2012), que un alto recuento de aerobios mesó filos en sistema de troncos se debe 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. Rodríguez (2012), también atribuye a la miel obtenida de troncos este riesgo.

Estos aspectos no caracterizaron este estudio lo que está demostrado por los valores reportados en la miel, que demuestran la buena calidad de la miel de estas meliponas para el consumo.

Una primera forma de contaminación de la miel puede ser con microorganismos provenientes del polen, del tracto digestivo de las abejas, del néctar o del medio ambiente (Coll, et al., 2008). Por lo que la caracterización de las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas fue importante en esta investigación.

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 a 750 metros 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 anti vectorial, 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 se encontraron 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.

Aunque 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 la calidad de la miel muestreada estuvo apta para el consumo.

CONCLUSIONES

Las mieles analizadas cumplen con las exigencias internacionales presentando, en todos los casos, características microbiológicas óptimas para su consumo y comercialización.

En los ecosistemas muestreados los riesgos sanitarios no influyeron en la calidad de la miel muestreada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coll, F., Villat, C., Laporte, G., Noia, M., & Mestorino, M. (2008). Características microbiológicas de la miel. *Veterinaria Cuyana*, 3(1 -2), 29-34.
- Fonte, L., Demedio, J., & Blanco, D. (2007). Selectividad de pecoreo de la abeja sin aguijón Meliponas beech eibennett. Matanzas: Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”.
- Manzo, C.A. (2012). Las abejas nativas sin aguijón (Meliponini) en la Huasteca Potosina. Recueroado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/39112379/2012-las-abejas-nativas-sin-aguijon-meliponini-en-la-huasteca-potosina>

- Miradiaga, D.I. (2005). *Caracterización físico-química y microbiológica de miel de abeja de cinco departamentos de Honduras*. Tesis de Pregrado. El Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Nogueira Neto, P. (1997). *Vida e criação de abelhas indígenas semferrão*. São Paulo: Editora Nogueirapis.
- Noia, M. A., Coll, F., Villat, M.C., Laporte, G., Sereno, D., & Otrosky, R. (2009). Características físico-químicas y microbiológicas de mieles de La Pampa. *Ciencia Veterinaria*, 11(1), 32-36.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2007). *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para plantas exportadoras de miel de abejas*. Tegucigalpa: OIRSA. Recuperado <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/ManualBPMexportadorasMIEL.pdf>
- Prost, P., & Le Conte, Y. (2006). *Apicultura: Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- República de Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Norma Técnica Colombiana. Miel de Abejas. NTC 1273. Bogotá: ICONTEC.
- República de Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (2010). NC-ISO 4831: 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.
- República de Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (2011). NC-ISO 4833: Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica de conteo de colonias a 30°C método de referencia. La Habana: ONN.
- República de Venezuela. Comisión Venezolana de Normas Industriales (1984). COVENIN 2191-84. Miel de Abejas. Caracas: COVENIN.
- República del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización (1988). Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria. Miel de Abejas, Requisitos. Quito: INEN.
- Rodríguez, G. E. (2014). *Caracterización física, química y microbiológica de la miel de Melipona beecheii*. Tesis de Pregrado. , Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Rodríguez, M. (2003). Flight activity of *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) at the São Paulo University Campus in Ribeirão Preto. *Biosci. J., Uberlândia*, 23(1), 118-124. Recuperado de <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/.../4534>
- Sarmiento, P., Gutiérrez, C., & Hernández, C. (2014). Comparación entre la calidad microbiológica de miel de *Tetragonisca Angustula* y de *Apis Mellifera*. *Rev. Fac- Nal.Agr. Medellín*, 67(2). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/264348081_Comparacion_entre_la_calidad_microbiologica_de_miel_de_Tetragonisca_angustula_y_de_Apis_mellifera
- Servicio Nacional de Salud Animal. (2009). Rtrc 423: Reglamento Técnico Para Miel De Abejas. San José de Costa Rica. SENASA
- Vázquez, M., Almeida, H., Navarro, J.M., Yanes, N., Febles, H., & Marrero, A. (2011). *Tecnología de crianza de Abejas de la Tierra (Meliponabeechii Bennett, 1831)*. Empresa Cultivos Varios Horquita. Cienfuegos: Proyecto Agricultura Agraria Sostenible.
- Venturieri, G. C., Sertão Oliveira, P., Marçal de Vasconcelos, M. A., & De Andrade Mattietto, R. (2007). *Caracterização, Colheita, Conservação e Embalagem de Méis de Abelhas Indígenas SemFerrão*. (Primera edición.). Brasil: Embrapa.
- 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



04

04

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

EFFECTO DE RIEGOS PRESURIZADOS SOBRE PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUELO BANANERO ASOCIADO CON KUDZU (PUERARIA PHASEOLOIDES BENTH)

EFFECT OF IRRIGATIONS PRESSURIZED ON PHYSICAL PROPERTIES OF A BANANA SOIL ASSOCIATED WITH KUDZU (PUERARIA PHASEOLOIDES BENTH)

Ing. Pablo Ernesto Villa Guerrero¹

E-mail: pvilla_est@utmachala.edu.ec

Dr. C. Julio Enrique Chabla Carrillo¹

E-mail: jchabla@utmachala.edu.ec

MSc. Diego Ricardo Villaseñor Ortiz¹

E-mail: dvillasenor@utmachala.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Villa Guerrero, P. E., Chabla Carrillo, J. E., & Villaseñor Ortiz, D. R. (2018). Efecto de riegos presurizados sobre propiedades físicas de un suelo bananero asociado Con Kudzu (*Pueraria phaseoloides Benth*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 34-45. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Para evaluar el efecto de los riegos presurizados sobre suelos bananeros se seleccionaron cuatro bloques, uno de ellos influenciado por un sistema de riego subfoliar y otro influenciado por un sistema de riego suprafoliar, completándolo con dos bloques asociados con Kudzu (*Pueraria phaseoloides Benth*) de iguales sistemas de riego. El efecto de los sistemas de riego se evaluó sobre el perfil del suelo en estratos de 10cm hasta los 50 cm de profundidad, determinando en cada estrato la densidad real, porcentaje de humedad, densidad aparente, resistencia a la penetración y porcentaje de porosidad, además del índice de estabilidad estructural y el de encostramiento. Los valores obtenidos indican que para ambos sistemas de riego la capa con más influencia fue la 10-20 cm y observándose un menor efecto en los bloques asociados con Kudzu, los cuales no tuvieron índices de formación de costras superficiales.

Palabras clave: Sistemas de riego, porosidad, humedad del suelo, densidad aparente, banano.

ABSTRACT

To evaluate the effect of the irrigations pressurized on banana soils, four blocks were selected, one of them influenced by a sub foliate system of irrigation and the other one influenced by a supra foliate system of irrigation, completing it with two blocks associated with Kudzu (*Pueraria phaseoloides Benth*) of equal systems of irrigation. The effect of the systems of irrigation was evaluated on the profile of the soil in 10 cm strata up to 50 cm deep, determining in every stratum the real thickness, percentage of moisture, apparent density, resistance to the penetration and percentage of porosity, in addition to the index of structural stability and coating. The obtained values indicate that for both irrigation systems the layer with more influence was 10-20 cm and a less effect being observed in the blocks associated with Kudzu, which ones did not have indexes of formation of superficial crusts.

Keywords: Systems of irrigation, porosity, soil moisture, apparent density, banana.

INTRODUCCIÓN

La compactación, es la forma más grave de degradación del suelo, causada por prácticas de labranza convencional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2000); como es el uso de sistemas de riego presurizados que por sus fuertes precipitaciones e impacto directo en suelos bananeros ha provocado efectos inesperados que han obligado a las raíces del cultivo de banano a limitarse en su crecimiento en el momento que se encuentra con una capa endurecida, que suele ser originada por ciclos de humedecimiento y secado del suelo, además de un calendario laboral muy sobre cargado que genera alguna forma de adensamiento y encostramiento (Becerra, Madero, Herrera & Amézquita, 2005), lo que ha incita al cultivo de banano a emitir raíces laterales; fenómeno que está asociado a un desequilibrio hormonal que afecta al desarrollo foliar del banano conocido como arrepollamiento (Soto, 2008).

Al no tener en cuenta el grado de humedad con que se trabaja el suelo y el efecto degradante de los sistemas de riego cuando los cultivos aún no han cubierto la superficie del suelo (Alfonso, Monedero, Hernández, Somoza & Sánchez Carrasco, 2000) estos, tienden a ser comprimidos por la energía cinética de las gotas del riego que impactan directamente al suelo, las cuales varían entre 5 a 25 J/Kg, siendo los aspersores de impacto los que producen mayor energía; atribuyéndole la elevación de la boquilla respecto al suelo el factor dominante en el aumento de dicha energía (Nin, 2008).

Al provocar un empaquetamiento de las partículas más densas y una disminución de la macro porosidad (Usón, Boixadera, Bosch & Enrique, 2010) la lluvia generadas por el riego provoca una película de agua que infiltra las fracciones texturales comenzando por la arena, limo y por último la arcilla (Becerra, et al., 2005, p. 37) y cuando las partículas más finas, en especial el limo, se movilizan a lo largo del perfil provocan la compactación y la reducción de la oxigenación del suelo (Soto, 2008) que combinado con la intensidad del laboreo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2000) se crea una capa compacta tanto en la superficie del suelo, como a nivel del subsuelo (Lobo & Pulido, 2006)

La capa compacta superficial llamada, encostramiento, costra del suelo o sellado superficial, originada por el número de ciclos y actividades de laboreo que se dan en el cultivo, a más de características propias del suelo como su granulometría, la mineralogía de las arcillas, el contenido de materia orgánica, agentes cementantes o dispersantes como el

Sodio (Na) y Magnesio (Mg), el contenido de agua en el suelo, además de los factores externos como el clima (Lobo & Pulido, 2006; Jaimes, 2011), tiene como característica superficies duras e impermeables (Martínez-Mena, et al., 2001).

La compactación del subsuelo o simplemente llamada compactación, se produce por fuerzas externas ejercidas en suelo superficial (Jaimes, 2011) y es potencialmente la de mayor problema para la productividad agrícola ya que impide la capacidad de aireación e intercambio gaseoso, retención de agua, conductividad hidráulica y resistencia mecánica a la penetración (Lobo & Pulido, 2006). Cálculos estimativos sobre la reducción del rendimiento de las cosechas indican que por causa de la compactación superficial ha llegado a reducirse en un 13%, mientras que por efecto de la compactación del subsuelo se ha producido un descenso de entre un 5 a 35% del rendimiento (Arranz, Galantini, Iglesias, Kruger & Venanzi, 2011).

Por lo tanto, el efecto degradante de los sistemas de riegos presurizados sobre las propiedades físicas del suelo se destinan por la cantidad de la energía cinética que llegue al suelo; pero, si la energía cinética de las gotas caen sobre una cobertura de residuos tiende a disminuir; por acción del contacto con la cobertura, y el agua que pasa y llega al suelo pierde su potencial energético que desintegre los agregados de suelo y separare las partículas finas (Shaxson & Barber, 2005).

Para poder evaluar la cobertura vegetal como amortiguador de los efectos degradante de los sistemas de riego se puede utilizar indicadores como la densidad aparente del suelo, pues puede representar una disminución de la porosidad; la resistencia a la penetración, porque puede haber un aumento de la resistencia mecánica a la penetración por las raíces, todos estos medidos a una humedad estándar (Muñoz, Ferreira, Escalante & López, 2013). En atención a los efectos degenerativos de los riegos sobre las propiedades físicas del suelo, se trató de estudiar y demostrar los efectos de la cobertura vegetal, ante la respuesta de la degradación del suelo, mediante la evaluación del efecto de los riegos presurizados sobre la dinámica de las propiedades físicas de suelos con cobertura vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó entre los meses de mayo a octubre del 2015, en tres predios agrícolas destinados a la producción bananera, ubicados en la parroquia El Cambio, sitio La Unión Colombiana, cantón Machala, provincia de El Oro, ubicados según 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 (República del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2011; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2008).

Características del suelo

Los suelos predominantes en los sitios de muestreos de acuerdo a la clasificación de la USDA (2010) son mayoritariamente inceptisoles con texturas medias como: franco, limoso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso (República del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008), de color Café rojizo en húmedo y rojo amarillento en seco, de consistencia pegajosa y plástica, firme en húmedo; estructura granular y de bloques angulares y su manto freático a baja profundidad.

Característica del agua

El agua en los sistemas de riego de acuerdo a el análisis químico del INIAP correspondió una clase C1S1, bajo en contenido de sales y sodio para el predio El Carmen y C2S1, moderado contenido de sales y bajo en sodio para el predio El Cisne y La Fátima.

Factores y niveles de estudio

Fueron estudiados dos factores; un sistemas de riego subfoliar y un sistema de riego suprafoliar, y el estado de la cobertura del suelo como niveles para cada factor, utilizando el kudzu (*Pueraria phaseoloides* Benth) como cobertura vegetal (CCV), y la hojarasca natural emitida por el cultivo de banano, como suelo sin cobertura (SCV); como lo indica la Tabla 2.

Unidad Experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por el radio de humedecimiento (RH) de un emisor subfoliar y otro suprafoliar distribuyendo al azar dentro del RH tres áreas de muestreo por cada emisor, tomando tres emisores para el sistema de riego subfoliar y tres para el suprafoliar.

Diseño experimental

En función de la homogeneidad del suelo en cuanto, consistencia y taxonomía se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, con tres repeticiones por cada bloque.

Tabla 2. Tratamientos y bloques en estudio.

Combinación	Tratamiento	Producto	Sistema de riego	Predio
T1S1	CCV	Kudzu	Subfoliar	El Cisne
T2S1	SCV	Hojarasca	Subfoliar	La Fátima
T1S2	CCV	Kudzu	Suprafoliar	El Carmen
T2S2	SCV	Hojarasca	Suprafoliar	El Cisne

CCV = Con cobertura vegetal

SCV = Sin cobertura vegetal

Manejo del ensayo

Para todos los bloques de ambos sistemas de riego, el área de muestreo está constituida por el radio de humedecimiento (RH) del emisor. Determinado el RH ya sea por las características técnicas del emisor u observaciones en campo, se marca y se georreferencia el emisor, para luego marcar con estacas las áreas para la respectiva construcción de las calicatas.

Medición y clasificación de las variables

Las muestras fueron recolectadas a capacidad de campo como lo indica Forsythe & Alvarado (2005), para que existan homogeneidad, es decir; posterior al riego.

La recolección de las muestras se realizó en cilindros de hierro galvanizado de volumen conocido; de 5.4 cm de diámetro por 5.0 cm de alto; recolectados en las capas de: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 y 40-50 cm de profundidad, para lo que se construyó una calicata ubicada al azar dentro del área de humedecimiento de un emisor; realizando escalones de 25 cm de largo por 60 cm de ancho y 10 cm de fondo, con una profundidad total de 60 cm y 150 cm de largo; obteniendo en total cinco escalones dentro de la calicata en la que se toma la muestra con los cilindros (Figura 1), cuyos cilindros fueron sellados con plástico parafinado para evitar las pérdidas de humedad.

Además se recolecto 1 kg de suelo en una funda con su respectiva identificación de la capa y el bloque de procedencia, para evaluar propiedades posteriores del suelo y evitar la falta de material.



Foto 1. Detalles de la calicata, a. Construcción de calicata. B. Toma de muestra para análisis físico del suelo.

Humedad gravimétrica del suelo (%Hs), se obtuvo por secado al horno a 105°C por 48 horas, mediante la relación expresada en porcentaje del peso del agua existente en una determinada masa de suelo y el peso de las partículas sólidas, es decir:

$$[1] \quad \theta (\%) = (V_w / V_s) * 100$$

θ (%) = contenido de humedad expresado en (%)

V_w = peso del agua en la masa de suelo (g)

V_s = peso de las partículas sólidas (g)

Densidad aparente del suelo (ρ_a), se la obtuvo mediante el método del cilindro de volumen conocido, mediante la relación de la masa de suelo seco y la del volumen total del cilindro (22.90 cm³) se consiguió la densidad, como lo indica la ecuación:

$$[2] \quad \rho_a = M_s / V_t$$

ρ_a = Densidad aparente (g/cm³)

M_s = Masa de suelo seco (g)

V_t = Volumen total de suelo (cm³)

Densidad real (ρ_s), se la estableció mediante el método del picnómetro con muestras secadas y tamizado a 2 mm; mediante la relación del peso seco de la muestra de suelo y el volumen de los sólidos, como lo indica la ecuación;

$$[3] \quad \rho_s = M_s / V_p$$

ρ_s = Densidad de los sólidos del suelo (g/cm³)

M_s = Masa de suelo seco (g)

V_p = Volumen partículas del suelo (cm³)

Porcentaje de porosidad total del suelo (PT), se la determinó mediante la relación de la densidad

aparente y la densidad real, expresado en porcentajes, como lo indica:

$$[4] \quad E = (1 - \rho_a / \rho_s) * 100$$

E = Porosidad total (%)

ρ_a = Densidad aparente (g/cm³)

ρ_s = Densidad de los sólidos del suelo (g/cm³)

Resistencia a la penetración del suelo (RPS), fue obtenida con un penetrómetro digital modelo Fieldscout SC-900, medida en kilopascales (kpa) en los costados de la calicata, realizando dos lecturas del perfil para promediar la RPS en los intervalos de 5, 15, 25, 35 y 45 cm.

Índice de encostramiento (IE), determinado por el método de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1980), modificado por Comerma, et al. (1992), en el que propone un índice basado en los principales factores que afectan la estabilidad de los agregados, la distribución del tamaño de partículas y a los niveles de materiales cementantes, es decir:

$$[5] \quad IE = (1.125 * L_m) / (Arc + 10 * MO)$$

IE = Índice de encostramiento

L_m = % de Limo (2 - 20 μ m)

Arc = % de arcilla (< 2 μ m)

MO = % de materia orgánica

Índice de estabilidad estructural (IEE), determinado de acuerdo a lo propuesto por Pieri (1995), en el que relaciona el contenido de la materia orgánica y la fracción fina del suelo, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$[6] \quad IEE = \% MO / (\% L_m + \% Arc) * 100$$

IEE = Índice de estabilidad estructural

L_m = % de Limo (2 - 20 μ m)

Arc = % de arcilla (< 2 μ m)

MO = % de materia orgánica

Para la obtención del porcentaje de limo y arcilla se utilizó el método del hidrómetro de Bouyoucos, registrando la densidad y la temperatura de la arena a los 40 segundos y la del limo a las dos horas.

El porcentaje de materia orgánica se determinó por ignición a 600 °C, mediante la relación de los pesos.

Análisis multivariado, se analizó mediante correlaciones de Pearson, para definir el comportamiento de las propiedades evaluadas y confirmar la correlación directa o inversa de estas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad gravimétrica del suelo

La recolección de las muestras se realizó en el periodo atípico de lluvias (mayo-octubre), esto se confirma con la distribución del porcentaje de humedad de la capa superficial a la más profunda (10 a 50 cm) las cuales se encontraron próximas o por encima del 22 al 36 % de humedad, que de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1998), estos rangos constituyen la capacidad de campo de suelos francos limosos.

La tendencia de la humedad en los perfiles de los suelos indica que tiende a disminuir a medida que llega hasta los 30 cm de profundidad, siendo la capa superficial (0-10 cm) la que presenta el mayor porcentaje de humedad (> 25 %).

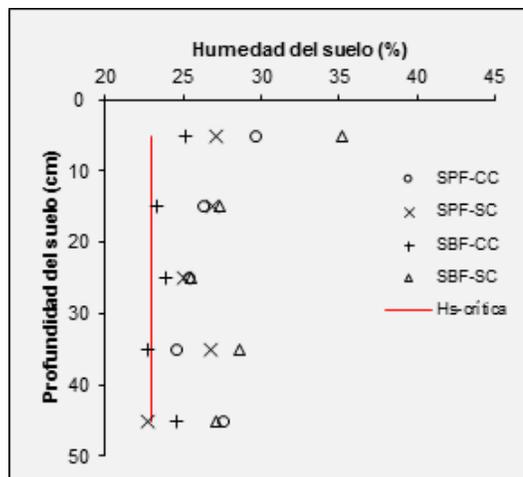


Figura 2. Dinámica de la humedad gravimétrica (%) en perfiles de suelos con incidencia de riegos presurizados, 2016.

La prueba de rangos múltiples de Duncan estableció al porcentaje de humedad en tres grupos homogéneos, siendo el sistema de riego subfoliar sin cobertura vegetal el de mayor porcentaje con 28.75, estadísticamente igual al sistema de riego suprafoliar con cobertura y suprafoliar sin cobertura vegetal, con 26.71 y 25.70 % respectivamente; el sistema de riego subfoliar con cobertura vegetal presentó el porcentaje de humedad más bajo con 23.95 %.

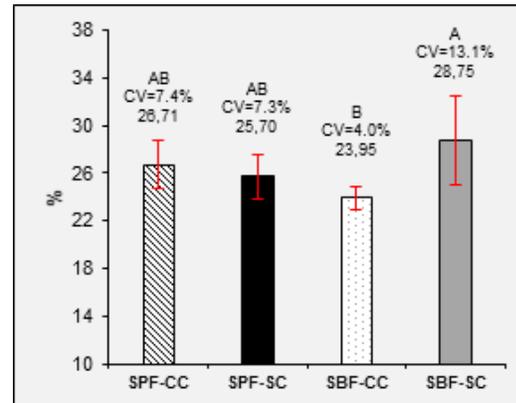


Figura 3. Humedad del suelo (%) en sistemas de riego presurizados, 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Barras verticales en cada columna indican el error estándar de las medias.

Resistencia a la penetración

La dinámica de la resistencia a la penetración del suelo (RPS) es muy variada, teniendo un efecto ascendente a medida que se profundiza el suelo (Figura 3), sobresaliendo la capa de 0-10 cm representando los valores más bajos de RPS en el perfil del suelo para todos los sistemas de riego evaluados; y a partir de la capa de 10 cm hasta los 30 cm se incrementa, llegando a ser variable la RPS entre los 30 a 50 cm de profundidad, atribuyendo a esta última variabilidad, la presencia de texturas finas que lo vuelven más suelto al suelo.

La evaluación de la resistencia a la penetración del suelo (RPS) proyectada en la Figura 3, indica que todos los sistemas de riego evaluados hasta 10 cm de profundidad presentan valores de la RPS menores a 900 kpa, que de acuerdo Zerpa, Sosa, Berardi, Bolatti, Galindo & Maldonado (2013), valores por debajo de 900 kpa no son restrictivos para el desarrollo radicular del cultivo.

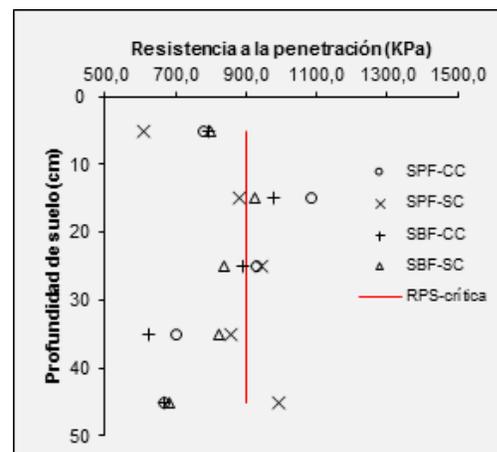


Figura 4. Dinámica de la resistencia a la penetración (kpa) en perfiles de suelos con incidencia de riegos presurizados, 2016.

El análisis de varianza para la resistencia a la penetración del suelo mediante de la prueba de Fisher a un 95.0% de confianza dio un valor de probabilidad de 0.748, valor por encima del 0.05, por lo que se establece que no hubo estadísticamente diferencia entre las medias de la RPS entre los suelos con y sin uso de cobertura, como lo indica la Figura 4.

De acuerdo a la prueba de Duncan se estableció en un solo grupo homogéneo a la RPS, sobresaliendo el sistema de riego subfoliar sin cobertura vegetal con 857.51 kpa a lo largo de su perfil (0-50 cm) al contrario del sistema de riego subfoliar sin cobertura vegetal que presento el valor medio más bajo a lo largo del perfil con 790.58 kpa. Los efectos de la RPS a lo largo del perfil del suelo presentaron valores por debajo de los restrictivos para el desarrollo radicular (< 900 Kpa), indicando que los sistemas de riego con cobertura vegetal dieron los valores más bajos de RPS, indicando que los riegos suprafoliares presentan una mayor RPS que los sistemas subfoliares.

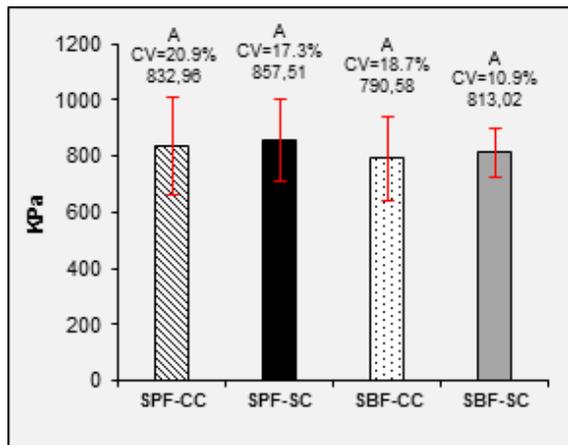


Figura 5. Resistencia a la penetración del suelo (kpa) en sistemas de riego presurizados, 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Barras verticales en cada columna indican el error estándar de las medias.

Densidad aparente

En la Figura 5 aparece la dinámica de la densidad aparente en perfiles de suelos con y sin uso de cobertura vegetal, en el que se observa que en la capa de 0-10 cm la mayoría de los sistemas y tratamientos evaluados están cerca o por debajo del límite crítico de la densidad aparente de 1,40 g/cm³ para suelos franco limosos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2000) a excepción del sistema de riego suprafoliar sin cobertura vegetal el cual supero los límites críticos. Se observa un incremento de la densidad para todos los sistemas y tratamientos evaluados desde superficial hasta los 20 cm y que a partir de esta empieza

a descender el valor de la densidad a medida que profundiza el suelo.

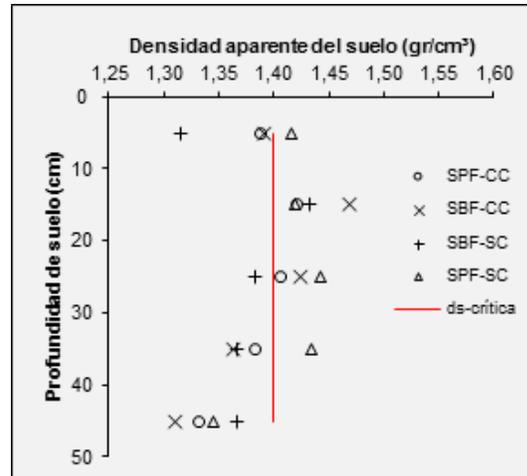


Figura 6. Dinámica de la densidad aparente del suelo (gr/cm³) en perfiles de suelos con incidencia de riegos presurizados, 2016.

El análisis de varianza para la densidad aparente del suelo dio un valor de probabilidad de 0.90, mayor al 0.05 de probabilidad límite, por lo que se establece que no hubo diferencia significativa entre los sistemas de riego evaluados y el tratamiento utilizado.

De acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan se obtuvieron valores estadísticamente iguales para todos los sistemas de riego evaluados, destacándose el sistema de riego suprafoliar sin cobertura vegetal con 1.41 g/cm³, seguidos de los sistemas de riego suprafoliar con cobertura vegetal y subfoliar sin cobertura vegetal con 1.39 g/cm³ para ambos sistemas de riego. El valor más bajo de la densidad aparente fue el sistema de riego subfoliar sin cobertura vegetal con 1.37 g/cm³ (Figura 6). El riego suprafoliar con cobertura vegetal presento supero el límite crítico de la densidad aparente.

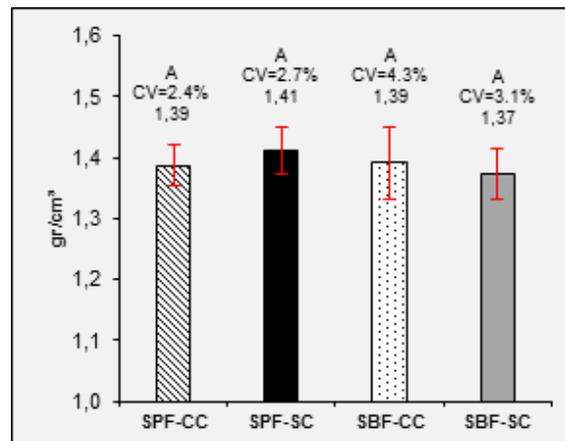


Figura 7. Densidad aparente del suelo (gr/cm³) en sistemas de riego presurizados, 2016. Medias con una letra común no son

significativamente diferentes ($p > 0.05$). Barras verticales en cada columna indican el error estándar de las medias.

Densidad real

En la Figura 7 se valora la distribución de la densidad real del suelo en todo su perfil de muestreo, indicando que la mayoría de los sistemas de riego a excepción del sistema de riego subfoliar con cobertura vegetal, muestran un valor menor al límite crítico de 2.4 g/cm^3 según Cairo (1995), observándose incrementos de la densidad real del suelo a partir de la capa de 10 cm de profundidad hasta los 20 cm; siendo la densidad real variable a lo largo de su perfil a partir de este estrato del suelo.

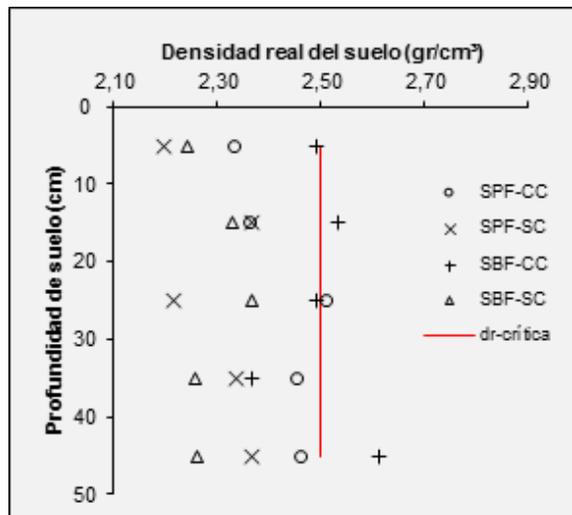


Figura 8. Dinámica de la densidad real del suelo (gr/cm^3) en perfiles de suelos con incidencia de riegos, 2016.

El valor de la probabilidad para los tratamientos en el análisis de la varianza fue de 0.0002, valor por debajo del propuesto de 0.05; por lo que, se estableció diferencia significativa entre el uso o no de cobertura vegetal, considerando la densidad real.

Se establecieron dos grupos dentro de análisis de las medias de la densidad real. En el primer grupo se ubicaron los valores más altos conformados por el sistemas de riego subfoliar con cobertura vegetal, con 2.50 g/cm^3 y el sistema de riego suprafoliar con cobertura vegetal con 2.42 g/cm^3 . Los valores del segundo grupo estadísticamente igual lo conforma el sistema de riego suprafoliar sin cobertura vegetal con 2.30 g/cm^3 y el sistema de riego subfoliar sin cobertura vegetal con 2.29 g/cm^3 . Los valores de densidad real estuvieron por debajo de los límites críticos de esta, siendo lo riegos asociados con cobertura vegetal los de mayor contenido de densidad real (Figura 8).

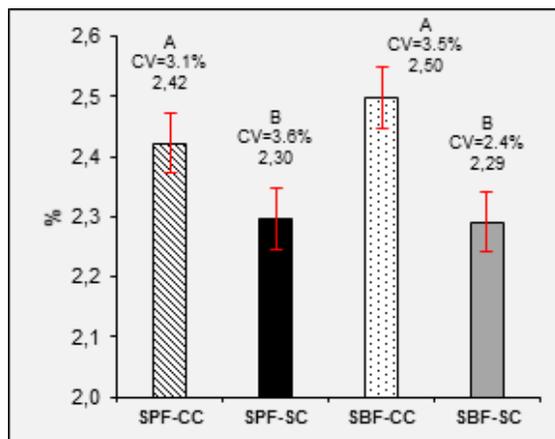


Figura 9. Densidad aparente del suelo (gr/cm^3) en sistemas de riego presurizados, 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Barras verticales en cada columna indican el error estándar de las medias.

Porosidad total

En la Figura 9 se observa la dinámica de la porosidad total del suelo, en la que la capa superior (0-10 cm) se encuentran valores cercanos o por encima del 40 % que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2000), es el límite crítico de la porosidad, sobresaliendo que el riego suprafoliar sin cobertura vegetal presenta el valor más bajo (Tabla 3) al límite crítico. De la misma manera que la densidad real, en el perfil de los suelos se expresa un incremento de la porosidad y en otros una reducción que va desde el nivel del suelo hasta los 20 cm de profundidad y tiende a disminuir al llegar a los 30 cm y retoma el aumento a partir de los 40 a 50 cm.

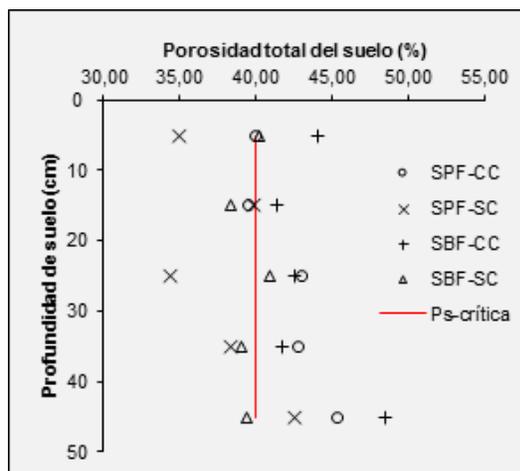


Figura 10. Dinámica de la porosidad total del suelo (%) en perfiles de suelos con incidencia de riegos presurizados, 2016.

El valor de probabilidad de la prueba de Fisher a un nivel del 95.0% de confianza para el porcentaje de porosidad total del suelo fue de 0.0091, menor que 0.05, que consecuentemente indicia a una diferencia estadísticamente significativa entre la media

de la porosidad total del suelo entre el uso o no de coberturas vegetales.

La prueba de rangos múltiples de Duncan estableció cuatro grupos homogéneos al porcentaje de porosidad total del suelo, estableciendo que la porosidad total del suelo tuvo mejor resultado en los sistemas de riego con cobertura vegetal tanto para el subfoliar como el suprafoliar, con un 43.64 y 42.15 % de porosidad total, valores que se encuentran por encima del límite crítico. El porcentaje de porosidad total para el sistema de riego suprafoliar sin cobertura vegetal fue de 38.04 % siendo el de valor más bajo y estadísticamente igual sistema subfoliar sin cobertura vegetal (Figura 10).

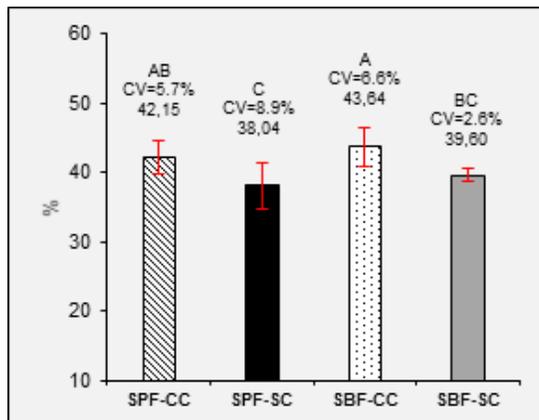


Figura 11. Porosidad total del suelo (gr/cm^3) en sistemas de riego presurizados, 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Barras verticales en cada columna indican el error estándar de las medias.

Índice de estabilidad estructural (IEE) e índice de encostramiento (IE)

En la Tabla 3 se indica el índice de estabilidad estructural, que de acuerdo al análisis de varianza el valor de la probabilidad fue mayor al 0.05, por lo que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados lo que evidencia la prueba de Duncan al 95 % de confianza, el cual clasificó al índice de estabilidad estructural en un solo grupo homogéneo, siendo el riego suprafoliar sin cobertura vegetal el que presentó el valor más bajo con 4.38.

El índice de estabilidad estructural en los sistemas de riego evaluados, presentaron valores comprendidos entre 4.38 y 5.70 para SPF-SC y SPF-CC respectivamente y que de acuerdo a Fernández (2014), los valores de IEE inferiores a 5 indican suelos degradados, los valores de IEE entre 5 y 7 indican suelos con alto riesgo a la degradación física por encostramiento o compactación; los valores de IEE entre 7 y 9 indican suelos con moderado riesgo a la degradación y los valores IEE superiores a 9 representan suelos estructuralmente estables; por lo tanto, el riego suprafoliar

sin cobertura vegetal presentó un IEE = 4.38 clasificándose como un suelo degradado estructuralmente, y los demás riegos evaluados estuvieron entre los rangos de 5 a 7 por lo que se calificaron como suelos con alto riesgo de degradación física.

Para establecer la existencia de formación de costras en los suelos evaluados se obtuvo el índice de encostramiento (IE) que según Lobo & Pulido (2006), varía entre valores menores a 1.5 para los suelos que no forman costra y valores mayores a 1.5 para los que están sujetos a una intensa formación de costras. En atención a lo cual, se obtuvo que los riegos con cobertura vegetal obtuvieron valores por debajo de 1.5, de tal forma que no forman costras; por lo contrario de los riegos sin cobertura vegetal que presentaron valores por encima de 1.5 con presencia de formación de costras.

Tabla 3. Índice de encostramiento (I.E) en suelos bananeros con incidencia de riegos presurizados bajo usos de coberturas vegetales.

Riego vs Cobertura	Arzulla (%)	Limo (%)	M.O (%)	IEE	CV (%)	IE	CV (%)
SBF-CC	15.45	34.95	2.33	4.70 a	7.3%	1.04 b	17.5%
SBF-SC	7.58	42.18	1.93	4.86 a	10.6%	1.54 ab	12.9%
SPF-CC	7.83	44.45	3.00	5.70 a	11.4%	1.36 ab	16.7%
SPF-SC	2.45	44.71	1.93	4.38 a	5.2%	1.94 a	14.5%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

La prueba de Duncan al 95 % de confianza agrupó en tres grupos al índice de encostramiento, en el que el riego suprafoliar sin cobertura vegetal obtuvo el valor más alto con IE=1.94, y el riego subfoliar con cobertura vegetal el más bajo con un IE=1.04, además de un grupo intermedio en el que puede darse casos de formación de costras superficiales con valores de IE = 1.36 y 1.54 para riegos suprafoliales sin cobertura vegetal y subfoliales sin cobertura vegetal (Tabla 3).

Correlación de Pearson

En el sistema de riego suprafoliar con cobertura vegetal se resaltó el alto valor significativo, de la correlación negativa entre la humedad del suelo y la densidad aparente y con la porosidad total con quien presentó una relación positiva; también se obtuvo una relación en sentido directo entre la resistencia a la penetración y la densidad aparente del suelo, e inversa con la porosidad total; al igual que

las relaciones negativas entre la densidad aparente, la porosidad total y porcentaje de limo en el suelo, por al contrario con la arcilla que presenta una relación positiva; además de la relación positiva entre la densidad real y el porcentaje de humedad; además de la relación negativa entre la arcilla y el limo presente en el suelo. El sistema de riego suprafoliar sin cobertura vegetal obtuvo una relación significativa de sentido directo con la porosidad total y el contenido de arcilla, al contrario con la densidad aparente que presentó una relación negativa; la relación negativa entre la densidad aparente y porosidad total, a más de la relación positiva entre la densidad real y la porosidad.

Tabla 4. Correlaciones de Pearson para las propiedades físicas de los suelos.

	Hs	RPS	Da	Dr	Pt	Arc	Lm
SPF-CC	Hs	1.00					
	RPS	-0.03	1.00				
	Da	-0.65**	0.35*	1.00			
	Dr	-0.05	-0.13	0.03	1.00		
	Pt	0.33*	-0.33*	-0.52**	0.82**	1.00	
	Arc	-0.22	0.28	0.52**	-0.01	-0.28	1.00
	Lm	0.25	-0.22	-0.32*	-0.06	0.13	-0.62**
SPF-SC	Hs	1.00					
	RPS	-0.09	1.00				
	Da	-0.41**	-0.06	1.00			
	Dr	0.07	-0.13	0.01	1.00		
	Pt	0.36*	-0.04	-0.76**	0.64**	1.00	
	Arc	0.34*	0.07	-0.27	-0.07	0.16	1.00
	Lm	0.26	0.09	-0.26	-0.15	0.15	-0.19
SBF-CC	Hs	1.00					
	RPS	-0.04	1.00				
	Da	-0.17	0.01	1.00			
	Dr	-0.24	-0.08	0.01	1.00		
	Pt	-0.01	-0.07	-0.49**	0.82**	1.00	
	Arc	-0.17	0.29	-0.02	0.06	0.08	1.00
	Lm	0.05	-0.56**	0.14	-0.15	-0.23	-0.29
SBF-SC	Hs	1.00					
	RPS	-0.02	1.00				
	Da	-0.72*	0.09	1.00			
	Dr	0.02	0.00	-0.01	1.00		
	Pt	0.48**	-0.07	-0.65**	0.74**	1.00	
	Arc	-0.11	0.21	0.21	-0.371*	-0.40*	1.00
	Lm	0.14	-0.27	-0.10	-0.01	0.07	-0.63**

La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Hs= humedad del suelo; RPS=resistencia a la penetración del suelo; Da=densidad aparente; Dr=Densidad real; Pt=Porosidad total; Arc= Arcilla; Lm= limo.

En el sistema de riego subfoliar con cobertura vegetal se presentó una relación positiva de la porosidad total con la densidad real, al contrario que de la relación negativa que obtuvo con la densidad aparente, al igual que la relación negativa entre el contenido de limo y la resistencia a la penetración.

En cuanto a las correlaciones obtenidas para el sistema de riego subfoliar sin cobertura vegetal sobre sale la relación positiva entre la porosidad total, la humedad del suelo y la densidad real, al contrario con la densidad aparente con quien tiene una relación negativa; también existió una relación negativa entre la humedad del suelo y densidad aparente, además de las relaciones negativas de la arcilla con la densidad real, porcentaje de porosidad total y contenido de limo en el suelo.

Los porcentajes de humedad a nivel de la superficie (0-10 cm) presentaron valores por encima del 25 % de humedad en todos los riegos evaluados, sobresaliendo los sistemas de riego con cobertura vegetal basado en que la hojarasca depositada en el suelo por efecto de la cubierta favorece positivamente la retención de humedad (Luna, López & Larios, 2012). La humedad tuvo la tendencia a disminuir hasta una profundidad de 30 cm; y que a partir de esta, se presenta una humedad variable hasta los 50 cm de profundidad (Figura 2). El movimiento de la humedad en el suelo puede ser relacionado por la densidad aparente, disminución del espacio poroso y los cambios texturales (Mogollón, 2012), ya sea por las proporciones de arcilla o bien de arenas que presente el suelo, el agua ocupara total o parcialmente los espacios o poros comprendidos entre las partículas sólidas de la textura (Largaespada & Henríquez, 2015), que inclusive la presencia de altos contenidos de arcillas expansivas (vermiculitas) puede ocasionar grietas, incrementando los valores de movimiento de agua en el suelo (Mogollón, 2012).

(Hossne García, Mayorca Jaime, Salazar Bastardo, Subero Llovera & Zacillo Contreras (2009), obtuvieron valores óptimos de compactación entre 9 y 12 % de humedad gravimétrica, para suelos francos arenosos concluyendo que la máxima compactación ocurre cerca o dentro de la capacidad de campo y por debajo del límite plástico; por lo tanto, los suelos evaluados se encuentran susceptibles a la compactación.

Lo que se evidencia al observar que para cada profundidad, la variabilidad de la RPS es de media a alta. Esto es muy común, pues los efectos del pisoteo por

actividades laborales, el peso de las maquinarias y efectos de los riegos, se distribuyen espacialmente en forma heterogénea. Además, la humedad edáfica durante los momentos en que operan los factores compactantes, la acción de las raíces y otros aspectos tienen también una gran variabilidad dentro de cada compactada (Zerpa, et al., 2013).

Sin embargo la porosidad y la densidad son propiedades que pueden variar de acuerdo a la situación de la actividad e intensidad laboral, siendo indicadores de la mayor o menor compactación que estos promuevan (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2000), lo que se puede afirmar con los suelos con cobertura vegetal los cuales presentaron mayor porcentaje de porosidad (> 40 %), aunque en la dinámica de la porosidad en el perfil del suelo (Figura 9) se observó una reducción en la capa superficial (0-10 cm) para el riego suprafoliar sin cobertura vegetal, en la que el efecto de compactación sobre la porosidad es más severo que a capas más profundas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2000).

En la superficie del suelo se presentan mayores densidades que a 15 cm de profundidad, lo que podría demostrar que la superficie del suelo presenta una compactación diferente a la capa subsuperficial (Henríquez, et al., 2011), lo que puede observar que suelos superficiales (10-20) evaluados con tendencia a disminuir la densidad para los sistemas y tratamientos estudiados, esta alteración de la densidad varía en forma inversamente proporcional a la humedad (Hossne García, 2008), también es común que los valores de densidad aparente aumenten cuando en algún horizonte hay migración de arcilla, tal cual ocurre en horizontes argílicos, en cuyo caso la arcilla se deposita sobre los agregados del suelo reduciendo el espacio de vacíos (Forsythe & Alvarado, 2005).

EL valor de la densidad real se basa a que la materia orgánica posee un peso menor que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de la densidad real constituyente en un suelo afecta marcadamente a la densidad de partículas, de acuerdo a lo que se obtuvo en las correlaciones en la que el aumento de la arcilla con lleva a la disminución de la densidad real, y si la densidad real disminuye la lo hace de igual manera la porosidad (Tabla 4), como consecuencia, se evidencia que los suelos superficiales poseen generalmente una densidad de partículas más baja que la del subsuelo. La densidad más alta en estas condiciones, suele ser de $2,4\text{g/cm}^3$ (Huerta, 2010).

El índice de estabilidad estructural indicó que suelos en estudio tienden a presentar alto riesgo a la degradación física por encostramiento o compactación, siendo estos los suelos con mayor riesgo a la

degradación física, que limitan el desarrollo agrícola, y que está en función del contenido de materia orgánica, que depende a su vez, del tipo de cobertura o cultivo y de la práctica de manejo (Fernández, 2014), lo que se refleja con el índice de encostramiento en el que los sistemas de riego presurizados sin cobertura vegetal presentaron valores por encima de 1.5 lo que confirma la presencia de costras superficiales, y los sistemas de riego con cobertura presentaron los valores más altos de materia orgánica, y por ende no presentan un índice de formación de costras.

CONCLUSIONES

Los suelos bananeros estudiados presentaron alto riesgo a la degradación física por encostramiento o compactación.

Los suelos bananeros bajo influencia de riegos presurizados tanto con cobertura vegetal y sin esta, alcanzaron valores cercanos o por encima de los límites críticos de las propiedades físicas evaluadas en alguno de sus estratos del suelo.

El uso de la cobertura vegetal en suelos bananeros con incidencia de riegos presurizados no evito el adensamiento de estos.

El uso del Kudzu como cobertura vegetal en el manejo del cultivo de banano con incidencia de riegos presurizados, evita la formación de costras superficiales en el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, C. A., Monedero, M., Hernández, S., Somoza, S., & Sánchez Carrasco, L. (2000). Efecto de la compactación del suelo en la producción de frijol. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1), 53-57. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_mesov11n02_053.pdf
- Arranz, C., Galantini, J., Iglesias, J., Kruger, H., & Venanzi, S. (2011). *Sistemas de labranza: Efecto del pastoreo animal sobre la distribución del tamaño de los poros*. Bahía Blanca: Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.
- Becerra, C., Madero, E., Herrera, O., & Amézquita, E., (2005). Caracterización espacial de la compactación en terreno agrícolas de CIAT, Colombia. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 8(16), 33-37. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol8_n16/a05.pdf
- Cairo, P., (1995). La Fertilidad Física del suelo y la Agricultura Orgánica en el trópico. Managua: Universidad Nacional Agraria.

- Fernández, L., (2014). Aplicación del índice de estabilidad estructural de Pieri (1995) a suelos montañosos de Venezuela. *Terra nueva etapa*, 30(48), 143-153. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ter/article/viewFile/7689/7612
- Forsythe, W., & Alvarado, A. (2005). Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 29(1), 85-94. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6312831.pdf>
- Henríquez, C., et al. (2011). Determinación de la resistencia a la penetración, al corte tangencial, densidad aparente y temperatura en un suelo cafetalero, Juan Viñas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 35(1), 175-184. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6693>
- Hossne García, A., Mayorca Jaime, Y. N., Salazar Bastardo, L. D., Subero Llovera, F. A., & Zacillo Contreras, A. M. (2009). Humedad compactante y sus implicaciones agrícolas en dos suelos franco arenoso de sabana del estado Monagas, Venezuela. *UDO Agrícola*, 9(4), 937-950. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3394198.pdf>
- Hossne García, A. (2008). La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso expansión/contracción del suelo. *Terra Latinoamericana*, Julio-Septiembre, 26(3), 195-202. Recuperado de <https://www.chapingo.mx/terra/download.php?file=completo&id=M-jYzMTk1>
- Huerta, H., 2010. Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de San Joaquín, Qro., y su relación con el crecimiento bacteriano. Tesis de pregrado. Santiago de Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Jaimes, A. (2011). *Indicadores ambientales y evaluación de la degradación del recurso suelo*, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Largaespada, K., & Henríquez, C. (2015). Distribución espacial de la humedad y su relación con la textura en el suelo. *Agronomía Costarricense*, 39(3), 137-147. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/21814>
- Lobo, D., & Pulido, M. (2006). Métodos e índices para evaluar la estabilidad estructural de los suelos. *Venesuelos*, 14(1), 22-37. Recuperado de <http://venesuelos.org.ve/index.php/venesuelos/article/view/103>
- Luna, F., López, J., & Larios, R. (2012). Sistemas de manejo en café (Coffe arabica L.) Y su efecto en la fertilidad del suelo y el rendimiento del café oro, Masatepe, Masaya. *La Calera*, 12(18), 29-36. Recuperado de <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/1122>
- Martínez-Mena, M., Abadía, R., Castillo, V. & Albaladejo, J. (2001). Diseño experimental mediante lluvia simulada para el estudio de los cambios en la erosión del suelo durante la tormenta. *Cuaternario y Geomorfología*, 15(1-2), 31-43. Recuperado de <http://digital.csic.es/handle/10261/16600>
- Mogollón, M. (2012). Comportamiento espacial de la resistencia mecánica de a la penetración y su relación con propiedades físicas del suelo en áreas con diferentes usos y ocupaciones en la Sabana de Bogotá. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Muñoz, D., Ferreira, M., Escalante, I., & López, J. (2013). Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana*, 31(3), 201-210. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v31n3/2395-8030-tl-31-03-00201.pdf>
- Nin, R. (2008). *Tecnología del riego por aspersión estacionario. Calibración y validación de un modelo de simulación. Tesis doctoral*. La Mancha: Universidad de Castilla – La Mancha.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Roma: FAO.
- República del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2008). *Mapa de climas de la República del Ecuador*. Quito: INAMHI.
- Reyes, W. (2010). Evaluación de la susceptibilidad a la compactación en cuatro series de suelo bajo uso agrícola en Venezuela. *Bioagro*, 22(1), 29-36. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000100004
- Salamanca, A., & Sadeghian, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 56(4), 381-397.
- Shaxson, F., & Barber, R. (2005). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. El significado de la porosidad del suelo*. Roma: FAO.
- Soto, M. (2008). *Bananos-Técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización*. Segunda ed. San José: Litografía e Imprenta LIL.
- Usón, A., Boixadera, J., Bosch, Á., & Enrique, A. (2010). *Tecnología de suelos: Estudio de casos*. Primera ed. Zaragoza: Pressas Universitarias de Zaragoza.
- Zerpa, G., Sosa, O., Berardi, J., Bolatti, J., Galindo, A., & Maldonado, J. (2013). La resistencia mecánica a la penetración en pasturas. *Agromensajes*, 35, 64-68. Recuperado de <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/35/12AM35.pdf>



05

05

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

EL CULTIVO DE LA UCHUVA (PHYSALIS PERUVIANA L.)

THE GOOSEBERRY (PHYSALIS PERUVIANA L.) CULTIVATION

Lucy Marley Ruiz Gaitan¹

E-mail: lucy.ruiz@unipamplona.edu.co

Dr. C. Leónides Castellanos González¹

E-mail: lclcatell@gmail.com

Ing. Cristian Jair Villamizar¹

E-mail: jairvillamizar27@gmail.com

¹ Universidad de Pamplona. Bucaramanga. Colombia.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Ruiz Gaitan, M., Castellanos González, L., & Jair Villamizar, C. (2018). El cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 46-53. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La uchuva (*Physalis peruviana* L.), es una planta herbácea que tiene una amplia distribución en América del Sur, actualmente se cultiva en Perú, Colombia, Bolivia, Ecuador, California, Sudáfrica, Kenia, Egipto, el Caribe, Asia, Hawái y Costa Rica. Colombia se ha situado como el mayor productor y exportador a nivel mundial lo que hace que el cultivo de la uchuva se destaque como un potencial de desarrollo promisorio para las diferentes regiones productoras del país, esto se debe a los excelentes precios del mercado extranjero y la viabilidad de la fruta en pos cosecha. La uchuva es un cultivo que requiere labores agronómicas tales como la poda, fertilización, tutorado, y además de esto condiciones ambientales determinadas para su óptimo desarrollo. Los distintos derivados de esta baya se comercializan con facilidad además de todos los beneficios que aportan al cuerpo.

Palabras clave: Cultivo, uchuva, exportación, labores agronómicas.

ABSTRACT

The gooseberry (*Physalis peruviana* L.), is an herbaceous plant that has a wide distribution. It is currently cultivated in Peru, Colombia, Bolivia, Ecuador, California, South Africa, Australia, Kenya, India, Egypt, the Caribbean, Asia, Hawaii and Costa Rica. Colombia has been situated as the largest producer and exporter worldwide, which makes the cultivation of gooseberry, stands out as a promising development potential for the different producing regions of the country, this is due to the foreign excellent market prices and the viability of the fruit in POS harvest. The gooseberry is a crop that requires agronomic work such as pruning, fertilization, tutoring, and in addition, environmental conditions for its optimal development. The different derivatives of this berry are easily marketed to all the benefits they give to the body.

Keywords: Cultivation, gooseberry, exportation, agronomic work.

INTRODUCCIÓN

Las plantas pertenecientes al género *Physalis* abarcan cerca de cien especies las cuales se caracterizan debido a la forma en que sus frutos están contenidos dentro de un cáliz. *Physalis peruviana* L. es la especie más representativa, es originaria de la región andina, además crece como planta silvestre y semi-silvestre en las zonas de 1.500 a 3.000 m.s.n.m., otras especies que se han cultivado por los frutos son *P. pruinosa* y *P. ixocarpa* (Bonilla, Espinosa, Posso, Vásquez & Muñoz, 2008).

Smith (2012), afirmó que el cultivo de la uchuva presenta buen comportamiento en las regiones que se ubican entre 1800 y 2800 metros sobre el nivel del mar, con alta luminosidad, temperaturas promedio entre 13 y 18 grados centígrados, precipitación anual de entre 1000 y 2000 milímetros y humedad relativa de 70 a 80 %, preferiblemente en suelos con una estructura granular y una textura areno — arcillosa, que contengan altos contenidos de materia orgánica y un pH entre 5.5 y 6.8. Aunque no se conocen variedades definidas de la especie *P. peruviana*, sí se conocen varios ecotipos, cultivándose básicamente tres: Kenia, Sudáfrica y Colombia, de donde han tomado sus nombres; estos se diferencian por el color y el tamaño del fruto, por la forma del cáliz y por el peso de los frutos cuando maduran. Por otra parte se señala que la planta se adapta a altitudes que oscilan entre los 1500 y 3000 msnm, la altura óptima en la cual se desarrollan los mejores cultivos son entre los 1800 msnm y los 2800 msnm, incluyendo en estas temperaturas que varían entre los 13 y 18°C y además de esto debe tener una pluviosidad que ronde entre los 1000 y 2000 mm anuales, siendo estos bien distribuidos según las necesidades hídricas del cultivar, también requiere un promedio de humedad relativa del 75% (Fisher, 2000).

En Colombia se han desarrollado por parte del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, dos variedades, las cuales han sido nombradas como Corpoica-Andina, esta ha sido caracterizada por la capacidad de adaptarse al altiplano cundiboyasense, el nudo de los pastos y las montañas de Antioquia, además, produce floración 104 días después de su trasplante y su primer fruto maduro se consigue a los 173 días. La otra variedad es llamada Corpoica-Dorada, se diseñó para adaptarse a las montañas de Antioquia y el altiplano cundiboyasense, a diferencia de la otra variedad es 10 días más precoz en cuanto a floración, pero dura 172 días en obtener fruto maduro, es decir, lleva más tiempo madurando que la otra variedad, no existen grandes diferencias que puedan establecer cual es más apropiada al momento de emplear en un cultivo

(Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017).

La uchuva es atacada por diferentes patógenos: bacterias, nematodos, virus y hongos. Entre las enfermedades de origen bacteriano tenemos la mancha grasienta, producida por el ataque de *Xanthomonas* sp., y la marchitez bacterial, debida al ataque de *Ralstonia solanacearum* (Angulo, 2003). Entre los nemátodos reportados se encuentra *Meloidogyne* sp. Y entre los virus encontramos enrollamiento de la hoja (PLRV), virus Y de la papa (PVY) y virus Moteado Andino (APMV) (Blanco, 2000; Angulo, 2003). Los hongos son los patógenos más abundantes, y estos pueden causar enfermedades como: Damping-off (*Pythium* sp.), mancha gris (*Cercospora* sp.), muerte descendente (*Phoma* sp.), moho blanco o pudrición algodonosa (*Sclerotinia sclerotiorum*), moho gris (*Botrytis* sp.), marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*) y mancha negra de las hojas (*Alternaria* sp.) (Ariza, 2000; Blanco, 2000; Angulo, et al., 2005).

DESARROLLO

En Colombia la uchuva empezó a ser un cultivo comercial desde la década de los ochenta especialmente desde 1985, cuando este producto comenzó a tener acogida en los mercados internacionales, donde hoy se comercializa en fresco y procesada.

En la actualidad se encuentran diferentes productos procesados a partir de la uchuva como la mermelada, la uchuva pasa y los confites de uchuva cubiertos de chocolate. Por sus características puede ser procesada para jugo, néctar, pulpa y otros productos con azúcar como el bocadillo.

Los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Cauca, Huila, Magdalena, Nariño y Tolima se localizan los municipios que reúnen las mejores condiciones para el cultivo de uchuva, ya que cuentan con una ubicación estratégica en relación con los mercados.

Botánica de la uchuva (Physalis peruviana L.)

Hierbas anuales o perennes, algunos sufrútices y pocos arbustos, desde 20 cm hasta 2 m de alto; con rizomas en la mayoría de las perennes; erectas. procumbentes, postradas o extendidas, con frecuencia se apoyan en otras plantas; glabras o pubescentes, los tricomas simples a ramificados o estrellados, algunas veces glandulares, por lo común viscidas y con olor fétido. Tallos con ramificación dicotómica, poco o muy ramificados desde la base, cilíndricos, rara vez angulosos, lisos o costados, herbáceos o algunas veces lignificados en la base, en algunas especies llegan a enraizar en los nudos basales. Hojas pecioladas, alternas, rara vez parecen opuestas,

solitarias o geminadas, limbo foliar generalmente ovado, en ocasiones orbicular, lanceolado o linear lanceolado; la margen entera, repanda, sinuada, aserrada o sólo con algunos dientes; el ápice agudo, obtuso y pocas veces acuminado; la base decurrente, cuneada, simétrica u oblicua, rara vez subcordata o hastada (Fischer, Miranda, Piedrahita & Romero, 2005).

Normalmente las inflorescencias son solitarias, tiene botones esféricos u ovoides, glabros como también pubescentes. Sus flores son pediceladas, aliares y péndulas. Cáliz lobado, la corola es campanulada. Fruto: una baya succulenta, en su mayoría sésil y pocas veces sobre tan ginóforo, la baya de color verde, naranja, amarilla o con tonos púrpuras, de 0,8-2,5 cm de diámetro. Semillas numerosas, reniformes, de 1,5-2 mm de diámetro, amarillas o de color café dorado (Fischer, et al., 2005).

La uchuva hace parte de la familia Solanaceae. *Physalis* es un género que tiene una mayor acentuación en América los países en los que tiene presencia son en Estados Unidos de América, México, Centroamérica, América del Sur y las Antillas, con algunas especies presentes en Europa. Este género posee al menos unas 100 especies, y más de la mitad de estas crecen en México, lo que conlleva a considerarse este país como su centro de diversidad (D'Arcy, 1991; Martínez, 1998).

Morfología de *Physalis peruviana* L.

Esta planta es de hábito arbustivo, con un buen manejo a nivel de cultivo puede vivir durante más de dos años lo que la convierte en un arbusto perenne, sus hojas se caracterizan por su forma acorazonadas y la presencia de bellos pubescentes, puede alcanzar una altura promedio de 1-1,5 m, las ramas de esta planta pueden tener un mayor desarrollo que la rama principal lo que se denomina crecimiento simpodial. En el momento en que el tallo o rama principal ha formado un promedio de 10 nudos, presenta dos ramificaciones, los cuales producen cuatro tallos con la capacidad de cargar frutos. Cuando se realizan labores agronómicas como el tutorado y la poda, estas plantas alcanzan máximos de crecimiento de dos metros (Brücher, 1977).

Las flores amarillas y en forma de campana se polinizan por acciones abióticas como lo es el viento, y factores bióticos como los insectos (National Research Council, 1989), mientras que, (Gupta & Roy, 1981), señalan que la autopolinización es una práctica común.

Una de las más resaltadas características de la uchuva es la forma en la que el cáliz, el cual es pequeño al inicio del crecimiento de la fruta, se desarrolla

hasta el punto de formar un vejigón de unos 4-5 cm, encerrando el fruto (Brutcher, 1989). Un indicador de que el fruto está maduro es el color café claro y la textura pergaminosa que adquiere el cáliz o capacho. En climas más cálidos la planta puede florecer y fructificar durante todo el año (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1990).

Las características de la planta, las bayas y los frutos pueden observarse en la Figura 1 bajo las condiciones de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.



Figura 1. Planta de uchuva (a), flores y frutos (b), baya (c) y frutos en el mercado de Pamplona (d).

Ecofisiología de *Physalis peruviana* L. Este cultivar tiene una amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas, puede responder a campo abierto o en invernaderos (Fischer, Almanza-Merchán & Miranda, 2012).

Luz

La radiación emitida por el sol favorece de forma directa la fructificación de la uchuva permitiendo que se realice fotosíntesis en el cáliz; que contiene la fruta, y las hojas contiguas. La planta antiguamente era considerada una maleza, y vivía en asociación con demás plantas y en bosques que les proporcionaban sombra (Verheij & Coronel, 1991). (Fisher, 2000) afirmó que la uchuva Bajo invernadero, tiende a un mayor crecimiento longitudinal y lateral de las ramas

en comparación con el campo abierto, donde la luz ultravioleta y la menor temperatura restringen un desarrollo muy exuberante. La uchuva se clasifica como una planta cuantitativa de día corto, esto hace referencia a que necesita un fotoperiodo corto de en promedio 8 horas al día, estimula la inducción floral, relacionado con 16 horas (Heinze & Midash, 1991)

Temperatura

La uchuva tiene una plasticidad fenotípica amplia, pero las temperaturas promedio óptimas anuales deben estar entre 13 y 16° (Fischer, et al., 2012). Las temperaturas excesivamente altas producen atrofia en la planta en sus épocas de floración y en la fructificación (Wolff, 1991). Por las características mencionadas anteriormente se confirma que es una planta de clima frío, además, se registra una temperatura base de 6,3°C, en la que esta desarrolla el crecimiento del tallo y la formación de nudos (Salazar, 2006), sin embargo, si las temperaturas nocturnas, desciendes por debajo de 10 °C de forma constante, la uchuva corre el riesgo de no prosperar, y tener un desarrollo escaso. Por el contrario, si se datan temperaturas de entre 15 y 22°C, hay un notorio crecimiento exponencial de la hoja, (National Research Council, 1989), ahora bien, si la temperatura llega a más de 29 °C se origina un crecimiento longitudinal de ramas muy altas, con una gran cantidad de nudos y frutos, pero a su vez se retrae el crecimiento de hojas y frutos, quedando como consecuencia estos más pequeños que los de una planta normal (Fischer, 1992).

Altitud

Los lugares con alturas promedio de 1800 y 2800 msnm son los que reflejan el potencial óptimo del cultivar (Fischer & Angulo, 1999), sin embargo, en altitudes que van desde los 2200 y los 2400 msnm se han podido evidenciar cosechas con un índice de producción alto, teniendo en cuenta que estos rendimientos se dan por el microclima creado a partir de las densidades de siembra y el adecuado manejo del cultivo. A medida que la altitud se hace mayor la planta se adapta a las condiciones de menor temperatura y la radiación ultravioleta, respondiendo con un porte bajo y hojas más reducidas y gruesas, además de estas características, el primer pico de producción se alarga, es importante tener en cuenta el promedio óptimo de altitudes pues le confieren al cultivo mayor estabilidad fitosanitaria, ya que por el contrario en elevaciones bajas, la planta se ve con mayor incidencia de enfermedades y plagas, reportándose también reducciones en los ciclos de producción (Galindo & Pardo, 2010).

Agua

El agua en este cultivar cumple funciones vitales, debe estar de forma constante en este debido al crecimiento indeterminado de la planta, y para el adecuado desarrollo vegetativo y la reproducción, más enfáticamente en el cargado de fruto (Fischer, et al., 2012). Las precipitaciones por año deben promediar entre los 1000 y 1500 mm, estos deben estar distribuidos en todo el ciclo del cultivo, además de esto la humedad relativa debe oscilar entre los 70 y 80% (Angulo, 2003). Se debe evitar humedades altas en los tiempos de recolección, pues causa deterioro en la baya, se reporta también el estancamiento del crecimiento del fruto, además el anegamiento en poco tiempo (horas) causa ahogamiento y muerte del sistema radicular (Flóres, Fischer & Sora, 2000).

Suelos

Los suelos aptos para el cultivo de uchuva son aquellos que poseen una estructura granular, de textura franco-arenosa o franco-arcillosa, con un contenido de materia orgánica mayor al 3%, el pH debe oscilar entre los 5,5 y 6,5, de fácil acceso al sistema radical (Almanza, 2012).

Estas características adecuadas de suelo se hacen necesarias para que la planta tenga aireación y no se ahogue, además de esto un buen drenaje que permite la absorción adecuada de nutrientes y la cantidad requerida de agua para su buen desarrollo (Angulo, 2005). La profundidad efectiva de 60 cm le asegura al cultivo un óptimo desarrollo radical con niveles freáticos de 1m (Miranda, 2005).

Labores agronómicas

Poda

Generalmente este arbusto forma ramificaciones amplias y densas, pero debido a su hábito rastrero tiende decaer, y a raíz de esto se debe tener un sistema de poda programado, además se debe combinar con la práctica de tutorado que permite darle a la planta estabilidad y sostenimiento, además de ayudar a evitar el contacto directo del área foliar con el suelo, previniendo la entrada de enfermedades por lesiones, o plagas, sin embargo estas prácticas en conjunto ayudan a evitar la formación de microclimas desfavorables para el cultivo (Zapata, Saldarriaga, Londoño & Díaz, 2002).

Según este autor se encuentran dos tipos de poda; de formación y de mantenimiento, la primera se basa en la eliminación de chupones o brotes que se producen por debajo de la bifurcación, es decir en los primeros 40 cm de altura del tallo principal, esto con el fin de reducir la humedad dentro del área bajera del cultivo y así mismo la aparición de

enfermedades. La poda de mantenimiento o sanitaria es la que tiene mayor relevancia, pues se encarga que quitar las hojas viejas y enfermas además de la remoción de ramas secas, todo esto para reducir las oportunidades de inóculo de las principales enfermedades hospederas.

Sistema de tutorado

Cómo se ha mencionado antes la uchuva es una planta de hábito semi rastrero, lo que acarrea practicas agronómicas extras como lo es el sostenimiento de sus ramas, para evitar que el follaje y los frutos tengan contacto directo con el suelo y así evitar posibles problemas fitosanitarios, esta práctica ayuda a la buena circulación de aire, facilita otras prácticas como la fertilización el plateo y la recolección de fruto (Colombia. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, 2014). El sistema de colgado en doble línea de alambres es uno de los más usados, las ramas quedan colgadas en forma de V (figura 1).

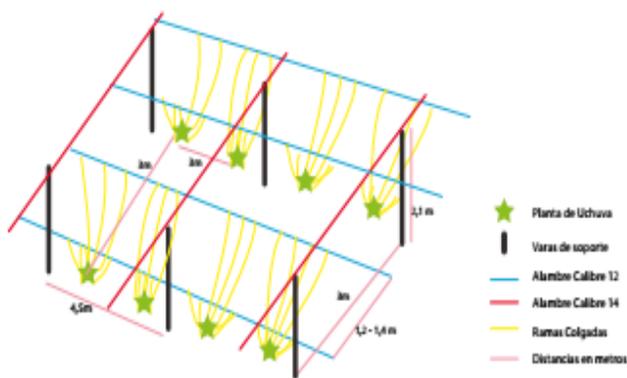


Figura 2. Sistema de colgado en doble línea.

Fuente: Colombia. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia (2014).

Fertilización

Como en todos los cultivos la fertilización se debe hacer bajo el criterio de un análisis químico de suelos, y foliar cuando la plantación ya es adulta, esto con la finalidad de conocer las necesidades nutricionales del propio terreno, así mismo aplicar los correctivos correspondientes antes de establecer el cultivo. Ahora bien, si no se cuenta con la posibilidad de realizar los análisis químicos, hay recomendaciones generales que sirven de guía:

Antes de la siembra se debe preparar el hoyo con 2 - 4 kg de materia orgánica, como gallinaza, porquinaza, champiñonaza, etc., 250 —500 g de cal dolomítica y 100 g de una fuente de fósforo como el superfosfato triple. Un mes después de la siembra aplicar 80 a 120 g/planta de un fertilizante completo

como el 10 — 30 —10 y tres meses después de la siembra aplicar 150 - 200 g/planta del mismo fertilizante, adicionando 50 g de elementos menores como el Agrimins. La aplicación de los elementos menores se debe repetir cada cinco meses. Se recomienda aplicar los fertilizantes en bandas localizados en la zona de gotera de la planta, con el fin de que estén cerca de las raíces absorbentes de la planta. Posteriormente el fertilizante aplicado debe ser tapado con un poco de suelo para evitar pérdidas por volatilidad o arreste a causa del agua de lluvia (Zapata, et al., 2002).

Usos

Consumo en fresco

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una baya jugosa y carnosa, de color amarillo-naranja cuando está maduro, con altos niveles de minerales Fe y P, vitaminas A, C y fibra (Fischer, 2000; Osorio y Roldan, 2004). Su gran contenido en flavonoides y compuestos polifenólicos la hacen poseedora de propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Actualmente hay frutos de uchuva mínimamente procesados con características de alimento probiótico, lo cual constituye un avance para el evolución de los alimentos (Marin, 2010)

Derivados de la uchuva: Mermelada

La uchuva rajada es apta para el procesamiento de mermelada, dado que cumple con las características fisicoquímicas, sensoriales y de calidad que poseen, siendo recomendadas para el consumo humano. La pulpa, néctar y mermelada son opciones para el aprovechamiento de la fruta rajada y blanda, agregando valor a frutos de uchuva que se comercializan generalmente en fresco (Castro Sánchez, Montañez, Acened & Botia Rodríguez, 2014).

CONCLUSIONES

La uchuva es una fruta con cualidades nutritivas importantes, que le aportan al consumidor provitamina A (3.000 I.U. de caroteno por 100 g).m. También es rica en vitamina C, posee algunas del complejo vitamínico B y además contiene proteína (0,3%) y fósforo (55%), valores excepcionalmente altos para una fruta. Actualmente Colombia se encuentra posicionado como el mayor exportador a nivel mundial, ocasionando el incremento de zonas productivas y a su vez más monocultivos de mayores extensiones.

Las practicas agronómicas en los momentos determinantes son claves para mantener una población de patógenos por debajo del umbral económico, y tener una adecuada armonía entre ambiente, cultivo y patógeno.

Es claro que el estudio de enfermedades en uchuva es escaso y desactualizado, por este motivo se hace necesario realizar investigaciones para determinar las especies causales de los distintos patógenos presentes en cada uno de los estadios fenológicos presentados en la planta.

Los cultivos de frutas exóticas son un gran potencial de exportación, estos le podrían proporcionar al país una economía estable, además de generar empleos, debido a la gran cantidad de labores agro-nómicas por desarrollar.

La recopilación de información es necesaria para poder establecer manuales que informen a los productores las problemáticas a las que están expuestos sus cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almanza, P., & Fischer, G. (2012). Fisiología del cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Reunión Técnica da cultura da *Physalis*. Lages: UDESC.
- Angulo, R. (2003) Frutales exóticos de clima frío. Bogotá: Bayer CropScience S. A.
- Angulo, R., Cooman, A., Niño, N., & Espinosa, L. (2005). Manejo integrado de enfermedades. Uchuva: El cultivo. Bogotá: Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colciencias, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales.
- Ariza, R. (2000). Manejo de plagas, Cultivos de uchuva. Producción, pos cosecha y exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Blanco, J. (2000). Manejo de enfermedades. En: V. J., Flóres, G., Fischer, Á. D., Sora, (eds). Cultivos de uchuva. Producción, pos cosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.).(pp. 57-65). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Bonilla, M., Espinosa, K., Posso, A., Vásquez, H., & Muñoz, J. (2008). Establecimiento de una colección de trabajo de uchuva del suroccidente colombiano. *Acta Agron.* 57(2), 95-99. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/1348/1931
- Castro Sánchez, A. M., Montañez, P., Acened, G., & Botia Rodríguez, Y. (2014). Alternativas de procesamiento de uchuva (*Physalis peruviana* L) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5 (1), 121–130. Recuperado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/939>
- Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017) Catálogo de productos y servicios. Bogotá: Anuario Corpoica.
- Colombia. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia. (2014). Manual técnico del cultivo de Uchuva. Antioquia: SADRA.
- D'Arcy, W. (1991). The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. En: I.G. Ilawka, R. L. Lesten, M. Nee, y N. Estrada (eds.). *Solanaceae 3: Taxonomy, chemistry, evolution*. (pp. 75.137). London: Royal Garden Kew and Linnean Society.
- Fischer, G. (2000). Crecimiento y desarrollo, Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Unibiblos.
- Fischer, G., & Angulo R. (1999). Los frutales de clima frío en Colombia. La uchuva. *Ventana al Campo Andino*. 2(1), 3-6.
- Fischer, G., Almanza-Merchán, P. J., & Miranda, D. (2012). Importancia y cultivo de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) *Rev. Bras. Frutic.* 36 (1), 1-15.
- Fischer, G., Miranda, D., Piedrahita, W., & Romero, J. (2005). Poscosecha y exportación de la uchuva en Colombia. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. Bogotá: Universidad Nacional.
- Flóres, V. J., Fischer, G., Sora, Á. D. (2000). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Unibiblos.
- Galindo, J. R., & Pardo L. M. (2010) Uchuva (*Physalis peruviana* L.): Producción y manejo poscosecha. Bogotá: Cámara de Comercio.
- Gupta, S. K., & Roy, S. K. (1981). The floral biology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L. Solanaceae, India). *Indian Journal of Agricultural Science*, 51(5), 353-355.
- Heinze, W., & Midash, M. (1991). Photoperiodische Reaktion von *Physalis peruviana* L. *Gartenbauwiss.* 56 (6), 262-264.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. (1990). situación. perspectiva y basa para un programa de promoción de cultivos y crianzas andinos. I. Foro Internacional para el Fomento de Cultivos y Crianzas Andinos. Cartagena: JUNAC.
- Martínez M. (1998). Revisión de *Physalis* Sección *Epetiorhiza* (Solanaceae). *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica*, 69 (2), 71-117.
- Miranda, D. (2005). Criterios de establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y la poda de la uchuva. Bogotá: Universidad Nacional.

- National Research Council. (1989). Goldenberry (Cape gooseberry). Lost crops of the Incas. Washington, D.C: National Academy Press.
- Smith, A. (2012). Reconocimiento de las enfermedades y plagas en el cultivo de uchuva. Avances en el manejo y control de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Verheij, E. W. M., & Coronel, R. E. (1991). Plant resources of South-East Asia. Amsterdam: Pudoc Wageningen.
- Wolff, X.Y. (1991). Species, cultivar, and soil amendments influence fruit production of two *Physalis* species. *HortScience*, 26 (12). 1558-1559. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19950032438>
- Zapata, J., Saldarriaga, A., Londoño, M., & Díaz, C. (2002). Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.



06

06

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

MEJORAS TECNOLÓGICA PARA LAS PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) EN TECNOLOGÍA DE CULTIVO PROTEGIDO

TECHNOLOGICAL IMPROVE FOR THE CLEANEST PRODUCTIONS OF TOMATO (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) IN TECHNOLOGY OF PROTECTED CULTURE

Yoandris Socarrás¹

E-mail: ysocarras@ucf.edu.cu

Elein Terry Alfonso²

Ángel Lázaro Sánchez Iznaga³

Mailiú Díaz Peña¹

¹ Universidad de Cienfuegos. Cuba.

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Mayabeque. Cuba.

³ Universidad de Valparaíso. Chile.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Socarrás, Y., Sánchez Iznaga, A. L., & Díaz Peña, M. (2018). Mejoras tecnológica para las producciones más limpias de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en tecnología de cultivo protegido. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 54-61. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar mejoras tecnológicas para la producción más limpias de tomate en tecnología protegidos. Se evaluaron tres variantes (0,1 y 2) tecnológicas de producción de tomate y se tuvieron en cuenta todas las materias primas utilizadas en la producción de tomate, desde la fase de semillero del cultivo hasta la cosecha, en una casa de cultivo protegido modelo tropical con 900m² en la Empresa Cítrico Arimao en el municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos. Se utilizó la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), se empleó el método CML, con el software Sima Pro 7.1. Como resultado se obtuvo que la variante dos es la mejor de todas reduciendo el impacto ambiental en un 7,33 %. En el análisis por categorías la de mayor contribución al impacto ambiental es la ecotoxicidad en ecosistemas acuáticos, la sustancia que más influencia tuvo es el fluoruro de hidrógeno con valores 12101.13 kg. En la categoría agotamiento de los recursos abióticos el petróleo y gas natural fueron los compuestos orgánicos que mayor contribución tuvieron. El óxido de azufre es la sustancia de mayor contribución en la categoría acidificación. En la categoría calentamiento global la sustancia que mayor contribución tuvo al medio ambiente es el dióxido de carbono alcanzado un valor total de 272.56 kg. Desde el punto de vista económico financiero la variante dos es la más rentable de todas.

Palabras clave: Análisis de Ciclo de Vida, tecnología protegida, cultivo tomate.

ABSTRACT

The present research was carried out with the objective of evaluating technological improvements for the production of cleaner tomatoes in protected technology. Three technological variants (0,1 and 2) of tomato production were evaluated, two of them were technological improvements based on the results obtained and took into account all the raw materials used in tomato production, from the seedling stage of the crop to the harvest, in a protected cultivation house tropical model with 900m² in the Citric Company Arimao, Cumanayagua Municipality, Cienfuegos Province. It was used the Life Cycle Analysis (LCA) methodology, using the CML method with the SimaPro 7.1 software. As a result it was obtained that variant 2 is the best of all reducing environmental impact by 7.33%. In the categorical analysis the one that contributes most to the environmental impact is ecotoxicity in aquatic ecosystems, the substance that had the most influence was the hydrogen fluoride with values of 12101.13 kg. In the depletion of abiotic resources oil and natural gas were the organic compounds that contributed most. Sulfur oxide is the major contributing substance in the acidification category. In the category of global warming the substance that had the greatest contribution to the environment is the carbon dioxide that reached a total value of 272.56 kg. From the financial economic point of view, variant 2 is the most profitable of all.

Keywords: Life Cycle Analysis, protected technology, tomato cultivation.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de producción protegida de hortaliza se reconoce hoy en día como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año (Casanova, Gómez, Hernández, Chailloux, Depestre & Pupo, 2003).

En Cuba dicha tecnología fue instaurada a finales de los años 90 con el objetivo de lograr el abastecimiento de vegetales durante todo el año a la red hotelera nacional, la población urbana y el mercado de frontera.

Las principales hortalizas producidas en Cuba en la tecnología protegida son: Tomate (*Solanum lycopersicum L.*), Pimiento (*Capsicum annum. L.*), Pepino (*Cucumis sativus L.*) y el Melón (*Cucumis melo L.*) (Casanova, Gómez, Hernández, Chailloux, Depestre & Pupo, 2007).

En esta tecnología de casa de cultivo protegido para el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate, el cultivo necesita una adecuada nutrición y control fitosanitario, al cual estas labores que se realiza al cultivo en las diferentes fases fenológicas, se hace reiteradamente un número de aplicaciones y dosificaciones de los productos químicos, la contaminación de estos productos se puede presentar por varias vías: suelo, aguas superficiales y subterráneas, atmósfera y a los seres vivos.

La fertilización mineral es una de las prácticas agrícolas que conllevan a incrementos notables del rendimiento; sin embargo, su uso inapropiado afecta el ambiente de modo adverso, creando relaciones internutrientes desfavorables que pueden provocar desequilibrios nutricionales en las plantas; acidificando o salinizando los suelos (Armenta, et al., 2001; Chaveli, et al., 2004); contaminando el manto freático debido al lavado de los nitratos y contribuyendo al calentamiento global con la liberación de gases nitrogenados hacia la atmósfera. El uso de los bio fertilizantes y bio estimulantes logra disminuir el uso de fertilizantes químicos y mejorar las condiciones del suelo, manteniendo o aumentando los rendimientos de los cultivos. En este mismo sentido, se indica que la fertilización orgánica sustituye en gran medida el uso de fertilizantes minerales (Soto, 2006).

El uso de fertilizantes orgánicos y la sustitución de pesticidas químicos por biopreparados es una garantía para la salud humana y la conservación del medio ambiente (Camejo, et al., 2010).

Por tal motivo se libera al medio una alta carga tóxica que no se corresponde con la política ambientalista que desarrolla Cuba. Por otra parte no existe

la propuesta de una tecnología científicamente fundamentadas para las producciones más limpias en casa de cultivo, ni para el tomate, ni ningún otro cultivo, aunque sí resultados de investigación donde se proponen alternativas biológicas y de manejo integrado de la fertilización y de las plagas y enfermedades.

Tomado en cuenta lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar variantes de mejoras tecnológicas para la producción más limpias de tomate en la tecnología producción protegida en la Empresa Cítrico Arimao del municipio Cumanayagua, Provincia Cienfuegos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en una casa de protegido perteneciente a la Empresa Cítricos Arimao municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos, en el período comprendido entre septiembre 2012 hasta abril del 2013.

Se aplicó la metodología Análisis Ciclo de Vida (ACV) según la norma ISO 14040 (ISO-14040, 1999). El análisis del ciclo de vida se limitó a las fases fenológicas del cultivo las cuales son: Trasplante – Emisión 1^{er} Racimo floral, Emisión del primer racimo floral a cuaje del 3^{er} racimo, Cuaje del 3^{er} racimo a inicio de cosecha, Producción – Final (Casanova, et al., 2003).

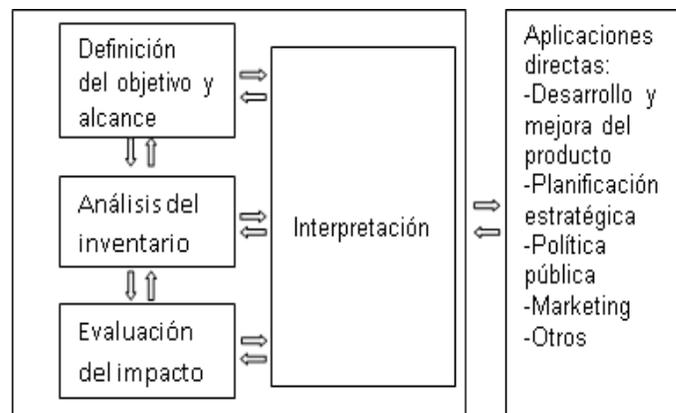


Figura 1. Fases de la metodología del ACV según la norma ISO 14040, 2006.

Otros insumos que se consideraron para su introducción en el software fueron los incluidos en el paquete tecnológico de la casa de cultivo que incluyó sustratos artificiales, energía eléctrica, malla antiáfido, hilo de nylon, presillas plásticas, bandejas de polietileno, semillas (híbridos), cajas plásticas y tubos de zinc galvanizado.

Procedimiento para evaluar el impacto ambiental

Para la evaluación de impacto ambiental generado por el cultivo en su ciclo biológico, se empleó el modelo usado por el Centre of Environmental Science (CML). La metodología propuesta por CML 2000 (Guinée, et al., 2002).

En ella se propone una lista de categoría de impactos clasificadas por grupos como se presentan en la Tabla 1, donde además se exponen las definiciones y las unidades de medida de cada categoría. En esta investigación se usó el programa informático SimaPro 7.0 (2007) que es una herramienta desarrollada por Pré Consultants para el Análisis de Ciclo de Vida. Esta herramienta analiza y compara los aspectos medioambientales de un producto de una manera sistemática siguiendo las recomendaciones de las normas ISO serie 14 040. Entre las principales salidas del programa se incluyó el análisis de los insumos y sustancias que más contribuyeron a las categorías de impacto.

Tabla 1. Categorías de Impacto ambiental y unidades de medida

Categoría de Impacto	Definición de la categoría	Unidad de medida
Ecotoxicidad	Incluye las categorías ecotoxicidad en los ecosistemas. En el cultivo del tomate se usan sustancias tóxicas como son los pesticidas y fertilizantes. La toxicidad de estas sustancias se puede incrementar por el uso de malas prácticas agrícolas.	Kg 1,4 -diclorobenceno eq
Agotamiento de recursos abióticos	Consumo de los recursos naturales del planeta, tales como petróleo, gas natural, uranio, entre otros	kg Sb eq
Calentamiento global	Aumento de la temperatura media del planeta a consecuencia del efecto invernadero ocasionado por el aumento de la concentración de gases poliatómicos. La fertilización nitrogenada, se asocia con la formación de óxidos de nitrógeno (Puerto & García, 1987; Arzola, et al., 2013), los cuales son contribuyentes al efecto invernadero. El exceso de nitrógeno ocurre cuando se aplican cantidades excesivas de abonos nitrogenados. También son contribuyentes los gases procedentes de las industrias procesadoras y los motores de combustión interna usados en diferentes momentos del ciclo de vida.	kg CO2 eq

Acidificación	Deposición de ácidos resultantes de la liberación al entorno (atmósfera, suelo y agua) de óxidos de nitrógeno, de azufre y carbono. Genera deforestación y en general afecta a todos los ecosistemas. El cultivo del tomate genera gases nitrogenados y carbonados que contribuyen al proceso de acidificación.	kg SO2 eq
Otros	Incluye otras categorías de impacto (destrucción de ozono estratosférico, toxicidad humana, oxidación fotoquímica, eutrofización, energía, agua)	

Se evalúan las siguientes variantes:

Variante: 0 (Estándar)

Para la producción de cinco toneladas de tomate, se usaron un total de 3360 L de agua para disolver los diferentes fertilizantes usados (H_3PO_4 , HNO_3 , $Ca(NO_3)_2$, $MgSO_4$, K_2SO_4 , KNO_3) en las fases fenológicas. En el control fitosanitario se aplicaron los pesticidas: Confidor, Monarca, Abamectina, Supreme, Decis, Acroat, Marcozeb y Orius (Casanova, et al., 2003).

Variante 1

Esta variante consistió en la propuesta de mejora basada en los resultados obtenidos en el manejo integrado de plagas y nemátodos del género *Meloidogyne* (Pérez, 2011). Esta tiene en cuenta alternativas biológicas, culturales, físicas y legales con un mínimo de intervención química, pero se mantiene la nutrición del cultivo. El rendimiento en esta variante se mantiene igual que la variante estándar.

Variante 2

La variante dos consiste en la aplicación del manejo integrado de plagas y el manejo integrado de los nemátodos del género *Meloidogyne* (Pérez, 2011). Combinada con una variante de sustitución del 50 % la fertilización química por biológica a partir de los resultados de Terry, *et al.* (2008), que contempla humus de lombriz, micorrizas y Biobrass -16.

Se consideró que el rendimiento incrementa para esta tecnología sería al 2.25% con relación a la variante estándar de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2, se muestra el análisis comparativo de las alternativas propuestas con enfoque de producciones más limpias con la variante estándar que

está vigente en los módulos de casa de cultivo de la empresa Cítrico Arimao, con los resultados obtenidos en el análisis de las variantes de mejoras, donde se demuestra que la variante dos es la mejor de todas, la contribución que tiene a las diferentes categorías disminuye en un 7,33 %, esto se debe a que en la variante dos se aplica un manejo integrado para el control fitosanitario, y en la nutrición del cultivo se emplean fertilizantes orgánicos como humus de lombriz, micorrizas, biobras-16, además estos biopreparados que se proponen no producen daños ni a la salud humana, ni al manto freático, y mejora las propiedades físicas, química y biológica del suelo. Resultados semejantes fueron obtenidos por Aguirre (1994); y Barreto (2000), en estudios sobre aplicaciones de materia orgánica en suelos hortícolas y de olivares, respectivamente.

Estos resultados alcanzados se relacionan con lo obtenidos por Gandarilla (1988); Balmaseda & Ponce de León (2009), quienes afirmaron que la materia orgánica influye en la resistencia de los suelos a la erosión y es un elemento favorecedor en la composición tanto física, química como biológica del suelo. Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Cegarra, et al., 1993). Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH (Quédraogo, et al., 2001), también aumentan el potasio disponible (Erhart et al., 2003), y el calcio y el magnesio (Jakobsen 1996; Miyasaka, Hollyer & Kodani, 2001).

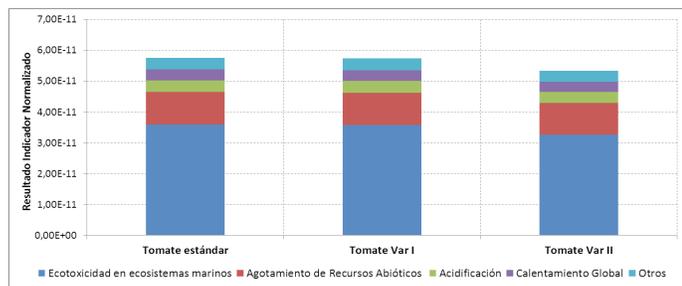


Figura 2. Análisis comparativo de las tres variantes ambientales.

Las principales sustancias que contribuyeron a la categoría ecotoxicidad en ecosistemas acuáticos en las tres variantes, es el fluoruro de hidrógeno alcanzó valores máximos de 12101,13 kg y la sustancia que menor contribución tuvo en dicha categoría es selenio con 1147 kg (Figura 3). De las variantes de mejora ambiental estudiadas se pudo observar que la variante uno es de mayor contribución, y la variante dos es la que menor sustancia toxica genera a la categoría ecotoxicidad en ecosistemas acuáticos. Esto resultados obtenidos de la alta carga toxica

de sustancia se debe al uso excesivo de fertilizantes químicos utilizados en la nutrición del cultivo en la tecnología protegida. Estos resultados se corresponde con lo planteado por (Chárter, et al, 1995), sobre que los fertilizantes fosfatados son portadores en su contenidos de elementos trazas como cadmio, cinc, cobalto, cobre, cromo, flúor, níquel, plomo y otros elementos. También se encuentra relacionado con lo de (Guevara, 2004), para minimizar la carga toxicas en la tecnología de cultivo se recomienda la aplicaciones de 3 Kg/m² de abono orgánico en instalaciones de cultivo protegido

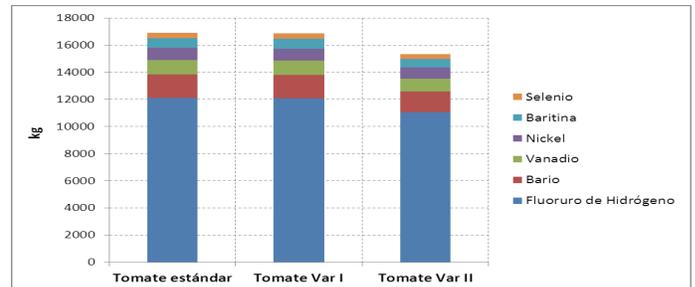


Figura 3. Las principales sustancias que contribuyeron a la categoría eco toxicidad en ecosistemas acuáticos en las tres variantes.

Los principales compuestos orgánicos que tuvieron mayor contribución al impacto medio ambiental en las tres variantes fueron el petróleo y gas natural (Figura 4). El petróleo en la variante dos con respecto a la variante estándar y la variante uno disminuye en 0.032 kg. El gas natural en la variante estándar, la variante uno y dos tuvieron valores semejantes de 0.004 kg. El carbón en la variante II disminuye en un 0.005 kg con respecto a la variante estándar y la variante I. Estos resultados son similares a lo obtenido por (Antón, 2004) que afirmó que el gas natural es necesario para la fabricación de fertilizantes y el petróleo fue utilizado en la fabricación de materiales plásticos que compone la estructura de invernadero y el sistema de fertirriego.

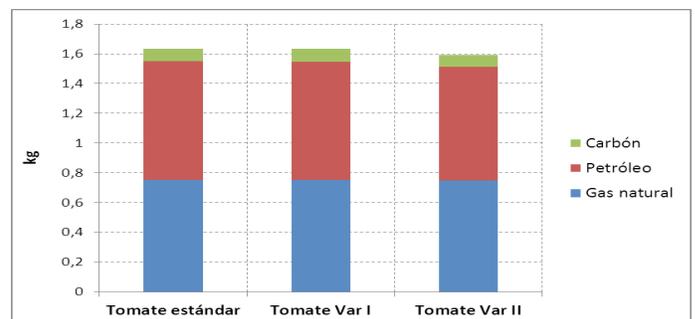


Figura 4. Los principales compuestos orgánicos que contribuyeron a la categoría agotamiento de los recursos abióticos.

En la Figura 5, se muestran las tres principales sustancias que mayor contribución tuvieron en la

categoría acidificación en las tres variantes, de las tres variantes que se analizaron, la variante dos representa el menor impacto ambiental, la sustancia que mayor contribución tuvo en las variantes estudiadas es el óxidos de azufre con un valor de 0.54 kg y la de menor contribución el óxidos de nitrógenos con un valor de 0.24 kg. Esto se debe a las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) durante el proceso de producción de los fertilizantes, resultados que se relacionan con los obtenidos por (Antón, 2004) donde la producción y uso de fertilizantes son los de mayor contribución a la acidificación. También estos resultados coincide con lo de (Cotana, et al., 2010) Se debe principalmente a las emisiones de amoníaco y óxidos de nitrógeno derivadas de la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

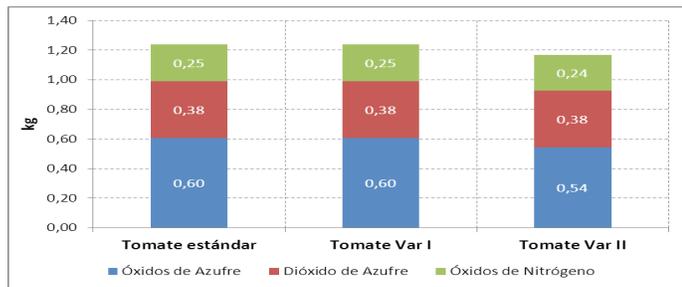


Figura 5. Las tres principales sustancias que contribuyen a la categoría acidificación en las tres variantes.

En la Figura 6, se muestran las tres principales sustancias que mayor contribución tuvieron al calentamiento global en las tres variantes analizadas. Como se puede observar de las tres variantes que se estudiaron, la variante dos es la que menor contribución generó al impacto ambiental en la tecnología de cultivo protegido. La sustancia que mayor contribución en las tres variantes analizadas es el dióxido de carbono con valores estimados de 129.48 kg y la sustancia que menor contribución tuvo al medio ambiente es monóxido de dinitrógeno con 0.38 kg. Estos resultados son semejante por lo obtenidos por Muñoz, Antón, Paranjpe, Ariño & Montero (2008), quienes determinaron que la estructura del invernadero tenía la mayor influencia en la categoría de impacto de Cambio Climático, debiéndose las mayores emisiones de CO₂ a la construcción de la propia estructura.

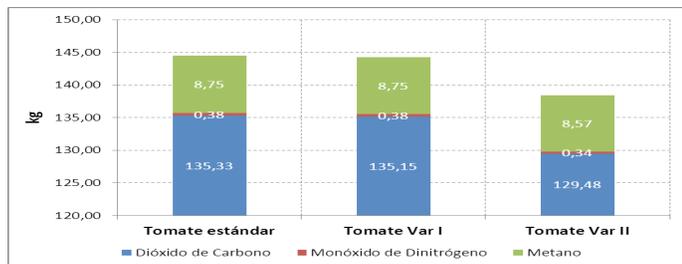


Figura 6. Las tres sustancias principales que contribuye a la categoría calentamiento global en las tres variantes.

Análisis de la evaluación Económica

Variante 1

En la variante uno el flujo de caja y los perfiles del VAN se pueden observar en las Figuras 7 y 8, a partir de los flujos de caja proyectados se muestra una recuperación de la inversión en un mes y veinticuatro días, resultando el máximo valor proyectado para los flujos de efectivo de \$26446,45. Los perfiles del VAN se mueven en el rango de los \$75661,96 y \$79745,55.

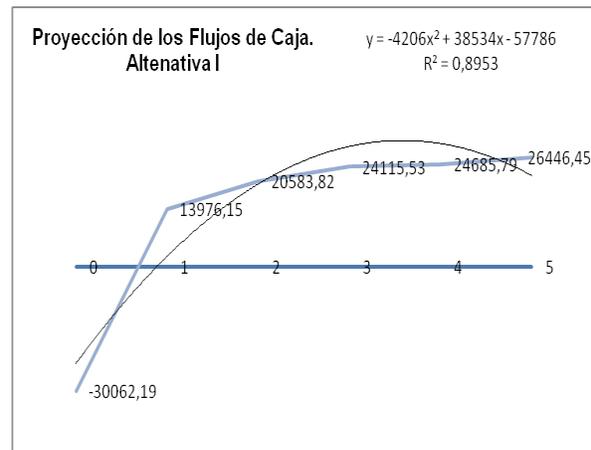


Figura 7. Proyección de los Flujos de Caja.

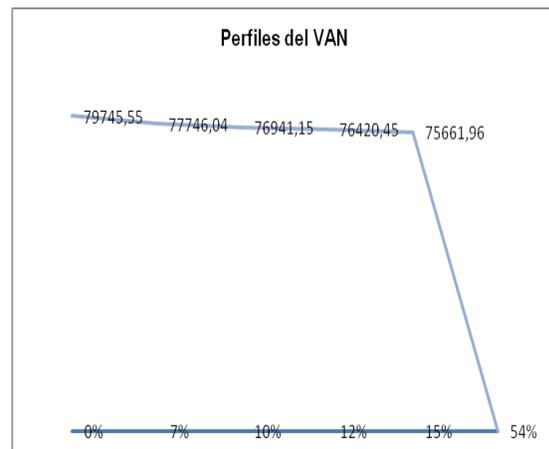


Figura 8. Perfiles del VAN.

Variante 2

En la variante II los flujos de caja y los perfiles del VAN se pueden observar en las Figuras 9 y 10, a partir de los flujos de caja proyectados se muestra una recuperación de la inversión de mes y medio, resultando el máximo valor proyectado para los flujos de efectivo de \$45786.45. Los perfiles del VAN se mueven en el rango de los \$113360.38 y \$119147.00.

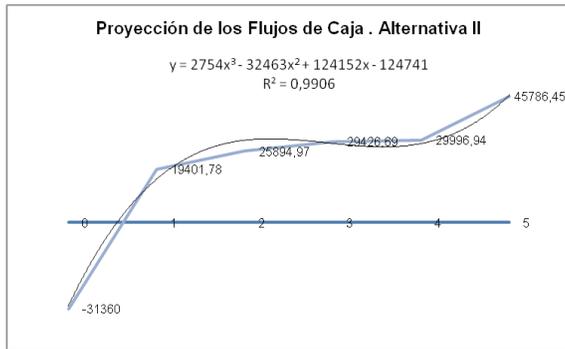


Figura 9. Proyección de los Flujos de Caja.

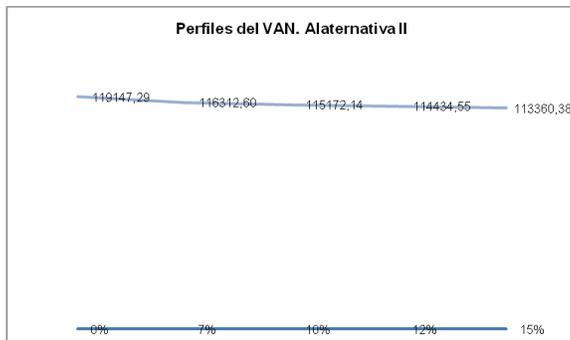


Figura 10. Perfiles del VAN.

CONCLUSIONES

En el análisis de las variantes de mejoras, la variante dos es la de menor contribución al impacto ambiental, minimizando la carga tóxica en un 7,33 %.

La categoría que mayor contribución tuvo al impacto ambiental en la tecnología de cultivo protegido fue la ecotoxicidad en ecosistemas acuáticos y la de menor contribución es el calentamiento global.

El análisis económico realizado demostró que la variante que más se aproxima al caso base es la variante dos, ya que además de ser la más saludable y menos agresiva al medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguirre, Y. (1994). Fertilización química y orgánica en lechuga (*Lactuca sativa*, L.). *Revista Facultad Agronomía (Maracay)*, 20, 111-122.

Antón, A. M. (2004). *Utilización del Análisis del Ciclo de Vida en la Evaluación del Impacto Ambiental del Cultivo bajo Invernadero Mediterráneo*. Programa Doctorado en Ciencias Ambientales. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Armenta-Bojórquez, A. D. (2001). Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. *Revista Chapingo Horticultura*, 7(1), 61–75. Recuperado de <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshVII248.pdf>

Balmaseda, E. C., & Ponce de León, D. (2009). Evaluación de tierras con fines agrícolas. La Habana: Científico Técnica.

Barreto, C. (2000). Efectos de la aplicación de residuos de almazara en el fósforo asimilable y otras propiedades edáficas de un olivar en regadío. *Edafología*, 7(2), 29-38. Recuperado de <http://www.secs.com.es/data/Revista%20edafo/Volumen%207-2.%20Mayo%202000.%20pag%2029-38.pdf>

Camejo, L. E. (2010). Tecnología de Riego y Fertirrigación en Ambientes Controlados. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(1). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100014

Casanova, A., Gómez, O., Hernández, M., Chailloux, M., Depestre, T., & Pupo, F. (2003). Manual para la producción protegida de hortalizas. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova.

Casanova, A., Gómez, O., Hernández, M., Chailloux, M., Depestre, T., & Pupo, F. (2007). Manual para la producción protegida de hortalizas. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova.

Cegarra, J. A., et al. (1993). Características, compostaje y uso agrícola de residuos sólidos urbanos. *Jornadas de Recogidas Selectivas en Origen y Reciclaje*. (pp. 46-55). Córdoba: Mundi – Prensa

Chaveli, P., et al. (2004). Impacto del manejo agrícola del suelo en casas de cultivo. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Erhart, E., & Hartl, W. (2003). Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *European Journal of Soil Biology*, 39(3), 149-156. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/.../S116455630300030X>

Gandarilla, J. (1988). Informe final del resultado 513-03. Uso del humus de lombriz en los principales suelos y cultivos del país. Camagüey: Estación de suelos.

Guevara, A. (2004). Aplicaciones de abonos orgánicos y fertilizantes minerales para las hortalizas en casa de cultivo protegido. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Guinée, J.B., et al. (2002). Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Jakobsen, S. T. (1996). Leaching of nutrients from pots with and without applied compost. *Resour. Conserv. Recyc*, 18, 1-11.

Miyasaka, S. C., Hollyer, J. R., & Kodani, L. S. (2001). Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Res*, 71, 101-112.

- Muñoz, P., Antón, A., Paranjpe, A., Ariño, J., & Montero, J. I. (2008). High decrease in nitrate leaching by lower N input without reducing greenhouse tomato yield. *Agronomic and Sustainable Development*, 28(4), 489–495. Recuperado de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00886429/document>
- Pérez, G. G. (2011). *Alternativas biológicas de lucha contra nematodos noduladores en tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) bajo de casas de cultivos protegidos*. Tesis de maestría. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- República de Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (1999). *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y Estructura*. La Habana: ONN.
- Soto, M. (2006). Renovación de plantaciones bananeras, un negocio sostenible, mediante el uso de umbrales de productividad, fijados por agricultura de precisión. 7a Reunión internacional de la asociación para la cooperación en las investigaciones sobre banano en el Caribe y en la América Tropical. Joinville-Santa Catarina.
- Terry, E., & Ruíz, J. (2008). Evaluación de bio preparados para la producción de tomate bajo sistema de cultivo protegido. *Cultivos Tropicales*, 29(3). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362008000300002



07

07

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

MODELO ESTRATÉGICO PARA LA COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA 13 DE MARZO, DE TRINIDAD, CUBA

STRATEGIC MODEL FOR THE COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA 13 DE MARZO, TRINIDAD, CUBA

MSc. Delvis Valdés Zayas¹

E-mail: delvis@suss.co.cu

MSc. Clara Isabel Suárez Rodríguez¹

¹ Centro Universitario Municipal de Trinidad. Sancti Spíritus. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Valdés Zayas, D., & Suárez Rodríguez, C. I. (2017). Modelo estratégico para la Cooperativa de Producción Agropecuaria 13 de Marzo, de Trinidad, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 62-67. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) 13 de Marzo de Trinidad. El objetivo general fue elaborar la planificación estratégica de la CPA 13 de Marzo para alcanzar los niveles de producción agrícola deseados. El análisis lleva a cabo un acercamiento a los principales aspectos teórico-conceptuales que sirven de soporte para la investigación. En una segunda parte, se enfocó la metodología relacionada de elaboración de la planificación estratégica en el objeto de estudio de la unidad, a partir del análisis de los tres momentos que la integran: diagnóstico, proyección, ejecución y control. Luego se hizo la elaboración a partir de cada uno de los elementos que conforman el patrón estudiado, llegando finalmente, luego del análisis de impactos cruzados, al reconocimiento de la posición estratégica en la que es la cooperativa, lo decisivo para el diseño posterior de los objetivos estratégicos y las acciones correspondientes.

Palabras clave: Sector, cooperativo, agricultura, planificación, estratégico, gestión.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Cooperative of Agricultural Production (CPA) 13 de Marzo of Trinidad. The outlined general objective was to elaborate the strategic planning of the CPA 13 de Marzo that allows to reach the wanted agricultural production levels. The analysis is carrying out an approach to the main theoretical-conceptual aspects that serve as support for the investigation. In a second part, the related methodology of elaboration of the strategic planning was approached in the unit study object, based on the analysis of the three moments that integrate it: diagnostic, projection, and execution and control. Then it was done the elaboration from each one of the elements that conform the studied pattern, arriving finally, after the analysis of the womb of crossed impacts, to the recognition of the strategic position in the one that is the cooperative, what was decisive for the later layout of the strategic objectives and the corresponding actions.

Keywords: Sector, cooperative, farming, planning, strategic, management.

INTRODUCCION

La historia muestra como las empresas han ido evolucionando de acuerdo a las transformaciones que se producen en su entorno tecnológico, socioeconómico y político. Si la empresa quiere sobrevivir debe seguir adaptándose, anticipándose y respondiendo a los cambios de su entorno. Esto será vital para su capacidad de adaptación y respuesta como la calidad de su dirección. Para ello es preciso adoptar un nuevo enfoque en la acción directiva: un enfoque de dirección estratégica.

La Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) **13 de Marzo**, del municipio de Trinidad inmersa en las exigencias que reporta un mundo en constante cambio y siendo una estructura productora de base con favorables resultados en el territorio ha dado saltos cuantitativos y cualitativos en la integración y aplicación de su sistema de dirección, sin embargo aún no se ha logrado un trabajo sistemático y suficientemente científico que aglutine y comprometa todas sus potencialidades, lo que hace necesario un estudio profundo de la situación actual para trazar las principales líneas estratégicas hasta el año 2016 superando dialécticamente lo alcanzado hasta el 2014. Por lo que a solicitud de la Delegación Municipal de la Agricultura en Trinidad, se le encomienda a un grupo de especialistas del Centro Universitario Municipal de Trinidad realizar un estudio que permita establecer un diagnóstico y establecer un plan de acciones que permita poner en manos del equipo de dirección de este sector un instrumento que guíe realmente sus acciones, traduciéndose las mismas en metas y estrategias para todos los niveles y áreas de actividad.

DESARROLLO

La CPA 13 de Marzo del municipio Trinidad se localiza en el asentamiento rural "**La Paloma**" en la carretera que enlaza a este municipio con la cabecera provincial Sancti Spiritus entre los asentamientos Manaca Iznaga y Caracusey. Posee una superficie total de 540.69 Has de las cuales el 63.1 % es dedicado a la explotación de cultivos varios. El área restante se dedica a las producciones forestales y a la ganadería extensiva (vacuna y ovino-caprino).

Fundada en el año 1981, en sus orígenes agrupó a un número de campesinos con vínculos familiares que reconocieron las ventajas propias de este tipo de asociación. En el año 2005 luego del proceso de reestructuración llevado a cabo en el Ministerio del Azúcar, la unidad asumió estrategias de desarrollo aprovechando las potencialidades y experiencias acumuladas en sus años de existencia y se incorporó a los programas agroalimentarios exigidos por el Estado cubano.

Uno de los detalles más significativos en este sentido lo constituye la introducción de la técnica de cultivos tapados para la producción de hortalizas principalmente tomate, pepino y pimientos. Apoyados por Organizaciones No Gubernamentales y la dirección municipal de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños en Trinidad dispone de 3 casas de cultivo que constituyen su principal fortaleza en la rama agrícola. La CPA ha iniciado la incorporación a las nuevas opciones de venta directas al sector turístico local con excelentes resultados a partir del segundo semestre del año 2012.

Actualmente cuenta con 121 asociados de ellos 24 mujeres y 97 hombres. La junta directiva está integrada por tres representantes, dentro de los que se destaca su presidente que ocupa el cargo desde el año 2003.

El número de trabajadores vinculados a la CPA aumenta en épocas de cosecha cuando se contratan trabajadores de la comunidad por tiempo determinado.

Propuesta del Modelo Estratégico

Para mejorar el desempeño de esta cooperativa se propone el modelo estratégico tomado de la Resolución del Consejo de Estado en 1997 que comprende tres momentos básicos para su puesta en práctica.

El momento de diagnóstico incluye la aplicación de instrumentos y su análisis, para tratar de conocer la situación actual que tiene la unidad productora, haciendo énfasis en el cumplimiento de su objeto social, de su misión, de los valores compartidos y del Análisis DAFO. Aquí se tiene:

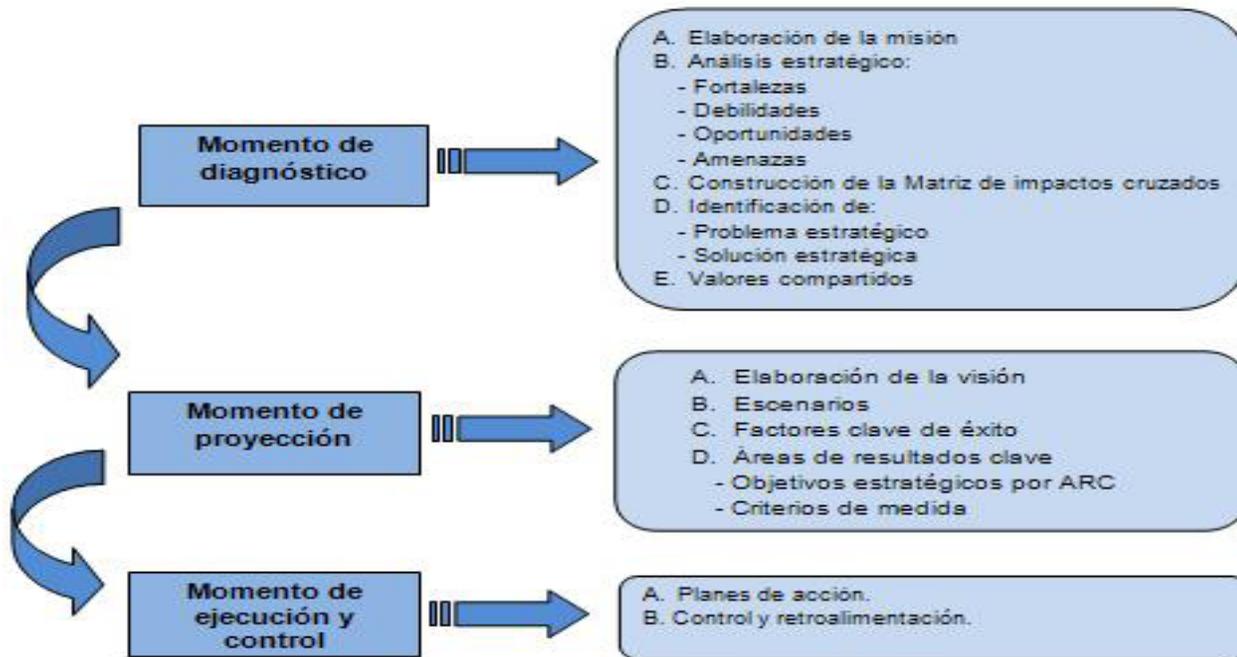


Figura 1. Modelo estratégico seleccionado.

Planteamiento de la Misión

Apoyados en el modelo propuesto; se precisa que la CPA "13 de Marzo" tiene como misión contribuir al logro de la seguridad alimentaria del municipio Trinidad apoyada en las potencialidades internas, el desarrollo sostenible, y la competitividad del sector agropecuario en beneficio de la sociedad y otros clientes.

Análisis estratégico

La cooperativa tiene dominio de las principales tendencias demográficas de los asentamientos poblacionales que la rodean así como de las zonas urbanas con las que tiene comprometidas entregas de productos agropecuarios de manera regular; aspecto que se muestra a continuación como un análisis necesario.

Micro entorno:(Análisis de las 5 Fuerzas de Porter)

- Amenaza de entrada de nuevos competidores:

La aprobación e implementación del Decreto Ley 300 sobre tierras en usufructo ha generado un incremento del número de productores agropecuarios locales. La existencia de otras unidades de base agropecuarias y de una empresa estatal dedicada a la actividad constituye la base de la competencia de la entidad objeto de estudio. No obstante, la cooperativa "13 de Marzo" posee condiciones particulares que la diferencian de estos competidores dentro de las que se destacan el hecho de contar con siete casas de cultivo protegido que le garantiza la

producción de hortalizas y vegetales de alta calidad durante todo el año.

- Rivalidad entre los competidores:

Las potencialidades internas de la cooperativa, su prestigio productivo y el sentido de pertenencia de sus socios frente a las características específicas de sus competidores evidencian que aún no se consideran un peligro potencial para la entidad.

- Poder de negociación o influencia de los proveedores:

La cooperativa tiene poder para negociar directamente con los proveedores de insumos y recursos específicos para la actividad agropecuaria. Los trámites de aseguramiento material se realizan por la propia dirección. Los principales proveedores con los que se cuenta son: la Empresa de Suministros Agropecuarios, la Empresa Provincial de Semillas y la Empresa Municipal Agropecuaria. En los últimos periodos se ha visto afectado el poder negociador para la adquisición de productos muy específicos que se comercializan en condiciones especiales y en moneda convertible, CUC, por la centralización estatal de los precios.

- Influencia o poder negociador de los usuarios:

Existen posibilidades de poder negociar con los usuarios, principalmente aquellas instituciones estatales como las turísticas, incorporadas recientemente a la comercialización con la cooperativa, aunque en todos los casos la negociación con estos y otros usuarios jurídicos está sujeta a los reglamentos y

políticas internas del país para la actividad de comercialización de productos agropecuarios.

Los usuarios naturales (población) no tienen ningún tipo de influencia ni poder negociador.

- » Amenaza de ingreso de productos sustitutos: En la actualidad no se prevé la entrada de nuevos productos sustitutos; aunque realmente no se desecha esa posibilidad y se le da seguimiento a ese aspecto particular para tratar de dar una oportuna respuesta si fuera necesario.

Tengamos en cuenta los resultados que genera la aplicación de una matriz DAFO, para comprender mejor cuan necesario es la búsqueda de una solución estratégica para el futuro de esta cooperativa.

Amenazas

A1. Bloqueo a la isla que imposibilita el acceso a mercados con costos ventajosos para la economía nacional.

A2. Inexistencia en el territorio de empresas especializadas en la producción y comercialización de semillas y ganado de alta calidad genética.

A3. Situación climatológica de Trinidad caracterizada por los incrementos de las temperaturas y la disminución de los periodos lluviosos.

A4. Encarecimiento de los insumos básicos necesarios para desarrollar la actividad agropecuaria (semillas, productos químicos, útiles y herramientas, ropa y calzado así como maquinaria y equipos de repuesto para las mismas).

A5. Poco reconocimiento social del papel de la agricultura como actividad económica en el municipio.

Oportunidades

O1. Estar localizada en un municipio con gran desarrollo de la actividad turística que demanda grandes volúmenes de productos agropecuarios.

O2. Desempeño ineficiente de la Empresa Municipal de Acopio y de otras estructuras productoras que no garantizan el cumplimiento de los suministros de productos agropecuarios para la población e instituciones estatales.

O3. Interés del gobierno local por mejorar la situación actual de la actividad agropecuaria en Trinidad.

O4. Apoyo internacional brindado por ONGS que aportan medios y recursos técnicos que no están al alcance de la unidad. Por Ej.: Proyecto Palma.

O5. Promulgación de nuevas regulaciones gubernamentales que amparan los marcos de actuación de las distintas áreas.

Debilidades

D1. Baja fertilidad natural de los suelos en explotaciones agrícolas dentro de la CPA.

D2. Limitaciones del transporte disponible por obsolescencia técnica, la carencia de combustible y piezas de repuesto.

D3. Escasos niveles de actualización de conocimientos técnicos en las distintas especialidades agropecuarias.

D4. No posee financiamiento en divisas para la compra de insumos (materiales de oficina por ejemplo).

D5. No dispone de correo electrónico ni de otras tecnologías comunicativas similares: Facebook, intranet, internet., etc.

D6. Carencia de un especialista capacitado para atender la actividad económica y el control interno.

Fortalezas

F1. Estabilidad de los miembros de la Junta Directiva.

F2. Contar con equipos para el riego de sus áreas agrícolas y el suministro de agua a la masa ganadera.

F3. Contar con casas de cultivo protegido que garantizan estabilidad en las producciones de hortalizas y vegetales frescos.

F4. Prestigio de la unidad ante las autoridades administrativas (Consejo de Administración del Poder Popular) e instituciones financieras como la sucursal bancaria a la que pertenece y la Empresa de Seguros Nacionales.

Entonces, si la entidad tiene bien identificada como su principal amenaza el encarecimiento de los insumos básicos necesarios para desarrollar la actividad agropecuaria; y si no se atenúan o resuelven las debilidades que suponen la baja fertilidad natural de los suelos en explotaciones agrícolas dentro de la CPA y no poseer financiamiento en divisas para la compra de insumos; a pesar de contar con fortalezas como: prestigio de la unidad ante las autoridades administrativas y contar con casas de cultivo protegido que garantizan estabilidad en las producciones de hortalizas y vegetales frescos; no podrá aprovecharse las oportunidades que representan estar localizada en un municipio con gran desarrollo de la actividad turística que demanda grandes volúmenes de productos agropecuarios y el interés del gobierno local por mejorar la situación actual de la actividad agropecuaria en Trinidad.

Luego, en correspondencia con los elementos teóricos previamente analizados se plantea que la cooperativa debe asumir una estrategia de reorientación

que le permita minimizar las debilidades y en consecuencia aprovechar al máximo las oportunidades; haciendo énfasis en la dirección estratégica propuesta para atenuar los impactos negativos de su reorientación e inserción en las nuevas condiciones, para un mejor desempeño productivo en el desarrollo sostenible; que le permitan alcanzar las metas propuestas a partir de los necesarios cambios que en este sentido deberá tener en cuenta la entidad.

5. Resultados del análisis de la matriz de impactos cruzados.

Fortalezas – Oportunidades 34	Fortalezas – Amenazas 35
Debilidades – Oportunidades 67	Debilidades – Amenazas 42

Fuente: Elaboración propia

Problema estratégico

Si la entidad tiene bien identificada como su principal amenaza el encarecimiento de los insumos básicos necesarios para desarrollar la actividad agropecuaria; y si no se atenúan o resuelven las debilidades que suponen la baja fertilidad natural de los suelos en explotaciones agrícolas dentro de la CPA y no poseer financiamiento en divisas para la compra de insumos; a pesar de contar con fortalezas como: prestigio de la unidad ante las autoridades administrativas y contar con casas de cultivo protegido que garantizan estabilidad en las producciones de hortalizas y vegetales frescos; no podrá aprovecharse las oportunidades que representan estar localizada en un municipio con gran desarrollo de la actividad turística que demanda grandes volúmenes de productos agropecuarios y el interés del gobierno local por mejorar la situación actual de la actividad agropecuaria en Trinidad.

CONCLUSIONES

La revisión y el oportuno análisis de la extensa bibliografía consultada sirvieron como soporte para construir un marco teórico-referencia, que permitió la mejor comprensión de los términos y definiciones tratados.

El modelo estratégico seleccionado transita por tres momentos fundamentales: diagnóstico, proyección y ejecución y control; los cuales están estrechamente relacionados y garantizan la correcta proyección futura de la entidad, encaminada a la consecución de sus metas.

El procedimiento seleccionado resultó muy útil, ya que permitió elaborar el plan estratégico de la unidad productora de acuerdo con su verdadera

situación actual; lo cual se revertirá luego en la optimización de los resultados productivos de ésta a corto, mediano y largo plazos, una vez que se decida su implementación final.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Colectivo de autores. (2001). *Compilación de Dirección Estratégica*. La Habana: Universidad de La Habana.

González Toledo, A. O. (2007). *Rediseño e implantación de la Estrategia de Dirección de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Siguaney*. Tesis en opción al Grado Académico de Máster en Dirección, Centro de Estudio en Técnicas Avanzadas de Dirección. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez.

Kotler, P. (2000). *Dirección de Marketing*. Madrid: Pearson Education, S.A.

Mc Carthy, J. (2000). *Marketing: Un enfoque global*. Madrid: Mc Graw-Hill de Management.

Moya Fernández, R. (2010). *Propuesta de la estrategia comercial del evento cultural Festival Internacional del Nuevo Cine Latinoamericano*. Tesis en opción al Título de Licenciada en Turismo. La Habana: Universidad de La Habana.

Nazco Montagne, J. A. (2007). *Diseño e implementación de una estrategia para valorar las ventas en la UBPC-A Sur del Jíbaro*. Tesis en opción al Grado Académico de Máster en Dirección, Centro de Estudio en Técnicas Avanzadas de Dirección. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez.

Pérez Oliva, J. (2010). *Propuesta de acciones para mejorar la comercialización de la Empresa Integral Península de Zapata del Grupo Hotelero Cubanacán para el período 2010-2015*. Tesis en opción al Título de Licenciada en Turismo. La Habana: Universidad de La Habana.



08

08

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN ARVENSE EXISTENTE EN FINCAS DE LA AGRICULTURA SUBURBANA EN SANTIAGO DE CUBA

COMPOSITION, STRUCTURE AND DISTRIBUTION OF EXISTING WEEDS VEGETATION ON FARMS OF SUBURBAN AGRICULTURE IN SANTIAGO DE CUBA

Ing. José Orlando del Toro Rivera¹

MSc. Belyani Vargas Batis²

E-mail: belyani@uo.edu.cu

MSc. Miriela Rizo Mustelier²

E-mail: miriela@uo.edu.cu

Ing. Larisbel Candó González³

E-mail: enrique.viant@easc.azcuba.cu

¹ Empresa de Cultivos Varios "Laguna Blanca" Santiago de Cuba. Cuba.

² Universidad de Oriente. Cuba.

³ Empresa Azucarera Santiago de Cuba. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Del Toro Rivera, J.O., Vargas Batis, B., Rizo Mustelier, M. & Candó González, L. (2018). Composición, estructura y distribución de la vegetación arvense existente en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 68-81. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la composición, estructura y distribución de la vegetación arvense existente en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. Seleccionadas las fincas se procedió a la clasificación de las especies arvenses y elaboración de listados florísticos los que se utilizaron para la determinación de la composición y la estructura. Para la composición se consideró el total de individuos, familia, géneros y especies y en la estructura el comportamiento de las especies más abundantes, las más repetidas y las familias botánicas de mayor contribución. Para la distribución se realizó un análisis bibliográfico de la literatura especializada en el tema y se identificaron los principales rangos de distribución en relación con Cuba. Los resultados demuestran que existe una composición de vegetación arvense con poca variación en cuanto a especies aunque se observa un mayor número de estas en la época lluviosa siendo el número de individuos el indicador que mayor variación mostró. La estructura también mostró poca variación con una permanencia de un período al otro del 50 % de las especies más abundantes y 14 de las más repetidas, siendo las familias Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Malvaceae y Convolvulaceae las de mayor contribución. Las especies endémicas o nativas en Cuba son las que mayor porcentaje presentaron dentro de los rangos de distribución reportados sin embargo, las especies exóticas y las invasoras tienen una representación que supera el 31 % dentro del resto de los rangos identificados.

Palabras clave: Abundancia, malezas, manejo, agrobiodiversidad.

ABSTRACT

The work was developed with the objective of determining the composition, structure and distribution of the existing vegetation on farms of suburban agriculture in Santiago de Cuba. Once the farms were selected, we proceeded to the classification of the weed species and the preparation of floristic lists, which were used to determine the composition and structure. For the composition, the total of individuals, family, genre and species was considered and in the structure the behavior of the most abundant species, the most repeated and the botanical families with the greatest contribution. For the distribution, a bibliographic analysis of the specialized literature on the subject was carried out and the main ranges of distribution in relation to Cuba were identified. The results show that there is a composition of weeds vegetation with little variation in terms of species although a greater number of these are observed in the rainy season, with the number of individuals being the indicator that showed the greatest variation. The structure also showed little variation with a permanence of one period to the other of 50 % of the most abundant species and 14 of the most repeated, being the families Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Malvaceae and Convolvulaceae those of greater contribution. The endemic or native species in Cuba are the ones that presented the highest percentage within the distribution ranges reported, however, the exotic and invasive species have a representation that exceeds 31% within the rest of the identified ranges.

Keywords: Abundance, weeds, management, agrobiodiversity.

INTRODUCCIÓN

Por regla general las especies arvenses suelen crecer de forma natural, y además con considerable vigor por tratarse en la mayoría de las ocasiones de especies endémicas muy adaptadas al medio y por tanto con gran facilidad para extenderse. Por ello, la catalogación de malas hierbas es poco descriptiva y además arroja cifras muy dispares si se tiene en cuenta cada ubicación geoecológica. Este grupo de plantas en sentido general, se les considera como molestias, especialmente, entre personas dedicadas a la actividad agrícola. El grupo de las malezas o arvenses lo componen cerca de 8 000 especies de las 250 000 que existen, representando el 0,1 % de la flora mundial. Pueden ser muy abundantes, restringir la luz a las plantas cultivadas y utilizar nutrientes limitados del suelo. Por otra parte, pueden ser hospedera de especies patógenos que afectan a las plantas cultivadas, tener espinas y químicos que causan irritación en la piel, ser nocivas al comerse y otras tienen partes que se adhieren a la ropa. Debido a estos efectos indeseables muchas han sido las formas de manejo que se han utilizado con este tipo de vegetación pero todas enfocadas a su eliminación (Malebrán, 2014).

A pesar de lo planteado, a la luz de los conocimientos actuales según lo referido por (Del Toro, 2015) este grupo de plantas ha dejado de ser un problema para convertirse en un recurso a conservar. Muchas especies de plantas consideradas arvenses pueden tener beneficios potenciales que aún el hombre no sabe cómo usarlas, se ha demostrado que estas especies juegan un papel fundamental en el entorno ecológico y favorecen el mantenimiento de los mecanismos homeostáticos del agroecosistema. A lo anterior se le une que utilizadas como cultivo de cobertura previenen la erosión del suelo, contribuyen a la conservación de la humedad y controlan las inundaciones al mejorar la infiltración y reducir la escorrentía. En las márgenes de los predios productivos contribuyen también a la conservación e incremento de la biodiversidad, al mantenimiento de la complejidad trófica y a la estabilidad del sistema. Los servicios fitosanitarios reportados por las especies arvenses también fueron referidos por (Vargas, Pupo, Fajardo, Puertas & Rizo, 2014).

Teniendo en cuenta lo referido, se puede plantear que resulta innecesaria la erradicación o eliminación total de estas especies. Lo más apropiado es regularla o manejarla a un nivel tal que no causen daños económicos. Sin embargo, dicho manejo debe ser sobre la base de considerar todos los aspectos relacionados con estas plantas de manera tal que se puedan minimizar sus riesgos y potenciar sus

beneficios. No obstante, las investigaciones que se realizan en este sentido son aún insuficientes. En el caso de Cuba se pueden citar los trabajos (Blanco & Leyva, 2007) relacionado con la presencia de las arvenses en los agroecosistemas y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales y el de (Blanco, 2016) que tiene en cuenta el rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. Es válido aclarar que los reportes antes referidos son informes de reseña, que solo hacen un análisis crítico de la literatura consultada y no aportan resultados concretos de alguna experiencia práctica desarrollada.

En el caso específico de la región oriental de Cuba se pueden citar los trabajos de Vargas, Pupo, Puertas, Mercado & Viera (2011), Vargas et al. (2014) y el de Candó, Vargas, Escobar, del Toro & Molina (2015). Aunque todos estos trabajos evidencian resultados derivados de la investigación científica, solo el último de ellos toma como base algunos de los aspectos relacionados con la composición y el comportamiento ecológico de este tipo de vegetación. De ahí que resultan insuficientes los trabajos que tengan en cuenta el comportamiento, estructura y distribución de la flora arvense y que, por tanto, sirvan de base para el desarrollo de investigaciones que aporten resultados conducentes al diseño de estrategias para su manejo y uso sostenible.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, el trabajo tuvo como objetivo determinar la composición, estructura y distribución de la vegetación arvense existente en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en fincas de la agricultura suburbana del municipio Santiago de Cuba perteneciente a la provincia homónima y en el hoy Departamento de Agronomía de la Universidad de Oriente. Durante el trabajo de campo se consideraron las dos etapas que influyen en el desarrollo de la agricultura en Cuba (período lluvioso y poco lluvioso). El procedimiento empleado en cada fase de trabajo se describe a continuación.

Inicialmente fueron visitadas 15 fincas según el método empleado por (Vargas, Candó, Pupo, Ramírez & Rodríguez, 2014). Al igual que los autores antes referidos solamente se tuvo en cuenta el aspecto relacionado con los criterios aplicables a la finca (ubicación, representatividad de los sistemas de producción, diversidad de usos de la finca, integridad de los diversos usos, uso conforme al suelo y logística) que deben estar presentes en las áreas sujetas a consideración. Según el método empleado

(Tabla 1) a cada criterio se le otorga, de manera visual, un signo (+) si es favorable, (-) si es desfavorable y (0) si el parámetro que se evalúa no es ni favorable ni desfavorable.

Tabla 1. Matriz de selección de las fincas suburbanas objeto de estudio.

Número de finca	Criterios aplicables a la finca						
	Ubicación	Representatividad de los sistemas de producción	Diversidad de usos de la finca	Integralidad de los diversos usos	Uso conforme al suelo	Logística	Total de aspectos positivos
Finca I	+	0	+	+	+	0	4
Finca II	+	0	-	0	+	+	3
Finca III	+	+	+	0	-	+	4
Finca IV	+	0	+	+	-	+	4
Finca V	+	0	+	+	+	-	4
Finca VI	+	+	+	+	0	+	5
Finca VII	+	+	+	0	0	+	4
Finca VIII	+	-	0	0	0	+	2
Finca IX	+	+	0	-	0	+	3
Finca X	+	+	+	0	0	+	4
Finca XI	+	0	0	-	0	0	1
Finca XII	+	0	0	0	-	0	1
Finca XIII	+	0	0	-	0	0	1
Finca XIV	+	0	0	0	-	0	1
Finca XV	+	0	0	-	-	+	2

Finalmente fueron escogidas las fincas I (Erick Vega), II (La Esperanza), III (Tres Palmas), IV (La República), V (La Caballería), VI (Los Cascabeles), VII (La Juliana), IX (La Sorpresa) y X (La Cecilia) al ser las que mayor cantidad de requisitos positivos acumularon. En el caso de las fincas VIII y XV tienen la misma cantidad de aspectos positivos, pero como la VIII (El Sol) tiene mayor cantidad de requisitos neutros (0) y por tanto menor cantidad de (-) es la que resulta seleccionada para la investigación completando una muestra de 10 fincas de la agricultura suburbana que se incluyen en la investigación.

Para la determinación de la composición y estructura de la vegetación arvense se tomó como base el estudio de biodiversidad realizado por Candó (2014), y a partir de este se extendió a las 10 fincas objeto de estudio. Posteriormente se procedió a la selección y cuantificación de las especies arvenses con la ayuda de los especialistas del Departamento de Agronomía, Grupo Científico de Gestión Ambiental de Ecosistemas Agrícolas y los productores propietarios de cada una de los predios productivos. Seguidamente se elaboró un listado general con las especies seleccionadas (Anexo 1) a partir del cual se crearon listados para cada uno de los períodos evaluados y por ecosistema agrícola estudiado. Tomando estos listados como base se procedió a la determinación de la composición botánica de las especies arvenses considerando el total de individuos, número de familias, géneros y especies según el rango de los listados elaborados (general, por período y por finca objeto de estudio). En todos los casos los nombres científicos fueron cotejados con la obra de Acevedo & Strong (2012), y con el inventario preliminar de las Plantas Vasculares de Cuba de Greuter & Rankin (2017).

Teniendo en cuenta el valor del índice de abundancia obtenido según estudio de biodiversidad ya referido

se seleccionó la especie arvense más abundante en cada una de las fincas y se caracterizó cada una de ellas según datos referidos que aparecen registrados en la literatura existente. Además, fueron agrupadas para cada uno de los períodos aquellas especies arvenses que más se repiten teniendo en cuenta que el criterio de selección para este indicador fue una repetitividad de al menos en seis de las 10 fincas seleccionadas.

Seguidamente se estableció para cada una de las especies arvenses la distribución de las mismas a partir de un análisis bibliográfico de la literatura especializada en el tema. Fueron utilizados como referencia documentos de estudios realizados por diferentes autores e instituciones de referencia nacional e internacional que han sido publicados en diversos sitios y bases de datos referenciadas preferentemente de los últimos 10 años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los muestreos realizados durante la investigación, incluyendo ambos períodos (lluvioso y poco lluvioso), se encontraron 38 681 individuos pertenecientes a 36 familias botánicas, 79 géneros y 87 especies. El comportamiento de cada una de estas categorías taxonómicas según período evaluado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Comportamiento de las categorías taxonómicas de las especies arvenses por período evaluado.

Período evaluado	Categorías taxonómicas			
	Total de individuos	Total de familias	Total de géneros	Total de especies

Período poco lluvioso	17 830	34	67	72
Período lluvioso	20 851	32	70	76

Todas las categorías taxonómicas relacionadas con las especies arvenses (Tabla 2) aumentan de un período al otro, excepto para el total de familias que disminuye en dos en el período lluvioso respecto al poco lluvioso. Esta disminución desde el punto de vista numérico no es significativa, pero puede estar relacionada con la eliminación de las únicas especies representantes de esas familias debido al manejo inadecuado realizado por el hombre.

Un resultado similar al mostrado por las categorías taxonómicas cuando se comparan ambos períodos, aparece reflejado al comparar dichas categorías por períodos entre fincas (Tabla 3). El comportamiento

de cada categoría taxonómica es muy variable entre fincas y entre períodos. La categoría que mayor variación mostró desde el punto de vista numérico, positiva o negativamente, fue el número de individuos que siempre tuvo un aumento considerable de un período al otro en cada una de los sistemas evaluados excepto para las fincas La Caballería, Los Cascabeles, El Sol y La Sorpresa.

Es válido aclarar que de las fincas que constituyen excepciones dos de ellas (La Caballería y Los Cascabeles) se dedican básicamente al cultivo de plantas ornamentales (la primera) y la segunda a la producción mango (*Mangifera indica* L.), lo cual es indicativo según la literatura especializada de simplificación del sistema. Por otra parte, en las fincas El Sol y La Sorpresa, la disminución de esta categoría taxonómica es probable que esté influenciada por la acción de la mano del hombre a la hora de realizar la limpieza del predio.

Tabla 3. Comportamiento de las categorías taxonómicas de las especies arvenses por período evaluado entre fincas.

Categorías taxonómica	Número de Individuos		Número de familias		Número de género		Número de especies	
	P. II	LI.	P. II	LI.	P. II	LI.	P. II	LI.
Erick Vega	522	576	13	15	21	26	22	28
La Esperanza	1402	1509	14	17	25	34	25	35
Tres Palmas	385	2194	13	15	22	25	22	26
La República	924	1404	17	18	28	38	28	37
La Caballería	1209	669	9	8	13	17	13	17
Los Cascabeles	7763	4130	18	19	36	32	36	33
La Juliana	365	4949	18	15	29	25	29	26
El Sol	2681	2316	13	13	21	20	23	22
La Sorpresa	2287	1575	14	15	25	28	26	29
La Cecilia	292	1529	14	12	21	20	21	21

Leyenda: P. II.: Período poco lluvioso

LI.: Período lluvioso

El número de familias, géneros y especies también tuvo tendencia al aumento, aunque desde el punto de vista numérico fue menos significativo. Para el caso de las familias se exceptúan de este comportamiento las fincas La Caballería, La Juliana y La Cecilia. En el caso del número de géneros las fincas La Juliana, El Sol y La Cecilia, así como las fincas Los Cascabeles, La Juliana y El Sol para el caso de las especies. La disminución observada en estas categorías para las fincas mencionadas puede estar relacionada con la eliminación como forma de manejo de determinadas especies representativas con el paso de una época a la otra.

De forma general todas las categorías taxonómicas aumentaron de un período al otro. A pesar de que en el caso de las familias en el 70 % de los predios productivos hubo una tendencia al aumento, esto no es indicativo de que las especies tuvieron un alto valor de abundancia. Se dice esto, porque la abundancia es un indicador ecológico que depende directamente del número total de individuos muestreados en el área y del número de individuos por especie. Si se tiene en cuenta que el tipo de vegetación objeto de estudio está influenciada por la acción de la mano del hombre, es posible plantear que su abundancia en los predios productivos está limitada por el

criterio monotáctico prevaleciente en la percepción de los productores.

El valor de abundancia para las diferentes especies en las fincas estudiadas (Figura 1) fue muy variable y por lo general no hubo una similitud en los valores alcanzados en las diferentes especies. La penicilina (*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus.), fue la especie arvense de mayor abundancia para las fincas Erick Vega, La Esperanza y Los Cascabeles al igual que el pitigazón o yerba de españa (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. Para las fincas Tres Palmas y La República, de la misma manera se comportó el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.) para las fincas El Sol y La Sorpresa mientras que la escoba amarga (*Parthenium hysterophorus* L.), bambú (*Bambusa vulgaris* Schrad.) y pata de gallina (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) resultaron las más abundantes para las fincas La Caballería, La Juliana y La Cecilia respectivamente.

A las especies anteriores, en el período poco lluvioso, la secundan otras que no solo adquieren importancia por el valor de abundancia alcanzado en cada una de las fincas, sino por el hecho de que hay muchas que repiten de una finca a la otra. Solo el volantín (*Cleome viscosa* L.), bejuco de indio (*Gouania polygama* Jacq.), *P. hysterophorus*, abrojo (*Centrocema* spp.), empanadilla (*Desmodium canum* (J. F. Gmel) Schinz & Thell.), jubabán (*Trichilia hirta* L.), campanilla amarilla (*Merremia umbellata* (L.) Hall.), coralillo (*Antigonon leptopus* Hook. & Arn.), boniato de aura (*Ipomoea* spp.) y *E. indica* se encontraron exclusivamente en una de las 10 fincas estudiadas.

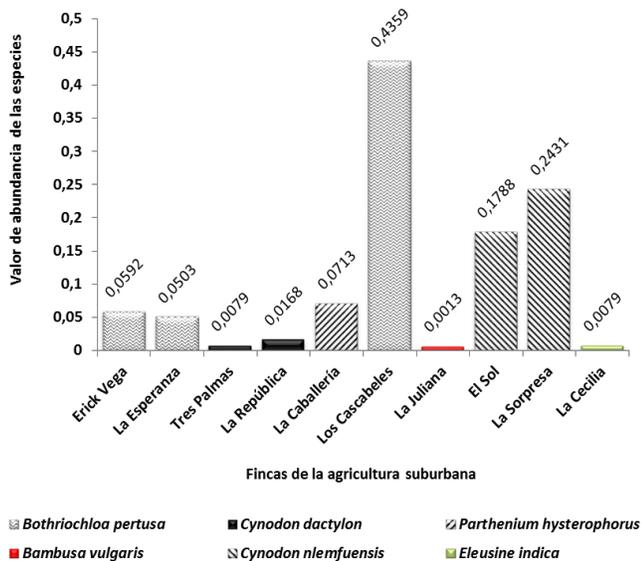


Figura 1. Especies arvenses más abundantes por fincas en el período poco lluvioso.

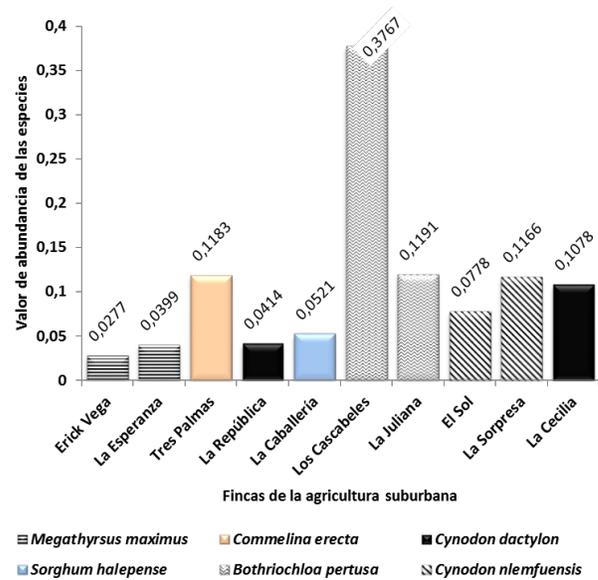


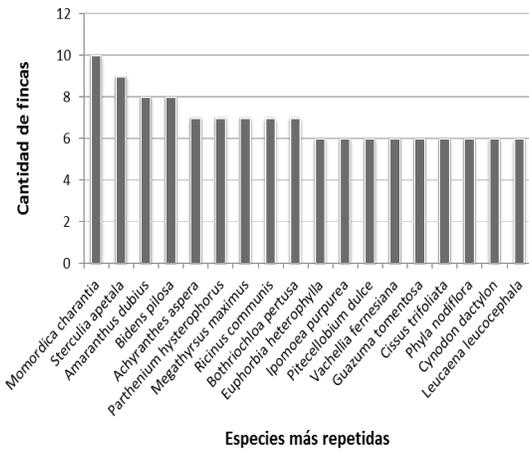
Figura 2. Especies arvenses más abundantes por fincas en el período lluvioso.

En el período lluvioso (Figura 2) el valor de abundancia para las especies arvenses disminuyó respecto al período anterior, solo en el 40 % de las fincas estudiadas se manifestó un aumento y aunque el 50 % de las especies arvenses más abundantes de la época poco lluviosa repiten, también es cierto que la coincidencia entre fincas, teniendo en cuenta este mismo indicador, disminuyen. Para las fincas Erick Vega y La Esperanza la yerba de guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) Sim. & Jac.), resultó ser la especie más abundante manifestándose un cambio respecto al período anterior. *C. dactylon* en los predios La República y La Cecilia, para Los Cascabeles y La Juliana *B. pertusa* y coincidiendo con el período anterior *C. nlemfuensis* en las fincas El Sol y La Sorpresa se encontraron como las especies más abundantes. En Tres Palmas y La Caballería las especies más representadas según el valor de abundancia fueron el canutillo morado (*Commelina erecta* L.) y el don carlos (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) Respectivamente constituyendo un cambio de especies en relación con la temporada de poca lluvia.

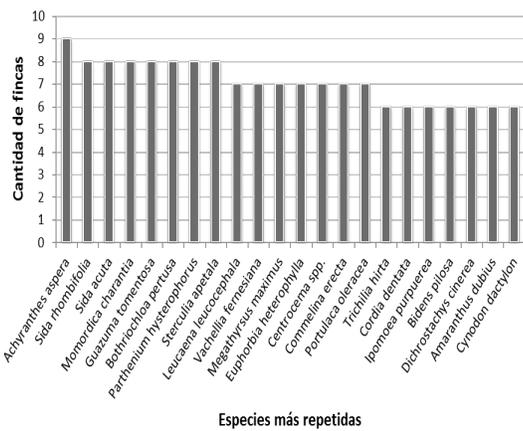
Por otra parte, la baría (*Cordia gerascanthus* L.), malva de caballo (*Sida acuta* Burm.) y malva de cochino (*Sida rombifolia* L.) son otras especies de plantas que aparecen de forma secundaria dentro de las más abundantes exclusivamente en el período lluvioso. Un aspecto interesante es que gran parte de las especies encontradas como más abundantes también se encuentran entre las que más repiten en las fincas de una época a la otra. Otro hecho que

llama la atención es que de las seis especies reportadas como las más abundantes en ambos períodos cinco pertenecen a la familia *Poaceae*.

Un comportamiento similar fue reportado por Gámez, De Gouveia, Álvarez & Pérez (2014), al señalar a la familia *Poaceae* como el grupo florístico más representado en diferentes sistemas de producción agrícola. Agregaron además que en diferentes estudios esta familia es considerada como la más numerosa y que a ella pertenecen generalmente los grupos de malezas más importantes. Blanco (2016), señaló que el 50 % de las peores especies de malezas en el mundo se encuentran en las familias *Poaceae* y *Asteraceae*. Precisamente estas familias unidas a la *Euphorbiaceae*, *Leguminosae*, *Malvaceae* y *Convolvulaceae*, son las que más aportan al comportamiento de las especies arvenses. Muchas de estas familias fueron reportadas por Blanco, Leyva & Castro (2014), cómo las que más especies de plantas consideradas sin utilidad aportan a los ecosistemas agrícolas.



A



B

Figura 3. Especies arvenses en las fincas objeto de estudio en los períodos poco lluvioso (A) y lluvioso (B).

Respecto a la repetitividad, los resultados mostrados señalan que las especies arvenses que más se repiten en las fincas tienen una tendencia al aumento con el cambio de temporada, 18 (período poco lluvioso) y 22 (período lluvioso). En la época poco lluviosa (Figura 3A) la repetición muestra un comportamiento irregular con el predominio de las especies que se repiten en seis de las diez fincas estudiadas. Solo el cundeamor (*Momordica charantia* L.) se repite en todas las fincas y la anacahuita (*Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst.) en 9 de los sistemas agrícolas estudiados. En la temporada lluviosa (Figura 3B) la repetición tiene un comportamiento mucho más regular debido a que existe la misma cantidad de especies que se repiten en 6, 7 y 8 de los predios productivos donde se desarrolló la investigación. En esta época solo el rabo de gato (*Achyranthes aspera* L.) se encontró presente en 9 fincas y ninguna de las especies apareció repetida en todos los sistemas agrarios.

De las arvenses que más se repiten, 14 de ellas son comunes para ambos períodos. La higuera (*Ricinus communis* L.), el tamarindo chino (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.), bejuco de ubí (*Cissus trifoliata* (L.) L.) y yerba de sapo (*Phyllanthus nodiflora* (L.) Greene) aparecieron en la temporada poco lluviosa dentro de las más repetidas y luego no se encontraron en el próximo período. En cambio ocho especies aparecieron dentro de las más repetidas en la época lluviosa y fueron: *S. rhombifolia*, *S. acuta*, *Centrocema* spp., *C. erecta*, verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), *T. hirta*, ateje blanco o uvita (*Cordia dentata* Poir) y marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn.).

Comportamiento similar a los aquí mostrados tanto para las especies más abundantes como para las más repetidas, fueron reportados por Candó (2014); y (Candó, et al. (2015), al evaluar el comportamiento y la funcionabilidad de la flora existente en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba. Los autores antes referidos señalaron al comparar la vegetación arvense en ambos períodos productivos (poco lluvioso y lluvioso) que para el indicador repetición por fincas de las especies, estas aumentaban de una temporada a la otra. Según lo citado por Ramos, Sol, Guerrero, Obrador & Carrillo (2011), las semillas de muchas plantas consideradas arvenses presentan un largo período de latencia lo que las mantiene viable hasta que encuentren las condiciones propicias para la germinación. Este proceso puede ser favorecido, de acuerdo con Arrieta (2004), por la acción conjunta de los nitratos acumulados durante la época seca y la llegada de las lluvias.

Entres las principales características referidas por Oviedo, et al. (2012), sobre las especies reportadas como las más abundantes y las más repetidas se encuentran las que se describen a continuación. Dichas características guardan relación con el comportamiento ecológico que manifiestan estas especies bajo determinadas condiciones.

Achyranthes aspera: Es una especie invasora y transformadora de los ecosistemas. Se encuentra dentro de las 100 especies más nocivas y dentro de las de mayor preocupación. El rango nativo de distribución se encuentra en Asia.

Antigonon leptopus: Invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Se encuentra dentro de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se ubica en México.

Bambusa vulgaris: Especie exótica introducida para la reforestación. Invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se encuentra en Asia.

Bothriochloa pertusa: Invasora dentro y fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se encuentra en Asia.

Cissus trifoliata: Nativa de Cuba. Se distribuye en el sur de los Estados Unidos, Yucatán, Antillas y Norte de Sudamérica.

Cleome viscosa: Es una especie exótica en Cuba. No se conoce su origen preciso pero se distribuye en la región tropical y subtropical, aunque también aparece en algunas regiones templada del planeta. Es considerada invasora en numerosos países y arvense en varios cultivos. Produce abundantes semillas que sus frutos dehiscentes facilitan su liberación lo que hace que tenga un elevado potencial reproductivo.

Commelina erecta: Nativa de Cuba. Se distribuye desde Estados Unidos hasta Argentina. Produce entre 800 y 1000 semillas que germinan en amplio rango de temperatura que unido a la multiplicación a partir de rizomas hacen suponer que tiene alto poder reproductivo.

Cordia dentata: Esta especie pertenece a un género botánico que tiene distribución pantropical concentrándose la mayoría en el Neotrópico. Se encuentra fundamentalmente en México, Centroamérica, Antillas y Suramérica. Nativa de Cuba.

Cordia gerascanthus: Esta especie pertenece a un género botánico que tiene distribución pantropical concentrándose la mayoría en el Neotrópico. Nativa de Cuba. Es una planta melífera.

Cynodon dactylon: Especie invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se encuentra en Eurasia.

Cynodon nlemfuensis: Es una especie invasora dentro y fuera de Cuba así como transformadora de los ecosistemas con rango nativo de distribución ubicado en África.

Desmodium canum: Exótica en Cuba e invasora. Se encuentra ampliamente distribuida en Yucatán, México, Centroamérica, Antillas, Sudamérica y ha sido introducida en el Viejo Mundo. Florece y fructifica durante todo el año lo que hace suponer tenga un buen potencial reproductivo.

Dichrostachys cinerea: Especie invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se encuentra en África.

Eleusine indica: Invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Su rango nativo de distribución se encuentra en Asia.

Gouania polygama: Nativa de Cuba con una distribución Pancubana. Habita desde México hasta el noroeste argentino. Es considerada como una de las mejores melíferas de Cuba.

Megathyrus maximus: Especie invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se ubica en África.

Merremia umbellata: Invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Su rango nativo de distribución se encuentra en América tropical.

Momordica charantia: Especie invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se ubica en la India.

Parthenium hysterophorus: Especie invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se encuentra en América tropical.

Phyla nodiflora: Nativa de Cuba. Se encuentra en Estados Unidos, México, de Guatemala a Panamá,

América del Sur y el Viejo Mundo. Es considerada una maleza en muchos países. Se propaga por semillas y fragmentación por lo que se considera que tiene alto potencial reproductivo.

Pithecellobium dulce: Invasora fuera de Cuba, se encuentra dentro de las 100 especies más nocivas y dentro de las de mayor preocupación. El rango nativo de distribución se ubica en Filipinas.

Portulaca oleracea: Es una especie invasora y transformadora de los ecosistemas. Se encuentra dentro de las 100 especies más nocivas. Se considera que el rango nativo de distribución es Asia, Europa y América.

Ricinus communis: Es una especie invasora y transformadora de los ecosistemas. Se encuentra dentro de las 100 especies más nocivas. Se considera que el rango nativo de distribución es Pantropical.

Sida acuta: Invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se ubica en América Tropical.

Sida rhombifolia: Nativa de Cuba. Se reproduce por semillas, una planta puede producir 6 000 semillas los que hace suponer que tiene alto poder reproductivo.

Sorghum halepense: Especie invasora fuera de Cuba y transformadora de los ecosistemas. Está dentro de las especies de mayor preocupación y de las 100 más nocivas. Su rango nativo de distribución se ubica en África y Asia.

Sterculia apetala: Invasora fuera de Cuba y transformadora dentro de los ecosistemas. Su rango nativo de distribución se ubica en América Tropical. Es una especie naturalizada con tendencia a la proliferación en algunas regiones y muestra gran capacidad de dispersión.

Trichilia hirta: Esta especie pertenece a una familia de distribución pantropical. Nativa de Cuba. Se encuentra en México, Yucatán, Centroamérica, Sureste de Brasil y Paraguay. Especie de crecimiento estacional y floración precoz.

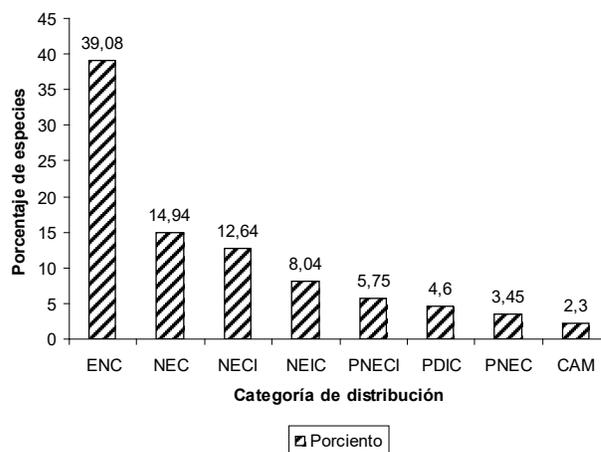


Figura 4. Representatividad de los rangos de distribución de las especies.

Leyenda: ENC: Endémica o nativa de Cuba, NEC: Naturalizada o exótica en Cuba, NECI: Naturalizada o exótica en Cuba e invasora, NEIC: Naturalizada o exótica e invasora en Cuba, PNECI: Posiblemente naturalizada o exótica en Cuba e invasora, PDIC: Presente pero dudosamente indígena de Cuba, PNEC: Posiblemente naturalizada o exótica en Cuba, CAM: Cultivada en alguna medida.

Los resultados hasta aquí presentados unidos a la distribución de las especies (Figura 4) demuestran que estas tienen representatividad en diversas áreas geográficas y se adaptan a diversos climas. Ello pudiera ser beneficioso o perjudicial en función de desarrollar futuras estrategias para el manejo sostenible de este tipo de vegetación. De las 87 especies solo a 79 se les encontró algún rango de distribución debido a que cuatro se identificaron hasta el nivel de género y en cuatro el rango de distribución resultó ser impreciso para Cuba. El mayor rango de distribución (39,08 %) lo ocuparon las especies endémicas o nativas de Cuba seguidas de las naturalizadas o exóticas en Cuba (14,94 %) y las naturalizadas o exóticas en Cuba que además son invasoras (12,64 %).

Por otra parte se puede observar que de los ocho rangos de distribución identificados cinco de ellos están relacionados con las especies naturalizadas o exóticas y cuatro con especies invasoras. Si se tiene en cuenta este comportamiento se puede decir que el 44,82 % de las especies no objeto de cultivo de alguna forma han sido introducidas en el país y han alcanzado buen nivel de adaptación. Lo planteado anteriormente se justifica con el hecho de que 31,03 % de estas especies son invasoras dentro o fuera de Cuba aspecto que debe ser tenido en cuenta a

la hora de realizar el manejo sostenible de esta tipo de vegetación.

Un hecho interesante resulta ser que de las arvenses en estudio el 2,3 % (2 especies) son cultivadas en alguna medida en diferentes regiones del planeta. Estas especies fueron la morera (*Morus alba* L.) y yerba buen (*Mentha spicata* L.) que ha sido demostrado que en condiciones de patios familiares resultan cultivadas ocasionalmente por sus propiedades alimenticias y medicinales. Sin embargo, en condiciones de una agricultura suburbana resultan consideradas especies arvenses.

Estos resultados coinciden con los reportados por Guerreo (2017), al señalar durante un estudio de las potencialidades de la diversidad vegetal en fincas de la agricultura suburbanas para el control natural de plagas que las especies exóticas y las invasoras ocuparon la mayor proporción de la vegetación. Agregó además que este comportamiento es algo preocupante en función de desarrollar acciones que garanticen la presencia de este importante componente de la agrobiodiversidad en los ecosistemas agrícolas.

CONCLUSIONES

Existe una composición de vegetación arvense que tiene muy poca variación en cuanto a especies aunque se observa un mayor número de estas en la época lluviosa siendo el número de individuos el indicador que mayor variación mostró. La estructura de la flora objeto de estudio también mostró poca variación con una permanencia de un período al otro del 50 % de las especies más abundantes y 14 de las más repetidas, siendo las familias *Poaceae*, *Asteraceae*, *Euphorbiaceae*, *Leguminosae*, *Malvaceae* y *Convolvulaceae* las de mayor contribución a este comportamiento. Las especies endémicas o nativas en Cuba son las que mayor porcentaje presentaron dentro de los rangos de distribución reportados sin embargo, las especies exóticas y las invasoras tienen una representación que supera el 31 % dentro del resto de los rangos identificados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, P., & Strong, M. (2012). *Catalogue of seed plants of the west Indies*. Washington: Smithsonian Institution.
- Arrieta, J. M. (2004). Aspectos sobre el control de malezas compuestas en patios dedicados a la ganadería de leche. *Revista Corpoica*, 5(1), 76-84. Recuperado de <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/29>
- Blanco, Y. (2016). El rol de las arvenses como componente de la biodiversidad en los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 34-56. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000400003
- Blanco, Y., Leyva, A., & Castro, I. (2014). Determinación del período crítico de competencia de arvenses en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(3), 62-69. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n3/ctr07314.pdf>
- Blanco, Y., & Leyva, A. (2007). Las arvenses en los ecosistemas agrícolas y sus beneficios. *Cultivos Tropicales*, 28(5), 21-28. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193217731003.pdf>
- Candó, L. (2014). *Comportamiento y funcionalidad de la flora existente en fincas suburbanas de Santiago de Cuba*. (Tesis de pregrado). Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- Candó, L., Vargas, B., Escobar, Y., del Toro, J. O., & Molina, L. B. (2015). Compisición y utilidad potencial de las plantas no objeto de cultivo en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, (4), 88-105. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/1813/Resumenes/Resumen_181349354009_1.pdf
- Del Toro, J. O. (2015). Programa de capacitación para el aprovechamiento de la vegetación no objeto de cultivo en fincas suburbanas de Santiago de Cuba. (Tesis de pregrado). Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- Gámez, A., De Gouveia, M., Álvarez, W., & Pérez, H. (2014). Flora arvense asociada a un agroecosistema tipo conuco en la comunidad de Santa Rosa de Ceiba Mocha en el estado de Guárico. *Bioagro*, 26(3), 177-182. Recuperado de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/857/85732357007/6>
- Greuter, W., & Rankin, R. (2017). *Plantas Vasculares de Cuba. Inventario Preliminar*. Berlín: Botanischer Garten & Botanisches Museum. La Habana: Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.
- Guerrero, D. (2017). *Diversidad vegetal en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba: sus potencialidades para el control natural de plagas*. (Tesis de pregrado). Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- Malebrán, D. (2014). *Malezas*. Recuperado de <http://www.wikipedia.es>

- Oviedo, R., et al. (2012). Lista nacional de especies de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba-2011. *Bissea*, 6(Número Especial 1), 22-96. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/284545720_LISTA_NACIONAL_DE_PLANTAS_INVASORAS_Y_POTENCIALMENTE_INVASORAS_EN_LA_REPUBLICA_DE_CUBA_-_2015
- Ramos, E., Sol, A., Guerrero, A., Obrador, J. L., & Carrillo, E. (2011). Efecto de *Arachis pintoi* sobre las arvenses asociadas al Plátano macho (*Musa aab*), Cárdenas, Tabasco, México. *Agronomía Mesoamericana*, 22(1), 51-62. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v22n01_051.pdf
- Vargas, B., Candó, L., Pupo, Y. G., Ramírez, A., & Rodríguez, E. J. (2014). Complejidad de cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba a partir del análisis de la biodiversidad. *Ciencia en su PC*, (4), 55-65. Recuperado de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/1813/181335576004/6>
- Vargas, B., Pupo, Y. G., Fajardo, L., Puertas, A. L., & Rizo, M. (2014). Riesgos y beneficios de tres especies arvenses en ecosistemas agrícolas. *Ciencia y en su PC*, (1), 27-37. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/1813/Resumenes/Resumen_181331235003_1.pdf
- Vargas, B., Pupo, Y., Puertas, A., Mercado, I., & Hernández, W. (2011). Estudio etno botánico sobre tres especies arvenses en localidades de la región oriental de Cuba. *Granma Ciencia*, 15 (3). Recuperado de http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol%2015/3/2011_15_n3.a6.pdf

Anexo 1. Listado florístico general de las 87 especies arvenses que fueron identificadas en cada una de las fincas donde se desarrolló la investigación.

Nombre Vulgar	Especies	Número de individuos	Distribución
Abrojo	Centrocema spp.	649	
Aroma	Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.	355	Endémica o Nativa de Cuba
Anamú	Petiveria alliacea L.	105	Nativa de Cuba
Anacahuita	Sterculia apetala (Jacq.) H. Karst.	174	Naturalizada o Exótica en Cuba
Amor seco	Desmodium spp.	40	
Bálsamo	Saxifraga geranoides L.	69	Cultivada en América Tropical
Bambú	Bambusa vulgaris Schrad.	179	Naturalizada o Exótica en Cuba
Baría	Cordia gerascanthus L.	50	Nativa de Cuba
Bejuco de ubí	Cissus trifoliata (L.) L.	101	Nativa de Cuba
Bejuco de indio	Gouania polygama (Jacq.) Urb.	90	Nativa de Cuba
Bledo	Amaranthus dubius Mart. ex Thell.	1221	Presente pero dudosamente indígena de Cuba
Boniato de aura	Ipomoea spp.	537	
Búcaro	Erythrina berteroana Urb.	4	Presente pero dudosamente indígena de Cuba
Caimitillo	Chrysophyllum oliviforme L.	11	Exótica en Cuba
Carpintero	Justicia pectoralis Jacq.	98	Posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba
Campanilla amarilla	Merremia umbellata (L.) Hall.	74	Nativa en Cuba
Campanilla blanca	Turbina corymbosa (L.) Raf.	77	Nativa en Cuba
Campanilla morada	Ipomoea purpurea (L.) Roth.	178	Pantropical, posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba
Cardo santo	Argemone mexicana L.	1	Exótica e invasora en Cuba
Caramaná	Cyperus rotundus L.	895	Posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba
Cayaya	Tournefortia hirsutissima L.	4	Nativa de Cuba
Clarín	Datura metel L.	2	Posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Clavo canela	Ocimum gratissimum L.	23	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Clitoria	Clitoria ternatea L.	103	Posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Confitillo	Parthenium hysterophorus L.	828	Exótica e invasora en Cuba
Coralillo	Antigonon leptopus Hook. & Arn.	137	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Copal	Protium cubense (Rose) Urb.	12	Endémica de Cuba
Crisantemo	Chrysanthemum spp.	3	
Cucaracha blanca	Commelina erecta L.	471	Nativa de Cuba
Cucaracha morada	Commelina diffusa Burm. f.	682	Presente pero dudosamente indígena de Cuba
Cundeamor	Momordica charantia L.	215	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Diente de maja	Solanum jamaicense Mill.	20	Nativa de Cuba
Don carlos	Sorghum halepense (L.) Pers.	821	Naturalizada o Exótica en Cuba
Empanadilla	Desmodium canum (J. F. Gmel) Schinz & Thell.	1564	Nativa de Cuba
Falso girasol	Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray.	1	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Frijolillo	Hebestigma cubense (Kunth.) Urb.	3	Endémica de Cuba
Friega plato	Luffa acutangula (L.) Roxb.	1	Naturalizada o Exótica en Cuba
Fruta de perro	Rauvolfia tetraphylla L.	3	Nativa de América Central, el Caribe y Suramérica
Guizazo de caballo	Xanthium chinense Mill.	56	Posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Guao	Comocladia dentata Jacq.	380	Nativa de Cuba

Guásima	Guazuma ulmifolia Lam.	40	Nativa de Cuba
<i>Guama candelón</i>	<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	2	<i>Nativa de Cuba</i>
Guáramo	Cupania juglandifolia A. Rich.	33	Nativa de Cuba
Güira	Crescentia cujete L.	4	Exótica e invasora en Cuba
Higuereta	Ricinus communis L.	50	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Jubabán	Trichilia hirta L.	110	Nativa de Cuba
Lechosa	Euphorbia heterophylla L.	350	Nativa de Cuba
Lengua de vaca	Sansevieria hyacinthoides (L.) Druce.	9	Naturalizada o Exótica en Cuba
Lipi Lipi	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.	90	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Magüiro	Capraria biflora L.	3	Nativa de Cuba
Mastuerzo	Lepidium virginicum L.	9	Naturalizada o Exótica e invasora en Cuba
Malva de cochino	Sida rhombifolia L.	335	Nativa de Cuba
Malva de caballo	Sida ulmifolia Mill.	190	Presente pero dudosamente indígena de Cuba
Malva Bruja	Bastardia viscosa (L.) Kunth.	7	Nativa de Cuba
Malva prieta	Malvastrum coromandelianum (L.) Garcke.	109	Nativa de Cuba
Marabú	Dichrostachys cinerea (L.) Wight & Arn.	217	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Moriviví	Mimosa pudica L.	123	Naturalizada en Cuba e invasora
Morera	Morus alba L.	6	Cultivada ocasionalmente en Cuba
Nacedera	Trichanthera gigantea Nees.	2	Naturalizada o Exótico en Cuba
Ortiga	Urtica urens L.	24	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Pasto estrella	Cynodon nlemfuensis Vanderyst.	4819	Naturalizada o Exótica en Cuba
Pata de gallina	Eleusine indica (L.) Gaertn.	457	Naturalizada o Exótica en Cuba
Penicilina	Bothriochloa pertusa (L.) A.Camus.	12116	Naturalizada o Exótica en Cuba
Pendejera	Solanum torvum Sw.	41	Nativo del Caribe y América
Pitigazón	Cynodon dactylon (L.) Pers.	3595	Naturalizada o Exótica en Cuba
Pitajaya	Hylocereus triangularis (L.) Britton & Rose.	2	Nativa de Cuba
Platanillo	Chamaecrista lineata (Sw.) Greene	122	Endémica de Cuba
Pulsiana	Melia azedarach L.	4	Posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Rabo de gato	Achyranthes aspera L.	923	Naturalizada en Cuba e invasora
Romerillo Amarillo	Tridax procumbens L.	145	Exótica e invasora en Cuba
Romerillo blanco	Bidens pilosa L.	440	Exótica e invasora en Cuba
Rompe camisa	Lantana camara L.	107	Nativa de Cuba
Rompe saragüey	Vernonanthura menthifolia (Spreng.) H. Rob.	19	Endémica de Cuba
Salsa fraz	Bursera graveolens (Kunth.) Triana & Planch.	3	Posiblemente naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Salvadera	Hura crepitans L.	14	Exótica e invasora en Cuba
Tamarindo chino	Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	53	Naturalizada o Exótica en Cuba e invasora
Tribulillo	Koanophyllon villosum (Sw.) R.M. King. & H. Rob.	11	Nativa de Cuba
Tua Tua	Jatropha gossypifolia L.	94	Nativa de Cuba
Uña de gato	Cleome viscosa L.	609	Exótica en Cuba
Uvita	Cordia dentata Poir.	92	Nativa de Cuba
Verbena	Stachytarpheta jamaicensis (L.) Vahl.	28	Nativa de Cuba
Verdolaga	Portulaca oleracea L.	363	Exótica e invasora en Cuba
Yerba buena	Mentha spicata L.	10	Cultivada en Cuba
Yerba de guinea	Megathyrsus maximus (Jacq.) Sim. & Jac.	1912	Naturalizada o Exótica en Cuba

Yerba mora	Solanum americanum Mill.	1	Nativa del Caribe
Yerba de Sapo	Phyla nodiflora (L.)Greene	711	Nativa de Cuba
Yerbón	Coleataenia petersonii (Hitche & Ekman) Soreng.	40	Endémico de Cuba
Total	87	38 681	



09

09

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

ENVIRONMENTAL EDUCATION AS THE BASIS FOR THE WELL-BEING OF SOCIETY AND THE STATE

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL COMO BASE PARA EL BIENESTAR DE LA SOCIEDAD Y EL ESTADO

Ph. D. Anna V. Gubareva¹

E-mail: ashipova@mail.ru

Ph. D. Kseniya E. Kovalenko²

E-mail: kovalenko1288@mail.ru

MSc. Natalia E. Kovalenko²

E-mail: kke@email.asu.ru

¹ Ural State Law University, Yekaterinburg, Russian Federation.

² Altai State University, Barnaul, Russian Federation.

Suggested citation (APA, sixth edition)

Gubareva, A.V., Kovalenko, K. E., & Kovalenko, N. E. (2018). Environmental Education as the basis for the well-being of society and the state. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 82-86. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

ABSTRACT

In the system of continuous environmental education, the educational project has a great educational potential, with the help of which it is possible to acquaint students with a complex of ecological, economic and social problems, to identify the interrelationships of phenomena and processes between them, to consider the problems of preserving and improving the quality of life, preserving the natural resource potential for meeting the needs of not only the present generation, but also of future generations. It is the project, prognostic activity that promotes the futurization of the ecological consciousness, and the joint design and research activity of schoolchildren and students contributes to the conjugation of school and university environmental education, the formation of ecological culture in the younger generation.

Keywords: Education, ecology, nation, student, intellectual potential, school.

RESUMEN

En el sistema de educación ambiental continua, el proyecto educativo tiene un gran potencial educativo, con la ayuda del cual es posible familiarizar a los estudiantes con un complejo de problemas ecológicos, económicos y sociales, para identificar las interrelaciones de los fenómenos y procesos entre ellos, considerar los problemas de preservar y mejorar la calidad de vida, preservando el potencial de recursos naturales para satisfacer las necesidades no solo de la generación actual, sino también de las generaciones futuras. Es el proyecto, actividad pronóstica que promueve la futurización de la conciencia ecológica, y el diseño conjunto y la actividad de investigación de escolares y estudiantes contribuye a la conjugación de la educación ambiental escolar y universitaria, la formación de la cultura ecológica en la generación más joven.

Palabras clave: Educación, ecología, nación, estudiante, potencial intelectual, escuela.

INTRODUCTION

Ecological culture promotes the development of a healthy road nation, spiritual growth of the society, stability in the social and economic sphere, as well as environmental security of the country and each person. The most important tool in its formation is universal and integrated environmental education, therefore the state should support it at the proper level, and, first of all, through the adoption of normative acts.

At 12th May, Russia and the countries of the former USSR celebrate the Day of Environmental Education. The holiday, whose goal is the actualization of environmental knowledge in all sciences and all spheres of human activity, was established in 1991. On this day, various environmental actions are held in cities and towns, which are both educational and practical: exhibitions, conferences and competitions of children's creativity are held on the topic of nature conservation, people take part in environmental protection activities - cleaning rivers and reservoirs, cleaning parks, landscaping of territories. This holiday concerns everyone who takes part in promoting the idea of protecting nature. The importance of environmental education is difficult to overestimate. It is ecological knowledge that allows a person to realize what catastrophic phenomena can lead to harmful habits in relation to nature; understand how to avoid such consequences. The highest goal of environmental education is to form the so-called ecological culture. For the first time, representatives of the world community expressed concern about environmental problems, to the emergence of which the development of scientific and technical progress on the planet is developing, in 1972 - at the UN International Conference on the Environment in Stockholm. Twenty years later, in June 1992, Rio de Janeiro hosted the second such conference, which also raised the issue of the need to spread environmental education. The heads of the majority of the countries of the world, including Russia, adopted and approved the Program of Action for the implementation of the concept of sustainable development of mankind, in which environmental education plays an important role. Today in Russia, environmental education is one of the priority areas. Acquaintance with the system of universal comprehensive environmental education begins with preschool age and continues up to the university vocational training and postgraduate retraining and advanced training of environmental specialists. In addition, environmental knowledge is brought to the public through the media, as well as through various projects implemented by museums, libraries, environmental institutions, sports and tourism organizations.

DEVELOPMENT

The subject of environmental law is relations about nature. Among them are public relations on environmental protection, relations on the use of natural resources, property relations on natural resources, relations to ensure environmental safety of man.

The first two groups of relations - on the protection of the environment and the use of natural resources are an exclusive subject of environmental law and are closely interrelated.

Public relations on environmental protection are divided into protection relations against chemical, physical and biological effects on nature in general and its individual components. The goal of legal regulation of these relations is the preservation, restoration of a favorable environment.

The goal of environmental education and upbringing is the formation of a system of scientific knowledge, attitudes and beliefs that ensure the formation of a responsible attitude of people to the environment in all their activities. The main objectives of environmental education:

- Observance of norms of behavior, in nature ensuring conservation and improvement of the natural habitat;
- studying the state of environmental protection and environmental problems in various types of educational institutions;
- involvement of students in the work on the environmental condition survey, and research of natural resources;
- conducting educational work at the enterprises and organizations of the city.

Zverev (1991, 1993), believes that the main task of environmental education is the theoretical absorption by schoolchildren of knowledge about nature, its features, human activity in it, environmental problems and ways of their solution in production, life, and recreation.

Environmental education requires continuity and is an interrelated process of human education, upbringing and development throughout his life. Ecological education begins with the birth of the child, in his family. The very first lessons he receives, watching the behavior of parents and other people close to him, for their attitude to the world around us. Then the child gets knowledge about nature in kindergarten, school, etc. In different age groups of children, the effectiveness of environmental education and upbringing varies.

At the preschool age, the main pedagogical emphasis should be made on the child's system of representations. In the younger adolescence, the pedagogical process is complex, it must ensure the adequate development of the personality relationship to the natural world, along with the continuation, the formation of a system of representations and the strengthening

of attention to the technological competence of the child.

Ecological education and education of students includes the development and deepening of natural scientific knowledge about the relationship between society and nature, the formation of a value attitude to society and nature, the development of an active life position in a careful attitude and protection of the natural environment, environmental beliefs and responsibility. In the process of environmental education of students, one must be convinced that the results of human activity depend on the person himself, on his knowledge, on the ability to foresee these results and consequences.

Likhachev conventionally divides the methods and forms of environmental education and upbringing into several groups. These are: school and extracurricular methods of formation of consciousness and development of thinking, teaching skills and skills of practically directed activity, development of moral and legal responsibility, aesthetic attitude to reality, moral self-perfection.

Environmental education and upbringing is the foundation of the ecological well-being of society and represents a particular developing system of natural and social knowledge that uses the achievements of many sciences. If we want our children to grow up not by consumers but by responsible people, good citizens, now is the time to take care of this and do everything possible for their full-fledged ecological education and education. Consequently, environmental education and upbringing is an area of purposeful pedagogical activity, designed to change the qualitative parameters of the relationship of man and society to the environment.

The main link in the continuous environmental training of students from the first to the last year is specially designed courses taking into account their subject training and taking into account the regional standard for environmental education.

The ideas of sustainable development gave a new impetus to environmental education, which is already seen today as a system-forming factor in the overall reforming education. Accelerating the ecologization of the educational process is due to the use of the ecological potential of all blocks and modules of vocational and educational programs in the development of the ecological culture of the future teacher. Ecologization of the educational process is connected not only with the introduction of special ecological educational disciplines, but also with the formation in the university of a special humanitarian environment of consonant social and natural dynamics motivating students in the light of the ideas of sustainable development. In many respects this is determined by the interaction of the departments of

the institute and the availability of the dialogues of the university with the nearest socio-natural environment on the problems of the development of the environmental qualities of the student's personality.

In the system of continuous environmental education, the educational project has a great educational potential, with the help of which it is possible to acquaint students with a complex of ecological, economic and social problems, to identify the interrelationships of phenomena and processes between them, to consider the problems of preserving and improving the quality of life, preserving the natural resource potential for meeting the needs of not only the present generation, but also of future generations. It is the project, prognostic activity that promotes the futurization of the ecological consciousness, and the joint design and research activity of schoolchildren and students contributes to the conjugation of school and university environmental education, the formation of ecological culture in the younger generation.

The inclusion of young students in practical activities develops holistic, critical thinking, helps to design, model various environmental situations, to orient themselves in the information space.

According to A. Peccei, it follows that if we want to change the world, first we have to change a person, a system of his qualities and values. The essence of these changes in the change in the style of a person's life from the isolation of confrontation to the style of dialogue interaction. For a radical change in relations in the field of the environment, a reorientation of the general consciousness of people from the subject-object relation to the natural environment to the subject-subject is necessary.

It is necessary to form a system of values among students that can take into account the interests of not only present and future generations, but also preserve a healthy natural environment. Through the study of natural ecosystems to show the uniqueness, the value of the world of nature, its significance for the preservation of civilization. Discover the great spiritual and aesthetic potential of nature.

Thus, in the process of cognition and interaction with nature and the socio-natural environment, the spiritual and moral qualities of the student's personality are formed as one of the basic conditions for the sustainable development of society.

CONCLUSIONS

Formation of the ecological culture of students includes the activities of teachers, parents and children themselves. Such activities are aimed at mastering the system of knowledge about the interaction of nature and society, the development of environmental value orientations, norms and rules of behavior in relation to nature, skills and skills of its study and

protection. The mission of ecological education, therefore, takes over the educational institutions. The formation of an ecological culture of the individual becomes an important element of the educational process. Environmental education becomes compulsory for everyone, like mastering a letter.

The chain of continuous environmental education pays much attention to higher educational institutions. Students must have the opportunity at the university to gain knowledge about the need for interaction between society and nature, and be scientifically prepared for action in this field. Therefore, modern education should orient young people, first of all, to the formation of moral values, to recognize their role in creating harmonious relations between society and nature. Ecological education assumes the responsibility of restructuring people's world outlook, revaluing values, forming a spiritual ecological culture.

Therefore, environmental education is not only a part of education, but a new meaning and purpose of the modern educational process - a unique means of preserving and developing mankind.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Abdulkhakova, E. A. (2010). Ecological education and education - the basis of environmental welfare of society. *Personality, family and society: issues of pedagogy and psychology*. Novosibirsk, 1.
- Deryabko, S. D., & Yasvin, V. A. (1996). *Psychology*. Rostov-on-Don: Rostov State Pedagogical University.
- Zakhlebny, A. N. (1981). *School and problems of nature*. Moscow: Pedagogy.
- Zverev, I. D. (1991). Eco-Elus and Education. *Soviet pedagogy*, 1.
- Zverev, I. D. (1993). *Ecology in school education*. Moscow.



10

10

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

ALTERNATIVA DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE MORINGA EN ZONA SEMI ÁRIDA DE ANGOLA

ALTERNATIVE OF ORGANIC SUBSTRATES FOR THE PRODUCTION OF MORINGA PLANTS IN SEMI-ARID AREA OF ANGOLA

MSc. Juan Lobaina Borges¹

Email: juanlb@cug.co.cu

Ing. Antonio Dos Santos²

MSc. Jesús Ramón Fernández Leyva¹

Email: fdezleyva@cug.co.cu

¹ Universidad de Guantánamo. Cuba.

² Escuela Superior Politécnica de Ondjiva. Cunene. Angola.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Lobaina Borges, J., Dos Santos, A., & Fernández Leyva, J.R. (2018). Alternativa de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de moringa en zona semi árida de Angola. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 87-94. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar los abonos orgánicos de la localidad de Xangongo y evaluar el efecto de los mismos en diferentes alternativas de sustratos sobre la germinación, la altura y diámetro del tallo de las plántulas, así como la calidad de las posturas de Moringa oleífera se llevó a cabo desde diciembre del 2012 a abril del 2013 un experimento en condiciones de vivero de Xangongo, Municipio Ombadja, Provincia Cunene, Angola. Se utilizó un diseño de Bloque al azar con cuatro réplicas y siete sustratos. Los sustratos fueron: [suelo enriquecido + estiércol vacuno (3:1; 5:1 y 7:1); suelo enriquecido + estiércol caprino (3:1; 5:1 y 7:1) y 100 % (Suelo enriquecido)]. Durante el periodo experimental, el efecto de los sustratos sobre Moringa presentó una germinación de 100 %. La emergencia de las semillas ocurrió a los 6 días y a los 8 días después de la siembra en todos los tratamientos, excepto el sustrato suelo enriquecido. Las combinaciones estiércol más suelo enriquecido (SE) mostró los mejores resultados en el % de germinación de semillas, altura y diámetro de las plántulas, así como en el mayor % de posturas de primera calidad en comparación con el sustrato de suelo enriquecido.

Palabras clave: Vivero Forestal, crecimiento, germinación, estiércol vacuno y estiércol caprino.

ABSTRACT

With the objective of characterizing the organic manures of the town of Xangongo and to evaluate the effect of the same ones in different substrates alternatives on germination, the height and diameter of the shaft of the plants, as well as the quality of the young plants of Moringa oleífera, it was carried out from December, 2012 to April, 2013 an experiment under orchard conditions of Xangongo, Municipality of Ombadja, County of Cunene, Angola. A design of block was used at random, with four replies and seven substrates. The substrates were [enriched soil+ bovine manure (3:1; 5:1 and 7:1); [enriched soil + goat manure (3:1; 5:1 and 7:1) and 100% (enriched) soil]. During the experimental period, the effect of the substrates on Moringa presented a germination of 100%. The emergency of the seeds happened to the 6 days, and the 8 days after plantation in all the treatments, except the substrate-enriched soil. The combinations manure plus enriched soil (ES) showed the best results in germination of seeds, height and diameter of the plants, as well as in the highest percentage of young plants of first quality, in comparison with the substrate of enriched soil.

Keywords: Forest orchard, growth, germination, bovine manure and goat manure.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha manifestado evolución y desarrollo notables con relación a los conceptos, necesidad, posibilidad, forma y métodos para la utilización y aplicación de los abonos orgánicos (Vega, De Cárdenas, Rodríguez & Herrera, 2002) y la de los abonos verdes (García, Treto & Álvarez, 2001).

En las condiciones de Angola, salvo algunas excepciones, no ha existido ni la cultura, ni los medios para coleccionar, aprovechar y aplicar los abonos orgánicos. La explotación agrícola ha estado basada, especialmente en la agricultura autosustentable. En el Municipio Ombadja, provincia de Cunene, las autoridades de la agricultura refieren, que se producen anualmente grandes toneladas de estiércol bovino y caprino, aún no calculada hasta la actualidad. Esta cantidad sería suficiente para aplicar; siendo apremiante utilizar eficientemente estos subproductos en la agricultura, donde es de interés mejorar la calidad de las posturas en los viveros mediante el uso de sustratos que influyan positivamente en la calidad del material de plantación. Esta vía de usar los estiércoles de manera eficiente, puede constituir una alternativa viable basada en las condiciones del territorio para la producción de posturas de calidad.

Los viveristas cuentan con una variedad de herramientas y técnicas para producir plántulas “de calidad”, como la mejora de los sustratos, densidad de cultivo, riego, poda aérea y de raíz, fertilización y uso de micorrizas (Trejo, Zulueta & Lara, 2007) para modificar y obtener el balance de los componentes (tallo, raíz y hojas) de las plántulas y lograr que se incrementen las posibilidades de supervivencia y buen crecimiento inicial después del trasplante en el campo, es decir el viverista puede producir “plántulas de calidad”. Las características de dichas plántulas varían considerablemente entre especies y dependen de las condiciones del sitio en que serán trasplantadas, pero una característica comúnmente encontrada como importante indicador de “calidad” es el balance del tamaño de la parte aérea y el tamaño de la raíz (razón tallo/raíz) (Montaldi, 1995).

Los estiércoles vacuno y caprino como abonos orgánicos, aplicándose como componentes mejoradores de la calidad de los sustratos para producir posturas en los viveros cobran gran importancia. Según Paneque & Calaña (2004), los abonos orgánicos son utilizados para mejorar y fertilizar los suelos agrícolas. La calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas (Lasaridi, Protopapa, Kotsou, Pilidis, Manios & Kyriacou, 2006). Según Leblanc, Cerrato, Miranda & Valle (2007), la calidad de un abono orgánico se determina a partir de su capacidad de

proveer nutrientes a un cultivo. Este contenido está directamente relacionado con las concentraciones de esos nutrientes en los materiales utilizados para su elaboración (Benzing, 2001).

Este trabajo se enfoca en el efecto de sustratos en el crecimiento de las plántulas de la especie *Moringa oleifera* Lam en condiciones de vivero. Esta especie es de gran importancia económica para Angola y toda África. Es una especie de fuentes proteicas de fácil obtención de la familia Moringaceae utilizada para el consumo animal, bien sea, usando el área foliar de la planta, como la semilla, entre otros beneficios sociales. Se caracteriza por su alta producción de follaje, su adaptación a climas tropicales, su bajo costo de producción y la facilidad de cultivarlo, por lo que se hace atractivo este cultivo como forraje (López, Mendoza, Croess & Villalobos, 2008).

La investigación se realizó con el propósito de ofrecerle a los viveristas, una alternativa de sustratos para la producción de plántulas de superior calidad, de acuerdo a los abonos orgánicos disponibles en la localidad, por los que se planteó como objetivo Caracterizar los abonos orgánicos de la localidad de Xangongo y evaluar el efecto de los mismos en diferentes alternativas de sustratos sobre el crecimiento y calidad de las plántulas de *Moringa oleifera* en zona semi-árida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado durante el periodo de diciembre 2012 a abril 2013, en el vivero de Xangongo, área perteneciente al Departamento Provincial del Instituto de Desarrollo Forestal, localizado en el Municipio de Ombadja, Provincia Cunene, Angola, localizada bajo las coordenadas geográfica de 16° 45' 00" de latitud Sur y 14° 59' 00" longitud Este y a una elevación de 1107 msnm. Las condiciones climáticas del área experimental corresponden a una zona semi-árida, con suelo de baja fertilidad y de textura arenosa (Angola.Ministerio de la Agricultura, 2013).

Según análisis físico – químico del suelo en el Laboratorio de Servicios de Análisis cc de Windhoek (SAW) – Namibia (2013), este presentó un pH moderadamente ácido (5,5), bajo porcentaje de materia orgánica (0,2%), bajo contenido de Fósforo (3 mg P/kg), y los cationes Potasio, Magnesio, calcio se encontraron en niveles muy bajos; siendo un suelo de textura arenosa, con un 93% de arena, 1,3 % de limo y 5,7 % de arcilla.

El experimento se realizó en un diseño de Bloques al azar, con siete sustratos (tratamientos) y cuatro replicas. Su área experimental abarco una superficie

de 32 m², donde se construyeron las parcelas experimentales de siete hileras de bolsas y nueve bolsas por hileras para un total de 63 bolsas/parcela.

Los tratamientos experimentales consistieron en la combinación en diferentes proporciones del estiércol vacuno y caprino con suelo enriquecido. Estos tratamientos se describen en la Tabla 1

Tabla 1. Composición de los sustratos utilizados como tratamientos para la producción de la plántula *M. oleifera*, Lam.

Sustratos	Proporciones
1) SE + EV	3 : 1
2) SE + EV	5 : 1
3) SE + EV	7 : 1
4) SE + EC	3 : 1
5) SE + EC	5 : 1
6) SE + EC	7 : 1
7) SE (Testigo)	100 % de SE

Leyenda:

SE: Suelo enriquecido. (Residuo orgánico del árbol *D. mespiliformis* (Munhandeiro)). **EV:** Estiércol vacuno. **EC:** Estiércol caprino

El tratamiento suelo enriquecido (suelo más la descomposición de los restos vegetales del árbol *Diospyros mespiliformis* (Munhandeiro), especie abundante en la región de Cunene; es un producto orgánico, procedente de hojas y ramas, entre otros, que se van desprendiendo y quedan debajo de la copa del árbol *D. mespiliformis*, residuos que en contacto con las condiciones de un suelo pardo de textura arenosa se descomponen en el mismo sitio del árbol, formando un material orgánico, el cual está siendo ampliamente utilizado en la producción de plántulas de especies forestales por los viveristas de la localidad. Este material orgánico con vista a desarrollar el presente experimento se le denominó Suelo enriquecido (SE).

Los estiércoles (vacuno y caprino) y el suelo enriquecido fueron colectados en la localidad de Xangongo. Los mismos fueron caracterizados antes del establecimiento del experimento, donde se tomaron muestras a una profundidad de 0 – 10 cm para ser sometidas a análisis físico – químico en el Laboratorio de Servicios de Análisis de Windhoek (SAW) – Namibia (2013), conforme a las metodologías aplicadas por el laboratorio, donde el pH fue determinado con un potenciómetro. Los análisis de la densidad aparente fueron realizados por el método gravimétrico, el nitrógeno mediante el método modificado de Kieldahl, el fósforo por el método

espectro fotometría, el contenido de carbono por cálculo y el contenido de materia orgánica según el método de pérdida de ignición, obteniéndose los resultados expresados en la Tabla 2.

Los sustratos en ensayo, fueron depositados en bolsas de polietileno flexible de color negro, de 5 kg de capacidad (20 cm de diámetro, 30 cm de altura y 160 cm³ de volumen)

Las semillas para la producción de plántulas de *M. oleifera* fueron colectadas de manera tradicional, de 10 árboles, se efectuó cuando la cápsula estaba totalmente seca, no se efectuaron ningún tipo de tratamiento de escarificación y se sembraron sin eliminar las alas que las protegen.

Se sembraron tres semillas en el centro de cada envase sin practicar hueco en la tierra, siendo superficial su siembra, a una profundidad de 1 cm, se hizo un tape ligero para cubrir las semillas.

Se aplicó un riego de agua un día antes e inmediatamente después de la siembra, los demás riegos se aplicaron cada tres días hasta la germinación, dependiendo de la humedad y temperatura ambiental.

Durante el periodo de crecimiento de las plántulas, se efectuaron principalmente dos labores de cultivo: el riego de agua y el deshierbe. Para su realización se establecieron los mismos procedimientos aplicados tradicionalmente para la producción de posturas en el vivero. En la labor de raleo se dejó en cada bolsa una sola plántula (la más vigorosa). Esta labor se efectuó a los 14 días de la siembra con el suelo húmedo por efecto de riego, facilitando extraer las plantas.

La evaluación del crecimiento de las plántulas se llevó a cabo en las variables: conteo de germinación, altura de la plántula (H, en cm), diámetro del tallo a la altura del sustrato (D, en cm) y la clasificación por clases de calidad de las plántulas según definición de Grá Ríos, Montalvo, Betancourt, Duarte & Cordero (2003).

Las evaluaciones de H y D, fueron efectuadas a los 45; 60 y 75 días después de la siembra (dds). La calidad de las plántulas fue evaluada a los 60 días después de la siembra (dds).

Conteo de germinación: se realizó el conteo diario de plántulas emergida con presencia inicial de brote (en 28 bolsas/parcela experimental) hasta los 30 días después de la siembra.

Altura promedio de la plántula (H): Se midió desde el nivel del sustrato en las bolsas hasta el ápice del tallo con regla graduada en centímetros (cms), midiéndose ocho (8) plántulas por parcela experimental.

Diámetro promedio de la plántula (D): Se midió a nivel del cuello de la raíz con pie de rey en milímetros (mm), midiéndose ocho (8) plántulas por parcela.

Calidad de las plántulas: Se efectuó la evaluación de 28 plántulas por parcela experimental a los 60 dds. Se empleó las definiciones de Grá Ríos, et al. (2003), para evaluar la calidad de las posturas en tres clases, ellas fueron:

- Clase I: Posturas bien desarrolladas, sanas, vigorosas y sin daños.
- Clase II: Posturas sanas, menos vigorosas, pueden tener algunos daños mecánicos excluyendo la parte terminal y el sistema radial.
- Clase III: Posturas muy débiles, enfermas o gravemente dañadas. Este tipo de posturas se desecha.

Para el análisis estadístico, en el caso de las variables “altura de plántulas” y “diámetro de tallos” se aplicó un modelo de Anova de clasificación doble con muestreo en las unidades experimentales, el cual cuantifica y separa el “error experimental” y el “error de muestreo”; este modelo estadístico se presenta de la siguiente forma:

- $Y_{ijk} = \mu_i + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + e_{ijk}$ donde,
- Y_{ijk} : cualquier observación en las variables antes mencionadas.
- μ_i : constante aditiva común a todas las observaciones.
- τ_i : efecto fijo del i-ésimo tratamiento $i = 1, 2, 3, \dots, 7$
- β_j : efecto fijo del j-ésimo bloque $j = 1, 2, 3, 4$
- ϵ_{ij} : termino del error experimental por unidad experimental.

- e_{ijk} : termino del error de muestreo, $k = 1, 2, \dots$; $e_{ijk} \sim N(\mu=0, \sigma^2)$

Las comparaciones de medias de tratamientos se realizaron con la prueba de Duncan. El procesamiento de los datos se realizó con el Paquete Estadístico (profesional) Statgraphics Centurión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características químicas y físicas de los abonos orgánicos utilizados en los sustratos.

En la Tabla 2 se presentan las características químicas y físicas de los abonos orgánicos utilizados, se aprecia que todos poseen bajos valores de densidad aparente (DA), elevado contenido de materia orgánica (M.O) y una adecuada relación carbono – nitrógeno (C/N), esta última cualidad resultó alta (28:1) en el estiércol vacuno, así como su pH (7.9) moderadamente alcalino. El abono suelo enriquecido (SE) reportó bajos niveles de NPK en relación a los estiércoles y un pH (5.3) moderadamente ácido. En sentido general el estiércol caprino posee adecuadas cualidades en DA, MO, en la relación C/N, y en el balance de los elementos minerales NPK, con un pH (7.6) moderadamente alcalino. En general, los mayores porcentajes en M.O correspondieron a los derivados de fuentes animales en relación a los provenientes de vegetales. En todos los casos el contenido de materia orgánica es elevado, cualidad muy importante que influye positivamente en la retención de la humedad, en la estructura del sustrato y en el aporte de contenido de nutrientes al suelo (república de Cuba. Ministerio de la Agricultura, 1982).

Tabla 2. Características químicas y físicas de los abonos orgánicos utilizados en los sustratos.

Tipo de abono orgánico	pH	DA	C/N	M.O	N Total	P Total	K Total
		g.cm-3		%	%	%	%
Estiércol de vacuno (EV)	7,9	0,344	28:1	54	0,8	0,2	0,6
Estiércol de caprino (EC)	7,6	0,607	11:1	57	2,3	0,2	1,4
Suelo enriquecido (SE)	5,3	1,054	11:1	12	0,3	0,03	0,04

M.O: materia orgánica. **DA:** densidad aparente. **N:** nitrógeno. **P:** fósforo. **K:** potasio. **C/N:** Relación carbono – nitrógeno.

La materia orgánica contenida en el abono desempeña un papel importante en las propiedades biológicas de los mismos. Según Paneque & Calaña (2004), es una fuente de energía para los microorganismos, ya que si esos nutrientes de la materia orgánica no se encuentran en el abono orgánico, los microorganismos los toman del suelo y entonces puede establecerse competencia entre la actividad microbiana y el desarrollo de las plantas con las que conviven.

El pH en los abonos orgánicos tiene influencia en la absorción de los nutrientes por las plantas. Según García, Díaz, Alorda, Gallardo & Valenzuela (2005), cuando el sustrato es muy ácido ($pH < 5,0$) o alcalino ($pH > 7,5$) suelen aparecer síntomas de deficiencia de nutrientes, no debidos a su escasez en el medio de crecimiento sino por hallarse en formas químicas no disponibles para la planta.

Conteo de germinación.

En el Tabla 3 se ilustran los porcentajes de germinación a los 6 hasta los 9 días después de la siembra de las semillas, se observó que durante este periodo experimental, los sustratos en estudio presentaron a los 6 días de la siembra, una germinación superior al 79 %, excepto en el sustrato suelo enriquecido (SE) donde solo se obtuvo el 50% de germinación; a los 7 días la germinación fue del 100 % en todos los sustratos, no así en el sustrato SE + EC (7:1) y el SE, donde alcanzaron el 97 y 75%, respectivamente. También se observó que las semillas sembradas en los sustratos de estiércol vacuno y caprino germinaron en un menor tiempo y en mayor por ciento con relación al sustrato SE, el que alcanzó mas tardíamente el 100 % de germinación a los 9 días de la siembra.

Tabla 3. Porcentaje de germinación días después de la siembra (dds).

No	Tratamientos	% de germinación días después de la siembra			
		6 dds	7 dds	8 dds	9 dds
1	SE + EV (3:1)	82	100	-	-
2	SE + EV (5:1)	79	100	-	-
3	SE + EV (7:1)	86	100	-	-
4	SE + EC (3:1)	83	100	-	-
5	SE + EC (5:1)	93	100	-	-
6	SE + EC (7:1)	90	97	100	-
7	SE (Testigo)	50	79	90	100

Este resultado está asociado al efecto favorable del contenido de materia orgánica de los sustratos para la producción de las plántulas, presentándose el mayor porcentaje de materia orgánica en los sustratos con proporciones de estiércol vacuno y caprino. Según Paneque & Calaña (2004), la materia orgánica es fundamental en el suelo, por su influencia sobre la actividad biológica, sobre la fertilidad del suelo, especialmente en los contenidos de nitrógeno, sobre la estructura, la densidad aparente, la compactación, disminuye la cohesión y la plasticidad y aumenta la porosidad e influye sobre la relación aire – sólidos y determina la capacidad de

retención y aprovechamiento del agua, así como en la capacidad de adsorción y la capacidad de intercambio catiónico.

Similares resultados observaron Medina, García, Calvero & Iglesia (2007), en la especie *M. oleífera*, en las variables emergencia de las semillas de *M. oleífera* y en el porcentaje de germinación, las cuales se incrementaron durante el transcurrir de las semanas utilizando el sustrato compuesto por suelo franco – limoso alcalino, arena y estiércol bovino compostado en bolsas de nylon de polietileno negro de 1 kg de capacidad.

Los resultados de los sustratos a base de las diferentes proporciones de estiércol vacuno y caprino (SE + EV y SE + EC) 3:1, 5:1 y 7:1, presentaron un notable efecto en la germinación. Estos resultados se corroboran con lo planteado por Gonçalves & Poggiani (1996); Caldeira, et al. (2000), la producción de plántulas de uso forestal de buena calidad incluye los procesos de germinación de semillas, crecimiento y formación del sistema radicular y parte aérea, que están directamente relacionados con características que definen el nivel de eficiencia de los sustratos, tales como: aireación, drenaje, retención de agua y disponibilidad balanceada de nutrientes.

Reyes (2005), señaló que cuando se cultiva en condiciones ideales, las semillas de *M. oleífera* presenta una germinación del 99,5 %, como las prevalecientes en este estudio. Asimismo este aspecto es indicativo de la poca latencia de la semilla de *M. oleífera*

Altura promedio de la plántula (H).

Los sustratos SE + EV (3:1, 5:1 y 7:1) y SE + EC (3:1, 5:1 y 7:1) tuvieron un efecto favorable en el crecimiento de la altura de las plántulas, sin diferencia significativa entre ellos a los 75 días después de la siembra, los cuales superaron significativamente al sustrato SE durante el periodo experimental; en el sustrato SE se obtuvieron plántulas de menores alturas durante todas las etapas de crecimiento de las posturas (Tabla 4).

Tabla 4. Altura y diámetro promedio de las plántulas (cm) obtenidos después de la siembra (dds) en los diferentes sustratos.

No	Tratamientos	H (cm)			D (cm)		
		45 dds	60 dds	75 dds	45 dds	60 dds	75 dds
1	SE + EV (3:1)	39,63 a	58,94 ab	78,50 a	0,79 a	1,01 a	1,23 a
2	SE + EV (5:1)	38,25 ab	59,44 ab	80,25 a	0,78 a	1,04 a	1,26 a
3	SE + EV (7:1)	35,13 ab	54,96 ab	75,63 a	0,73 a	0,99 a	1,17 a
4	SE + EC (3:1)	33,63 b	52,10 b	76,00 a	0,76 a	0,95 a	1,15 a
5	SE + EC (5:1)	35,63 ab	59,00 ab	80,00 a	0,77 a	0,97 a	1,19 a
6	SE + EC (7:1)	38,38 ab	65,75 a	87,50 a	0,75 a	1,03 a	1,25 a
7	SE (Testigo)	22,25 c	39,69 c	54,63 b	0,59 b	0,77 b	0,92 b
	EE(x)±	1,81	3,92	4,14	0,032	0,053	0,067

Leyenda:**H:** Altura promedio de la plántula**D:** Diámetro promedio de la plántula**EE(X):** Error estándar de la media.**(a, b, c):** Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a ($P < 0,05$)

Diámetro promedio de la plántula (D).

En el Tabla 4, se aprecia que los sustratos que contienen estiércol vacuno y estiércol caprino (SE + EV y SE + EC) en las proporciones 3:1, 5:1 y 7:1 tuvieron un efecto sin diferencia significativa entre ellos en el diámetro promedio de las plántulas, aunque si superaron con diferencia significativa al sustrato suelo enriquecido (SE) en cada momento de evaluación.

Similar resultado observaron Medina, et al. (2007) en la especie *M. oleífera*, el diámetro de la base del tallo se incrementó con el transcurrir de las semanas, lo que evidenció que a medida que la planta madura expresa su mayor desarrollo y crecimiento.

Tabla 5. Calidad de las posturas en los sustratos a los 60 dds (%).

No	Sustratos	Calidad de las posturas (%)		
		Clase I	Clase II	Clase III
1	SE + EV (3:1)	83,30	16,60	0
2	SE + EV (5:1)	67,00	33,00	0
3	SE + EV (7:1)	58,00	42,00	0
4	SE + EC (3:1)	91,60	8,33	0
5	SE + EC (5:1)	100,00	0	0
6	SE + EC (7:1)	100,00	0	0
7	SE (testigo)	25,00	33,00	42,00

Se pudo comprobar que el abono estiércol caprino incorporado en el sustrato reúne cualidades (Tabla 2), que resultaron ser favorables en los efectos causados sobre la producción de las plántulas; resultados que *concordan con lo planteado por* Paneque & Calaña (2004), cuando se refieren a la relación C/N del abono orgánico, si es menor de 17:1 el tiempo de descomposición es de 1 a 2 semanas y se produce mineralización del N, las plantas se benefician de esa descomposición

Calidad de las plántulas.

La calidad de las plántulas (Tabla 5) muestran que los sustratos (SE + EV) y (SE + EC) en las proporciones (3:1, 5:1 y 7:1) mostraron tener mayor efecto en esta etapa de crecimiento de las plántulas en el vivero y a su vez una mejor calidad de las posturas con relación al sustrato SE. Los sustratos 5 y 6 presentaron el 100 % de posturas de calidad de la clase I, seguido de los sustratos 1 y 4 con el 83,33 y 91,60 %, respectivamente de posturas de clase I, mientras que los sustratos 2 y 3 produjeron el 33 y 42 % de las posturas de clase II, respectivamente y el sustrato SE reportó el 42 % de las posturas de la calidad de la clase III (Tabla 5).

Este efecto de los sustratos (suelo enriquecido + estiércol vacuno) y (suelo enriquecido + estiércol

caprino) en las variables germinación, altura y diámetro del tallo de las posturas y en la calidad del material de plantación, favorece en la reducción del ciclo de producción y menor permanencia de las posturas en el vivero para la plantación definitiva. Resultado atribuido a las cualidades físico – química que infieren el estiércol vacuno y caprino al combinarse con el suelo enriquecido.

Resultados que concuerdan con los planteados por Paneque & Calaña (2004), sobre los beneficios de la aplicación de los abonos orgánicos en las propiedades biológicas que aporta la materia orgánica contenida en el abono.

En el presente trabajo, el pH 5,3 del sustrato suelo enriquecido (SE) (Tabla 2) parece no haber favorecido el desarrollo de las plántulas, limitando la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. Según Handreck & Black (1999), el efecto del pH sobre la disponibilidad de nutrientes en un medio altamente orgánico es diferente comparado con los suelos naturales.

CONCLUSIONES

Los abonos orgánicos estiércol vacuno y caprino de la localidad de Xangongo, presentaron buenas cualidades físico – química, influyendo en el efecto de los sustratos sobre el crecimiento de las plántulas.

Los sustratos suelo enriquecido + estiércol vacuno y suelo enriquecido + estiércol caprino en las proporciones 3:1, 5:1 y 7:1, mostraron los mejores resultados en el % de germinación de semillas, altura y diámetro de las plántulas, así como en el mayor % de posturas de primera calidad en comparación con el sustrato de suelo enriquecido.

Las fuentes orgánicas disponibles de estiércoles vacuno y caprino en la localidad de Xangongo pueden ser utilizada para la producción de posturas de *M. oleífera* en las proporciones 3:1, 5:1 y 7:1 (suelo enriquecido + estiércol vacuno) y (suelo enriquecido + estiércol caprino), sustituyendo el sustrato de suelo enriquecido (SE).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angola. Ministerio de La Agricultura. (2013). Caracterización de la Provincia de Cunene. Informe del Departamento Provincial de Forestal de Cunene. Luanda: Ministerio de La Agricultura.
- Benzing, A (2001). Agricultura Orgánica – fundamentos para la región andina. Neekar – Verlag, Villingen – Schwenning, Alemania, 682 Recuperado de <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=231>.

- García, M., Treto, E., & Álvarez, M. (2001). Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizados como abonos verdes en las condiciones de Cuba. *Revista Cultivos Tropicales*, 22(4), 11-16. Recuperado de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/1932/193230162002/COMPORTAMIENTO+DE+DIFERENTES+ESPECIES+DE+PLANTAS+PARA+SER+UTILIZADAS+COMO+ABONOS+VERDES+EN+LAS+CONDICIONES+DE+CUBA/6>
- Gonçalves, L. M., & Poggiani, F. (1996). Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13. Águas de Lindóia. Resumos. Piracicaba.
- Grá Ríos, H., Montalvo, G. J., Betancourt, R. M., Duarte, J., & Cordero, M. E. (2003). Manual de viveros forestales. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana: MINAGRI.
- Handreck K., & Black, N (1999). Growing media for ornamental plants and turf. Sydney: University of New South Wales Press.
- Lasaridi, K., Protopapa, I., Kotsou, M., Pilidis, G., Manios, T., & Kyriacou, A. (2006). Quality assessment of compost in the Greek market: The need for standards and quality assurance. *Journal of Environmental Management*, 80, 58-65. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a83a/89c03a4e8c2d04052899f5e1a06378eb-bef4.pdf>
- Leblanc, H. A., Cerrato, M. E., Miranda, A., & Valle, G. (2007). Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. *Tierra Tropical*, 3, 97-107. Recuperado de <http://tierratropical.org/es/editions/edition-3-1-2007/determining-the-quality-of-organic-fertilizers-using-bioassays/>
- López, J. G., Mendoza, Y., Croess, R., & Villalobos, N. (2008). *Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del Moringo (Moringa oleífera) como uso potencial en la alimentación animal*. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Técnico Superior. Maracaibo: Instituto Universitario de Tecnología.
- Medina, M. G., García, D. E., Calvero, T., & Iglesia, J. M. (2007). Estudio comparativo de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(2), 83 – 93. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000200004
- Montaldi, E. R (1995). *Principios de fisiología vegetal*. La Plata: Ediciones Sur.
- Paneque, V. M., & Calaña, J. M (2004). Abonos Orgánicos, Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. La Habana: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.
- República de Cuba. Ministerio de la Agricultura. (1982). Manual de interpretación de los suelos. La Habana: MINAGRI.
- Reyes, N (2005). Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía técnica No. 5. Lima: Universidad Nacional Agraria.
- Trejo, D., Zulueta, R., & Lara, L. (2007). Manual de prácticas para el estudio de la simbiosis micorrízico arbuscular. Veracruz: Universidad Veracruzana. García, M.A., Díaz, D., Alorda, M., Gallardo, C., & Valenzuela, O. (2005). Características de los sustratos utilizados por los Viveros Forestales. *Revista de información sobre investigación y Desarrollo Agropecuario*, 5(8), 57-59 Recuperado de <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/idia.htm>
- Vega, E. A., De Cárdenas, M., Rodríguez, R., & Herrera, J. A. (2002). Abonos orgánicos procesados; alternativa para la producción de pepino en organopónico. XIII Congreso del INCA. Universidad de Ciego de Ávila.



11

11

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

PRINCIPALES INSECTOS PLAGA, INVERTEBRADOS Y VERTEBRADOS QUE ATACAN EL CULTIVO DEL ARROZ EN ECUADOR

MAIN PEST INSECTS, INVERTEBRATE AND VERTEBRATE THAT ATTACK THE RICE CULTIVATION IN ECUADOR

MSc. Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

Dr. C. Hipólito Israel Pérez Iglesias¹

E-mail: hperez@utmachala.edu.ec

Dr. C. Alejandro Rafael Socorro Castro²

E-mail: arsocorro@hotmail.com

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

² Universidad Metropolitana. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., & Socorro Castro, A. R. (2018). Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 95-107. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El trabajo ofrece una revisión bibliográfica actualizada relacionada con la caracterización de los principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que pueden afectar al cultivo del arroz, así como los daños que ocasionan y medidas para su control en Ecuador. La mayor afectación en el cultivo del arroz es ocasionada por la sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir.), que provoca daños directos, producidos por la picadura al momento de alimentarse, o indirectos, al transmitir el virus de la hoja blanca del arroz (RHBV); la mosca minadora, la cual arriba a las zonas arroceras de manera inesperada y el mejor método para su control es el uso de insecticidas; la chinche vaneadora, la que se ha convertido en una plaga de alta importancia ya que puede generar pérdidas económicas de un 30 a 65% del valor total de la producción; el acaro blanco (*Steneotarsonemus spinki*) que puede originar daños directos, debido a su alimentación e indirectos por la inyección de toxinas o la diseminación de organismos fitopatógenos como el hongo *Sarocladium oryzae* provocando la pudrición de la vaina; o puede encontrarse en asociación con la bacteria *Burkholderia glumae* (Añublo bacterial de la panícula del arroz), el caracol manzana que provoca daños significativos en arrozales bajo riego; la rata arroceras, que causa los daños al construir sus nidos con hojas y tallos de arroz por encima de la superficie de la lámina de agua; y las aves que constituyen una amenaza permanente al producir daños considerables en la fase de maduración y en el proceso industrial del arroz.

Palabras clave: Insectos, vertebrados, invertebrados, arroz, producción.

ABSTRACT

The work offers an updated bibliographic review related to the characterization of the main pest, invertebrate and vertebrate insects that can affect rice cultivation, as well as the damages caused and directions for their control in Ecuador. The most affected rice crop is caused by the sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir.), which causes direct damage, caused by the sting at the time of feeding, or indirect, by transmitting the white leaf rice virus (RHBV). ; the leaf miner fly, which unexpectedly arrives at the rice fields and the best method for its control is the use of insecticides; the bug vaneadora, which has become a pest of high importance because it can generate economic losses of 30 to 65% of the total value of production; the white mite (*Steneotarsonemus spinki*) that can cause direct damage, due to its feeding and indirect by the injection of toxins or the dissemination of phytopathogenic organisms such as the fungus *Sarocladium oryzae* causing the pod rot; or it can be found in association with the bacterium *Burkholderia glumae* (bacterial blight of the rice panicle), the apple snail that causes significant damage in rice fields under irrigation; the rice rat, which causes damage by building its nests with leaves and stems of rice above the surface of the sheet of water; and the birds that constitute a permanent threat by causing considerable damage in the maturation phase and in the industrial process of rice.

Keywords: Insects, vertebrates, invertebrates, rice, production.

INTRODUCCIÓN

Bajo el término de plaga se considera a cualquier organismo competidor o antagónico con un cultivo, cuyas poblaciones en niveles críticos, sean capaces de causar daños significativos en forma directa o indirecta a los órganos de las plantas y a la economía de los productores (Suquilanda, 2003).

Las plagas en el cultivo del arroz se consideran las principales causas de los bajos rendimientos, además, provocan un incremento en los costos de producción y una disminución de la calidad del grano (Pérez, Castro, González, Aguilar & García, 2016).

Mayoritariamente, el arroz se cultiva en ambientes húmedos y cálidos, donde las plagas prosperan rápidamente y dañan el cultivo. Más de 100 especies de insectos son considerados plagas del arroz, pero solamente unas 20 tienen importancia económica en el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2003). En el ámbito mundial, las plagas del arroz (enfermedades, malezas, insectos, vertebrados e invertebrados) destruyen cerca del 35% de la producción, donde el 12% corresponde a los insectos dañinos. Ahí radica la importancia del estudio y el manejo de los principales insectos plaga que afectan al cultivo, como forma de prevenir o aminorar sus efectos (Páez, 2004). Vivas & Notz (2009), indican que el conocimiento de los insectos plaga asociados con el cultivo del arroz, es de gran importancia, debido a que ayuda a reforzar e implementar nuevos métodos de control, de modo que se puedan obtener mejores rendimientos y mayor productividad al momento de la cosecha.

El nivel de daño de las plagas varía de acuerdo a las condiciones del clima, del sistema de cultivo, de la época de siembra, de la variedad o línea, del estado de crecimiento de la plantación y del tipo de plagas que están atacando. Por eso es muy importante la identificación de estos enemigos, conocer sus hábitos y el nivel de daño que ocasiona a la plantación, así como el estado en que atacan y la época en que aparecen o que permiten un mejor manejo y un control más efectivo de las mismas (Honduras. Secretaría de Agricultura y Ganadería, 2003).

El control de insectos es indispensable para alcanzar niveles satisfactorios de producción y productividad en cualquier plantación de arroz. Algunas especies de vertebrados (roedores y aves) e invertebrados como el caracol manzana, también perjudican los arrozales en forma significativa o económica, por lo que se consideran como plagas y deben ser controlados o ser ahuyentadas dentro de lo posible. Además, dentro del concepto de plaga, se incluye a las enfermedades y las malezas, las cuales no serán abordadas en el presente trabajo.

El trabajo se elaboró con el objetivo de obtener un material actualizado relacionado con la caracterización de los principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que pueden afectar al cultivo del arroz en Ecuador, así como los daños que ocasionan y medidas para su control, mediante consulta de literatura científica actualizada, encaminado a la creación de bases teóricas en agricultores, técnicos, profesionales, estudiantes y población en general, vinculados con la producción arroceras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda de la literatura básica, científica y actualizada relacionada con los principales insectos que pueden alcanzar umbrales económicos, constituirse en plagas y generar afectaciones al cultivo del arroz en el país, los síntomas que presentan, los daños y pérdidas que ocasionan, así como la integración de diferentes estrategias de manejo, enfocadas en la protección del medio ambiente y agroecosistemas dedicados a la producción de este importante rubro en Ecuador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los insectos plagas más destacados, que mayor afectación provocan en el cultivo del arroz en Ecuador, se encuentran la cigarrita del arroz (Sogata), la mosca minadora del arroz, el gusano cogollero, la chinche negra, la chinche vaneadora y el ácaro blanco.

Cigarrita del arroz (Sogata)

Conocida comúnmente como Sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir; Orden: Homoptera, familia Delphacidae), es la principal plaga que afecta la producción en las plantaciones arroceras, con sus picaduras ocasiona daños a las plantas, además es el vector del Virus de la Hoja Blanca (RHBV por sus siglas en inglés).

En condiciones normales de campo menos del 2% de la población son vectores; sin embargo, cuando se presentan epidemias se alcanzan valores del 12 a 25% y en algunos casos en particular, valores superiores. El RHBV no se transmite mecánicamente o por semilla, únicamente es transmitido por la sogata. Cuando el insecto ha adquirido el virus alimentándose sobre plantas enfermas, el período de incubación del insecto es de 15 a 20 días. También las madres infectadas transmitirán el virus a su progenie. Cuando el virus es adquirido maternalmente puede transmitirse inmediatamente después de la eclosión de la ninfa. La principal fuente de la enfermedad es la migración de sogata en un campo de arroz joven, y las progenies extienden el virus después.

Dentro de las plantas de arroz el virus tiene como promedio un periodo de incubación entre los 7 a 14 días, periodo en que se observan los síntomas y no es posible su control (República Bolivariana de Venezuela. Asociación de Productores de Semillas Certificadas de los Llanos Occidentales, 2017). Morales & Jennings (2010), afirman que la transmisión del RHBV a la planta es causada por la plaga cuando se alimenta de las hojas de la planta enferma y después pica en plantas sanas (figura 1).



Figura 1. Adultos del insecto sogata alimentándose de las hojas del arroz.

Fuente: Morales & Jennings (2010).

González, et al. (2012), afirman que la Sogata es una de las principales plagas del arroz en América Tropical, provoca dos tipos de daños: directos, originado por la picadura del insecto al alimentarse de las hojas de la planta; o indirectos, causado por el VHB inoculado por el insecto al alimentarse de las plantas (figura 2).



A



B

Figura 2. Daños causados por la Sogata en el arroz. A. Daño directo originado por la picadura del insecto al alimentarse de las hojas de la planta. B. Daño indirecto causado por el VHB inoculado por el insecto.

Fuente: González, et al. (2012).

Manejo: se emplean principalmente dos métodos, el cultural, en el cual se considera la época adecuada para la siembra, nuevas variedades más resistentes o tolerantes, eliminación de residuos de cosechas mediante la quema y malezas, con el fin de evitar la reproducción del insecto; y el químico, el cual se utiliza si el umbral económico del daño supera el 30%, aunque no es recomendable su utilización ya que pueden causar la muerte de depredadores naturales que resultan un efectivo control biológico. Aplicaciones de Diazinon en dosis de 0,50-0,75 l ha⁻¹, resultan efectivas, especialmente para el control de este insecto plaga (Paulsrud, Scherer, Schuster, Yiesla & Ogutu, 2015).

Mosca minadora del arroz

González & Castillo (2011), reportan que la mosca minadora del arroz (*Hydrellia wirthi*, Korytkowski, orden: Díptera, familia: Ephydriidae) es una plaga muy dañina que ataca al cultivo en las primeras etapas de crecimiento. En los últimos años, la población de este insecto ha aumentado de forma constante, debido al manejo inadecuado de insecticidas y variaciones climáticas que han favorecido su desarrollo (figura 3).



Figura 3. Presencia de *Hydrellia sp.*, sobre hojas de arroz A. Huevos. B. Larva. C. Pupa. D. Adulto.

Fuente: República de Cuba. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (2017).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007), define que, al transcurrir 30 días del crecimiento de la plantación de arroz, desde el inicio de su germinación, se debe realizar un monitoreo que indique el estado de la plantación, si se evidencian daños por despigmentación y torceduras en las puntas de las hojas, será un indicador de la presencia de la plaga (figura 4).



Figura 4. Ataque de la mosca minadora del arroz. Obsérvese la torcedura y la decoloración de la punta de la hoja.

Fuente. República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Al eclosionar, las larvas perforan la lámina foliar y se alimentan del tejido esponjoso, dejando en ellas minas o galerías de color claro. Las minas miden inicialmente de 0,1 a 0,2 mm de ancho y cuando se agrupan o se fusionan, esa porción de la hoja finalmente se necrosifica y las hojas se quiebran. Las minas contienen una cámara de aire, al principio de un color verdoso, posteriormente de color amarillo, aunque con el tiempo pueden parecer de un color blanco, necrosificándose finalmente (Saavedra, 1973; Korytkowski, 1982; Pantoja, 1997; Castillo, et al., 2002), citados por Castillo, 2007).

El minador de la hoja, ha adquirido importancia económica en los últimos años, debido a la tendencia de aumentar la superficie de arroz bajo el sistema de riego y a la elevada humedad relativa, factor abiótico que ha favorecido el incremento de la plaga. A pesar de ser considerada una plaga del cultivo bajo riego, también puede afectar el arroz de secano, en condiciones de elevada precipitación pluviométrica. El comportamiento del insecto se atribuye a la presencia de la lámina de agua acumulada en los terrenos producto del desnivel del suelo. Este antecedente, permite definir el status de *Hydrellia*, desde la perspectiva de la bioecología y comportamiento del insecto, relacionado con la arquitectura y velocidad de desarrollo varietal del cultivo (Pantoja & Salazar, 1993; Ferreira, 1951; Pantoja, et al., 1997, citados por Zachrisson, 2010).

La elevada humedad relativa, aproximadamente de 98%, favorece la eclosión de larvas que se introduce en el tejido parenquimatoso de la hoja, formando galerías o minas. La fase de pupa, se desarrolla en las galerías o minas. Los adultos de *Hydrellia*, también presentan este comportamiento hidrofílico, en función del rango de vuelo de 10 cm sobre la superficie del agua, entre las 06h00 y las 10h00. Los aspectos antes mencionados sugieren el manejo de la lámina de agua y el drenaje de las parcelas; no obstante, la

medida favorece la proliferación de malezas, reduce el efecto de la fertilización, producto del lavado tanto de herbicidas, como del nitrógeno. Así, la integración del manejo cultural, basado en la distribución uniforme de la semilla y el aumento de la densidad de siembra, es una medida que reduce la exposición del insecto a la superficie del agua (Pantoja, et al., 1997; Galvis, et al., 1982; King & Saunders, 1984; Weber, et al., 1989, citados por Zachrisson, 2010).

Manejo: al tomar en cuenta que *H. wirthi* arriba a las zonas arroceras de manera inesperada, el mejor método para su control es el uso de insecticidas, obteniéndose excelentes resultados (Martínez, Barrios, Rovesti & Santos, 2006). Entre los productos más eficientes se encuentra el Diazinon en dosis de 0,50-0,75 l ha⁻¹, el cual es muy efectivo. Además, existen controles biológicos reportados en diversas zonas arroceras, entre los que se encuentran arañas depredadoras del insecto adulto y avispas que parasitan los huevos y larvas de *Hydrellia* como: *Gerris* sp., y *Pirata piraticus* (figura 5).



A

B

Figura 5. Depredadores naturales de *Hydrellia*. A. *Gerris* sp. B. *Pirata piraticus*.

Fuente: República de Cuba. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (2017).

Meneses (2008), señala varios himenópteros como controles biológicos de *Hydrellia*. Los más efectivos son *Chorebus aquaticus* y *Opius hydrelliae*. Este parasitismo en la primera generación de la plaga es bajo, aunque se incrementa en un 70 a 80% sobre la segunda y tercera generación. Normalmente

una combinación de parasitoides depredadores y altas temperaturas causan una rápida disminución de la población del insecto. En la zona arrocerá de Jamundí (Colombia) existen algunos reportes de avispa que parasitan huevos y larvas de *Hydrellia* y se mencionan a *Chorebus aquaticus* y *Opius Hydrelliae*.

Control etológico: consiste en la utilización de trampas activadas con atrayentes lumínicos, visuales (colores), alimentarios (fermentos), sexuales (feromonas), que actúan como estímulos para atraer a los insectos plaga a fin de atraparlos. Las trampas a base de luz atraen a insectos voladores nocturnos (mariposas, escarabajos, moscas). Al capturar a los insectos adultos se interrumpe el ciclo biológico de éstos y se logra la disminución de sus poblaciones. Se recomienda colocar entre 6 a 12 trampas por hectárea (figura 6). Las trampas a base de colores y pegantes atrapan insectos pequeños, tales como mosquillas y uruzungos (*Thrips*). El color amarillo atrae mosquillas, mientras que el color azul atrae a los uruzungos. Como pegante se puede utilizar aceite de comer, manteca de cerdo diluida o un pegante sintético de la agroindustria conocido como biotac (Suquilanda, 2003). Las trampas se utilizan con el objetivo de atraer insectos para eliminarlos y disminuir las poblaciones, monitorear la incidencia de la plaga y determinar las especies de insectos presentes en el cultivo.



Figura 6. Trampas a base de colores y pegante para atrapar insectos pequeños como *Hydrellia sp.*

Fuente: Suquilanda (2003).

Gusano cogollero

Martínez, Padilla, Jarquín & Sánchez (2015), indican que, aunque el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith; Orden Lepidoptera, familia Noctuidae), es una plaga que ataca especialmente al cultivo del maíz, también causa daños considerables en plantaciones jóvenes de arroz. En la etapa inicial de desarrollo las larvas atacan principalmente las hojas. Al pasar a su segunda etapa o estadio, se manifiestan daños en el cogollo. Las etapas finales

llegan a causar un impacto negativo cuando la temperatura del ambiente alcanza unos 30°C, las larvas se alimentan de nervaduras, tallos y hasta perforan la planta. En la figura 7 se observa el estado adulto y los daños ocasionados por larvas de *S. frugiperda*.



Figura 7. A. Gusano cogollero atacando una plantación joven de arroz. B. Adulto de *S. frugiperda*.

Fuente: Martínez, et al. (2015); Meneses (2008).

Manejo: el control para *S. frugiperda* se realiza normalmente por medio de insecticidas cuando se encuentra en su estado de larva y cuando las plantas sean pequeñas, después de un mayor crecimiento se complica cuando la plaga se introduce en el interior de la planta de modo que no es afectado por el producto (Castillo, 2013). En cuanto a los medios biológicos se recomienda colocar trampas de luz (9 por ha) para atrapar insectos adultos e interrumpir su ciclo biológico. Para el control de larvas se realizan aspersiones foliares de la bacteria *Bacillus thuringiensis* en dosis de 2,5 g/litro cada 8 días, para lo cual se debe tener en cuenta la hora de aplicación y las condiciones ambientales, para lograr un control efectivo.

Chinche negra

Según Riffel, Prando & Boff (2010), la chinche negra (*Tibraca limbativentris* Stal. Orden; Hemiptera; Familia: Pentatomidae) ataca principalmente en su mayor porcentaje a las plantaciones de arroz, la cual provoca heridas en el tallo y en varias zonas de la planta. Menegaz, Santana, Rodríguez & Shiguelo (2012), señalan que la plaga potencialmente incide en el cultivo del arroz, desde los países de América central hasta algunos países de América del Sur incluido Ecuador (figura 8).



Figura 8. Adultos de *T. limbativentris* atacando hojas y tallos del arroz.

Fuente: Menegaz, et al. (2012).

Grillo (2007), afirma que, aunque el daño es moderado, el ataque de la plaga se ha incrementado en los últimos años, y se manifiestan en el cultivo a partir de los 30 días después de la germinación. Cuando se encuentra en su estado de ninfa y adulto, comienza a alimentarse con su estilete, introduciéndolo para succionar la savia de la planta, y a subir por el tallo debilitando la planta de arroz, al momento de su reproducción llega hasta la parte superior, donde sale la panícula, lo cual produce que el llenado de granos no sea eficiente en su totalidad, muchos queden vacíos, y causa bajos rendimientos al momento de la cosecha.

Sin embargo, el mayor riesgo fisiológico en el arroz ocurre en el máximo macollamiento y durante el embuchamiento del cultivo. En la etapa de ahijamiento, *T. limbativentris* succiona los macollos jóvenes ocasionando el daño llamado "corazón muerto" que provoca el marchitamiento de la hoja y retrasa su crecimiento. Por su parte, Quintela, Moura, Alves, Fleitas & Da Silva (2013), afirman que la plaga puede llegar a causar pérdidas económicas hasta del 80% en rendimiento del cultivo por daños debido a la perforación del tallo antes y después de la floración y en el desarrollo de la panícula al momento del llenado del grano.

Manejo: según Kruger (2014), la plaga se controla usualmente mediante aplicaciones de insecticidas, lo cual se realiza cuando existe un previo monitoreo de 40 a 50 días, que indique si el daño provocado por el insecto sobrepasa el umbral económico de 30% de su valor, establecido en la población total, y si ocurre se realiza la aplicación del insecticida Diazinon en concentraciones de 0,50 a 0,75 l ha⁻¹. Otras medidas de control son la destrucción de residuos de cosecha y aplicación de medios biológicos

como *Paecilomyces* spp., *Metarhizium anisopliae* y *Telenomus* spp. (Castle, 2012).

Chinche vaneadora

Produce daños principalmente en la panícula, y son más específicos en el momento del llenado del grano, los cuales se encuentran suaves y en estado lechoso, lo que facilita que el insecto lo succione mediante el estilete que posee en su aparato bucal. Este daño es ocasionado directamente por el adulto cuando llega a esta etapa de madurez y necesita garantizar su alimentación (República de Cuba. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, 2017a). Vivas & Notz (2009), argumentan que la chinche vaneadora (*Oebalus insularis* Stal.) perteneciente al Orden: Hemiptera, familia Pentatomidae, ha llegado a convertirse en una plaga que ocasiona severos daños al cultivo del arroz, al generar pérdidas económicas de un 30 a 65% del valor total de la producción (figura 9).



Figura 9. Adultos de chinche vaneadora alimentándose de los granos de arroz en estado lechoso.

Fuente: Monzón (2012).

Manejo: se utilizan diferentes métodos, el cultural, que es muy práctico y fácil de realizar, consiste en eliminar residuos de cosechas y las arvenses donde se pueda hospedar el insecto, lo que provocaría que éste no disponga de lugares de reproducción, y por consiguiente influye en la disminución de su nivel poblacional; otra medida de control consiste en la colocación de trampas a base de fermentos para atrapar el insecto (figura 10). Se recomienda colocar entre 6 a 12 trampas por hectárea (Suquilanda, 2003).



Figura 10. Colocación de trampas a base de fermentos para atrapar insectos voladores diurnos (mariposas, escarabajos, chinches).

Fuente: Suquilanda (2003).

Otra forma de control efectivo es por medio de controles biológicos como especies de arañas (figura 11) y el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (República de Cuba. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, 2017).



Figura 11. Adulto de *Oebalus insularis* capturado por una especie de araña.

Fuente: Meneses (2008).

Ácaro blanco

El ácaro blanco *Steneotarsonemus spinki* Smiley es una plaga de reciente aparición en el cultivo del arroz. En Ecuador se cita la incidencia del ácaro blanco en mayo del 2012 en plantaciones del sector de La Cuca, provincia de El Oro, y en sectores de El Triunfo, provincia del Guayas (El Telégrafo, 2012). Su ciclo de vida se divide en cuatro etapas: huevo, larva, pupa o larva inactiva, imago o adulto. La duración del desarrollo está estrechamente relacionada con la temperatura. Santos, et al. (2002), encontraron

una duración del desarrollo de 4,88 días a 34°C; 5,11 a 29°C y 11,33 a 20°C, respectivamente.

Los daños pueden ser directos, debido a su **alimentación** e indirectos por la inyección de toxinas o la diseminación de organismos fitopatógenos. El ácaro produce un cuadro sintomatológico complejo por su vinculación con el hongo *Sarocladium oryzae*. Se encuentra en el interior de las vainas de las hojas de arroz en poblaciones elevadas y provoca la pudrición de la vaina (Celi & Quiroz, 2015); además puede encontrarse en asociación con la bacteria *Burkholderia glumae*, conocida de forma vulgar como Añublo bacteriano de la panícula del arroz (figura 12).



Figura 12. Sintomatología del daño que provoca el ácaro blanco en el cultivo del arroz.

Fuente. Celi & Quiroz (2015).

Manejo: la mayoría de los países donde se ha presentado la plaga recomiendan la implementación de un Manejo Integrado de Plagas (MIP), ya que, debido su establecimiento en la planta es casi invulnerable a los **productos** químicos y biológicos utilizados para su control. El MIP contempla medidas culturales, variedades resistentes o tolerantes y control biológico.

Invertebrados plagas del arroz

Caracol manzana

Las especies del género Pomácea (caracoles manzana) son moluscos gasterópodos de la familia Ampullariidae, que representan en su mayoría importantes plagas invasoras. Su biología y etiología la hacen muy peligrosa, no sólo por los daños que ocasiona en el cultivo del arroz, sino también, por el riesgo ambiental que supone para los hábitats naturales donde se instala. El caracol manzana (*Pomacea canaliculata* Lamarck, 1828), es una especie herbívora muy voraz que se alimenta de numerosas especies de plantas acuáticas de fácil digestión. Realiza las puestas fuera del agua, en masas compactas sobre superficies duras o vegetación acuática (figura 13). Los huevos son de color rosa-rojizo brillante y con el tiempo, adquieren un tono blanquecino. El tamaño de las puestas suele oscilar entre 300-800 huevos,

aunque pueden llegar a superar los 2000. Los huevos eclosionan a los 15 días y las crías presentan el mismo aspecto que el adulto, pero con un tamaño de unos pocos milímetros. En dos o tres meses alcanzan la madurez sexual y son capaces de reproducirse (Aragón. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal, 2014).



Figura 13. Puesta de huevos del caracol Manzana. Obsérvese que realizan la ovoposición fuera del agua. A la izquierda en raíces de árboles a la derecha en plantas de arroz.

Fuente: Aragón. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (2014); República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007). Actualmente es la principal plaga del sector arrocero bajo riego en Ecuador. Apareció por primera vez en el recinto San Mauricio del cantón El Triunfo de la provincia Guayas, año 2005 (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007). El medio para la diseminación, alimentación y multiplicación de este molusco es el agua. Según el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (2014), su dispersión es por flotación y traslado en el sentido de la corriente (pasiva) y reptando por el suelo contra la corriente fluvial (activa). Los adultos quedan en las aguas represadas y realizan sus posturas en cualquier planta, objeto sólido o maleza. Presentan una alta tasa de reproducción, e incluso pueden sobrevivir bajo severas condiciones ambientales como la contaminación o niveles bajos de oxígeno, extendiéndose rápidamente en

los hábitats de agua dulce donde se han introducido (Baloch, et al., 2011).

Ataca las plantaciones de arroz en su primera fase de crecimiento. Las plántulas de 15 días de trasplantadas son vulnerables al ataque del caracol; así mismo las sembradas por semilla de 4-30 días. Devora la base de las plántulas jóvenes; incluso puede consumir toda la planta en una sola noche. Las hojas cortadas se encuentran en la superficie del agua (Ferguson, 2005). Cuando el daño es severo se observa la presencia de zonas despobladas en el arrozal (figura 14).



Figura 14. Cultivo de arroz con espacios vacíos provocados por el ataque de *P. canaliculata*.

Fuente: República del Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2004).

Se alimenta de plantas de arroz tiernas, especialmente las de siembra directa y de trasplante temprano, que son las más susceptibles. Las hojas consumidas por esta plaga son cortadas, muestran un color amarillento (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007). En la figura 15 se muestra un caracol adulto en su ataque a las hojas, las cuales exhiben un color amarillento y la puesta de huevos de color rosado.



Figura 15. Caracol manzana adulto, puesta de huevos y hojas amarillentas del arroz debido a los daños producidos por la plaga.

Fuente: República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Manejo: existen diversas formas de controlar el caracol manzana entre las que se destacan los depredadores, los métodos culturales y la prevención. Ninguno de los depredadores del caracol manzana, en sus áreas de distribución natural ha demostrado

jugar un rol significativo en la regulación de la población de esta plaga. Quizás el más efectivo predador es el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*, Vieillot, 1817) el cual presenta un pico largo, delgado y en forma de gancho adaptado para la extracción de caracoles (figura 16). El halcón caracolero junto a otras aves como patos, gallaretas, actúan como controladores naturales de la plaga, por lo que se recomienda evitar su caza (República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2007).



Figura 16. Control de caracol manzana por *R. sociabilis*.

Fuente: República del Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2004).

Recolección manual de caracoles y huevos: recolectar manualmente y destruir los caracoles y sus huevos; a pesar de la alta mano de obra, es la manera más efectiva para reducir el número de caracoles (figura 17). La recolección de huevos puede ser facilitada por la colocación de pequeñas estacas en los arrozales o siembra de caña guadua a la orilla de los canales de riego, sobre las cuales el caracol hembra sube y ovoposita, facilitándose de esta forma la recolección de los huevos al distinguirse fácilmente sobre las estacas o cañas.



Figura 17. Recolección manual de huevos (izquierda) y adultos (derecha) de *P. canaliculata*.

Fuente: República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2007).

Colocación de mallas: se colocan trampas de mallas en las entradas y salidas de agua de los campos de arroz, con lo que se evita que al menos

los caracoles más grandes se desplacen entre los arrozales a través de esta vía, los que se acumulan en las mallas pueden ser fácilmente recogidos y destruidos.

Construcción de zanjas: consiste en construir pequeñas zanjas antes de drenar, cerca de las entradas de los canales de riego, en el centro y alrededor de las piscinas que permitan recolectar los caracoles y eliminarlos.

Mantenimiento de arrozales limpios: los bordes, diques o muros de contención que rodean a los campos de arroz, deben ser cuidadosamente mantenidos. Esto reduce sitios para postura de huevos y permite que los caracoles sean más fáciles de detectar.

Otros métodos mecánicos y culturales: quema de los residuos de cosecha (paja de arroz) para eliminar caracoles cerca de la superficie del suelo.

Prevención: es la mejor manera de evitar el daño y los costos futuros de los programas de control.

Vertebrados plagas del arroz

Entre los vertebrados que constituyen plagas del arroz se encuentra los roedores y las aves. La rata arrocera (*Holochilus sciureus* Wagner 1842), tiene hábitos nocturnos, vive en condiciones semiacuáticas y pantanosas (Linares, 1998; Soriano & Ochoa, 1999). La especie *Oryzomys couesi* Alston, 1877, tiene hábitos similares, se encuentra diseminada por norte, centro y sur América. Esta plaga causa daños en las plantaciones arroceras al construir sus nidos con hojas y tallos de arroz por encima de la superficie de la lámina de agua y por el consumo de granos antes y después de la cosecha. Las aves son una amenaza permanente para el cultivo del arroz, sus daños son considerables en el consumo de granos que quedan destapados al momento de realizar la siembra directa, daños a las panojas cuando el grano está en la fase de maduración y en el proceso industrial (secaderos, piladoras y almacenes).

Manejo Integrado de Plagas

El Manejo Integrado de Plagas (MIP), consiste en la utilización armónica de una serie de prácticas que, sin alterar el equilibrio del medio ambiente, pretenden prevenir que las plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos); patógenas (hongos, bacterias, virus); vertebradas (pájaros y roedores); malezas y otros hagan daño a los cultivos y a la economía del productor.

Todas las plagas que afectan al arroz como el propio cultivo son entes vivos, en los que ocurren cambios en todo momento. Ambos están sujetos a factores físicos y biológicos del ambiente que los rodea, el cual es dinámico. Debido a ello, la protección de los cultivos, la resistencia o tolerancia

de las plantas y los enemigos naturales, son los que ofrecen las mejores posibilidades para perfeccionar constantemente el manejo del sistema productivo (Meneses, 2008).

CONCLUSIONES

Entre los insectos plaga más destacados y que mayor afectación provocan en el cultivo del arroz en Ecuador se encuentran la sogata, la mosca minadora, la chinche vaneadora, el ácaro blanco, el caracol manzana, los roedores y las aves. La sogata provoca daños directos, originado por la picadura del insecto al alimentarse de las hojas de la planta; e indirectos, causados por el RHBV inoculado por el insecto. La mosca minadora del arroz ataca al cultivo en las primeras etapas de crecimiento, en los últimos años se han incrementado de forma constante sus poblaciones; debido a que llega a las zonas arroceras de manera inesperada. La chinche vaneadora se ha convertido en una plaga de alta importancia ya que puede generar pérdidas económicas de un 30 a 65% del valor total de la producción, al succionar los granos en estado lechoso. La incidencia del acaro blanco debe ser controlada con medidas preventivas pues conociendo su asociación con *Sarocladium oryzae* puede resultar peligroso por el daño que origina con el vaneado de la espiga originando afectaciones en los rendimientos. Dentro de los vertebrados e invertebrados que mayor afectación producen en el cultivo del arroz se encuentra el caracol manzana, que provoca daños significativos en arrozales bajo riego, son muy voraces, puede consumir toda la planta en una sola noche, la rata arroceras que causa los daños al construir sus nidos con hojas y tallos de arroz por encima de la superficie de la lámina de agua y por el consumo de granos antes y después de la cosecha; y las aves que constituyen una amenaza permanente al producir daños considerables por consumir granos que quedan destapados al momento de realizar la siembra directa, daños a las panojas cuando el grano está en la fase de maduración. Es necesario integrar un grupo de estrategias (legal, genético, etológico, cultural, mecánico, biológico y en última instancia el químico) que permitan atenuar o evitar las afectaciones a la producción arroceras, sin embargo, la protección de los cultivos, la resistencia o tolerancia de las plantas y los enemigos naturales, son los métodos que ofrecen las mejores posibilidades para perfeccionar constantemente el manejo del cultivo y el cuidado de la naturaleza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castillo, A. E. (2013). *Control biológico del gusano cogollero de maíz Spodoptera frugiperda (Smith) con liberaciones de Telenomus*

remus Nixon en el valle de Casanga Paltas. Loja: Universidad Nacional de Loja.

Castillo, P. S. (2007). *Insectos y ácaros plagas del cultivo de arroz*. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.

Castle, C. (2012). *Agronomía para todos. Blog agrícola con lo último de la agricultura. La Tibraca plaga del arroz*. Recuperado de <http://agricultura101.com/2012/01/la-tibraca-plaga-del-arroz/> : <http://agricultura101.com/2012/01/la-tibraca-plaga-del-arroz/>

Celi, R., & Quiroz, M. (2015). *Añublo Bacterial de la panícula, la enfermedad con mayor impacto en el cultivo de arroz*. Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

El Telégrafo. (2012). Nueva plaga de ácaros en cultivos de arroz de La Troncal y Arenillas. Recuperado de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/nueva-plaga-de-acaros-en-cultivos-de-arroz-de-la-troncal-y-arenillas>

España. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal de Aragón. (2014). *El caracol manzana Pomacea maculata y Pomacea canaliculata*. Aragón Informaciones técnicas. Recuperado de http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/03_Sanidad_Vegetal/01_ProteccionVegetal/cpv_ana_documentos/Caracol_manzana.pdf

Honduras. Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) para extensionistas y productores*. Comayagua: Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Recuperado de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>

Ferguson, C. (2005). *The invasion of apple snails (Pomacea canaliculata) into Hawai'i: A case study in environmental problem solving*. On-line. Recuperado de <http://www.ctahr.hawaii.edu/nrem/capstone/2005/apples-nail2-last.pdf>.

González, A., Labrín, N., Álvarez, R. M., Jayaro, Y., & Gamboa, C. (2012). Mechanisms of *Oryza sativa* (Poaceae) resistance to *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: Delphacidae) under greenhouse condition in Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 105-117. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v60n1/a07v60n1.pdf>

González, T. G., & Castillo, P. S. (2011). *Biología de la "mosca minadora del arroz"*

- Hydrellia Wirthi Korytkowski (DÍPTE-RA: EPHYDRIDAE) en Tumbes, Perú. *Revista Agricultura Tropical*, 54(3), 89-97. Recuperado de <http://docplayer.es/3435735-Biologia-de-la-mosca-minadora-del-arroz-hydrellia-wirthi-korytkowski-diptera-ephydridae-en-tumbes-peru.html>
- Grillo, H. (2007). *Tibraca limbativentris* Stal (Heteroptera; Pentatomidae) en Cuba. *Centro Agrícola*, 34(2), 91-92. Recuperado de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V34-Numero_2/cag182071551.pdf
- República del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2007). *Manual del cultivo de arroz*. Nro. 66. Guayaquil: INIAP.
- Kruger, R. D. (2014). *Control microbiano de la chinche del tallo del arroz, Tibraca limbativentris* Stal. 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) con hongos entomopatógenos. Recuperado de <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2014krugerrauldaniel.pdf>
- Linares, O. J. (1998). *Mamíferos de Venezuela*. Caracas: Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela.
- República del Ecuador. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad. (2014). *Pomacea Canaliculata (Lamarck, 1828). Análisis del Caracol Manzana*. Quito: AGROCALIDAD.
- República del Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2004). *Pomacea canaliculata (Lamarck, 1828)*. Guayaquil: MAGAP.
- Martínez, E., Barrios, G., Rovesti, L., & Santos, R. (2006). *Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico*. Cuba: Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu/files/folleto/manualplagas-pial/cdplagas/Manual%20de%20Manejo%20Integrado%20de%20Plagas.pdf>
- Martínez, L., Padilla, E., Jarquín, R., & Sánchez, J. A. (2015). Desempeño del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentado con maíz e higuera. *Entomología mexicana*, 2, 397-403. Recuperado de <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/entomologia/2015/EA/PAG%20%20397-403.pdf>
- Menegaz, P., Santana, J., Rodríguez, L., & Shigueo, S. (2012). Tachinid Flies Associated with *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Florida Entomologist*, 95(1), 221-223. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/259909791_Tachinid_Flies_Associated_with_Tibraca_limbativentris_Hemiptera_Pentatomidae
- Meneses, R. (2008). *Manejo Integrado de los Principales Insectos y Ácaros Plagas del Arroz*. La Habana Instituto de Investigaciones del Arroz.
- Monzón, A. (2012). *Manejo Integrado del Chinche de la espiga del arroz*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Morales, F. J., & Jennings, P. R. (2010). Rice hoja blanca: a complex plant-virus-vector pathosystem. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. Reviews*, 5(043), 1-16. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciatic/2010-Morales_Rice_hoja_blanca.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz*. Bruselas: FAO.
- Paulsrud, B., Scherer, J., Schuster, J., Yiesla, S., & Ogutu, M. (2015). *Hort Answers. Fungal Disease. Gray Leaf Spot (Turfgrass). Pyricularia grisea*. Illinois: University Illinois.
- Pérez, J., Castro, N., González, R. I., Aguilar, M. C., & García, O. (2016). Semilla original de dos cultivares de arroz cubanos: resistencia a *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata). *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 243-251. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v27n02_243.pdf
- Quintela, E., Moura, G., Alves, R., Fleitas, J. A., & Da Silva, J. F. (2013). Enhanced susceptibility of *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) to *Metarhizium anisopliae* with sublethal doses of chemical insecticides. *Biological Control*, 66(1), 56-64. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/S1049964413000674>
- República Bolivariana de Venezuela. Asociación de Productores de Semillas Certificadas de los Llanos Occidentales (2017). Ficha de información sobre la especie. Recuperado de http://www.aproscello.com/pdf/aproscello_ficha_pdf_39.pdf
- Páez, O. (2004). *El Cultivo del arroz en Venezuela*. Serie Manuales de Cultivo. INIA. No. 1. Recuperado de http://sian.inia.gob.ve/pdfpnp/Cultivo_arroz.pdf
- República de Cuba. Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. (2017a). Enciclopedia colaborativa en la red cubana. Recuperado de <https://www.ecured.cu>
- Riffel, C. T., Prando, H. F., & Boff., M. I. (2010). Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae)

- como parasitoides de ovos do percevejo-docolmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*, (39), 447-448. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2010000300021
- Soriano, P., & Ochoa, J. (1999). *Lista actualizada de los mamíferos de Venezuela. En: Vertebrados de Venezuela: actuales y fósiles*. Mérida, Venezuela: La Marca. Museo de Ciencia y Tecnología.
- Suquilanda, M. B. (2003). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz*. Quito: Organización mundial de la salud.
- Vivas, L. E., & Notz, A. (2009). Plan de muestreo secuencial de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz en Calabozo estado Guárico, Venezuela. *Revista UDO Agrícola*, 9(4), 857-872. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/259019>
- Zachrisson, B. (2010). *Bioecología, daños y muestreos de plagas, en el cultivo del arroz*. Panamá: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.



12

12

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN BOVINOS ALIMENTADOS CON CÁSCARA DE BANANO MADURO

EVALUATION OF THE PRODUCTION OF MILK IN BOVINE FED WITH RIND OF MATURE BANANA

Dr. Andrea Castro Guevara¹

E-mail: andreacastro20@hotmail.com

MSc. Irán Rodríguez¹

Dr. C. Iván Ramírez-Morales¹

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Castro Guevara, A., Rodríguez, I., & Ramírez Morales, I. (2018). Evaluación de la producción de leche en bovinos alimentados con cáscara de banano maduro. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 108-114. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es evaluar la inclusión de cáscara de banano maduro como alternativa para reemplazar el banano verde en la alimentación de bovinos de aptitud lechera. La investigación consiste en llevar un registro del parámetro de producción de leche, en el grupo de tratamiento y en el grupo control, durante 61 días. Fueron registrados el código, edad del animal, fecha del último parto, la producción promedio de leche por vaca y los días de lactancia por vaca. Estos datos fueron registrados individualmente de los 36 bovinos en estudio. Posteriormente se distribuyeron los animales en dos grupos homogéneos, mediante una prueba para muestras independientes, en la que se encontró que no existen diferencias significativas entre los dos grupos, identificándose como grupo 1 (testigo o control) y grupo 2 (tratamiento con cáscara de banano). La cáscara de banano maduro fue adquirida por la intervención de la Empresa Ecuatoriana CONFOCO S.A. La alimentación se basó en pastoreo por un tiempo de cinco horas y la ración en los corrales, la fórmula balanceada que se empleó en las raciones de los animales estuvo conformado por palmiste 47.0 Kg, gallinaza 9.0 Kg, caramelo de banano 34.4 Kg, raquis 331.8 Kg, Carbonato de calcio 10.8 Kg y sal común 2.7 Kg. Adicionalmente al grupo control se le agregaron 222.4 Kg de banano verde y al grupo experimental se le agregó 204.17 Kg de cáscara de banano maduro. La mezcla fue distribuida una vez al día a las 16h 00 en el compartimento de cada grupo. Dentro de los resultados se observa que ambos grupos, presentaron una producción de leche sin diferencias significativas ($p > 0.05$) durante los 61 días de experimentación. La media de la producción que se obtuvo fue de 7.78 Kg para el grupo control y 7.70 Kg para el grupo experimental.

Palabras clave: Alternativas nutricionales, ganadería, lactancia, residuos agroindustriales.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the inclusion of mature banana rind as an alternative to replace green banana in the feeding of bovine dairy cattle. The investigation consisted of keeping a record of the parameter of milk production, in the treatment group and in the control group, for 61 days. The code, age of the animal, date of last birth, average production of milk per cow and days of lactation per cow were recorded. These data were recorded individually from the 36 cattle under study. Afterwards, the animals were distributed in two homogeneous groups, by means of a test for independent samples, in which it was found that there were no significant differences between the two groups, identifying themselves as group 1 (witness or control) and group 2 (treatment with banana rind). The ripe banana rind was acquired by the intervention of the Ecuadorian Company CONFOCO S.A. The feeding was based on grazing for a time of five hours and the ration in the stockyards, the balanced formula that was used in the rations of the animals was confirmed by palmist 47.0 Kg, hen 9.0 Kg, banana caramel 34.4 Kg, raquis 331.8 Kg, Calcium carbonate 10.8 Kg and common salt 2.7 Kg. In addition to the control group 222.4 Kg of green banana was added and to the experimental group was added 204.17 Kg of ripe banana peel. The mixture was distributed once a day at 4:00 pm in the compartment of each group. Within the results it is observed that both groups presented a milk production without significant differences ($p > 0.05$) during the 61 days of experimentation. The average of the production that was obtained was 7.78 Kg for the control group and 7.70 Kg for the experimental group.

Keywords: Nutritional alternatives, livestock, lactation, agroindustrial waste.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina ha generado en Ecuador producciones de 5.8 millones de litros al día de leche, localizándose principalmente en la Sierra (77%), Costa (15%) y Amazonia (8%). Durante el transcurso de los años se han generado cambios en el sistema de alimentación, mejoras reproductivas y productivas, salud animal y calidad de la leche (Torres, et al., 2014).

Las agroindustrias procesadoras de diferentes frutas presentan 104. 626 toneladas, de las cuales 18. 615 toneladas representan la cáscara de banano maduro (Donnondl, Boschini, Rojas- Bourrillón & Zuiiiga, 1998). Estos residuos pueden ser aprovechados como aditivos en la alimentación de los rumiantes manteniendo iguales niveles de producción (Díaz, Elías & Valiño, 2013). Existen grandes variedades de subproductos provenientes de las agroindustrias, la cáscara de banano maduro es una materia prima de la cual disponemos grandes cantidades en Ecuador (Barragán, Téllez & Laguna, 2008).

Se puede utilizar residuos de cáscara de banano maduro (CBM) como una alternativa de suplemento en la alimentación de rumiantes, utilizándose de forma directa en la dieta o indirecta mediante procesos de ensilajes, debido a sus altas cantidades de azúcares reductores (Dormond, Rojas, Boschini, Mora & Sibaja, 2011). Al mismo tiempo que se resuelve uno de los mayores problemas de importancia en el impacto al medio ambiente: la eliminación de los residuos orgánicos de las grandes industrias que se generan a nivel mundial (Alvarado, 2015). La cáscara de banano maduro no es recomendable utilizarla como alimento primario, ya que presentan cantidades bajas de proteína cruda, la forma de aplicar cáscara de banano maduro en la alimentación de los rumiantes es mediante un proceso de ensilaje (Dormond, Boschini & Rojas, 1998).

DESARROLLO

La ganadería en Ecuador se ha formado mediante varios sistemas de producción determinando los factores ambientales, culturales, económicos y tecnológicos de los cuales disponemos (Bonifaz García & Requelme, 2011). En la actualidad las explotaciones lecheras buscan incrementar la productividad del hato mediante tecnologías que permitan reducir los costos de producción, a través de la utilización de estrategias que permitan conseguir una nutrición eficaz y balanceada, y que cumpla con los requerimientos de los animales (Hernández Rodríguez & Ponce Ceballo, 2004). La producción de leche de bovinos es una de las que mayor demanda a nivel mundial tiene, ya que la leche y sus derivados son

productos de consumo diario (Hernández, 2013). Por este motivo, para lograr un buen manejo de la explotación, se deben tener en cuenta varios parámetros entre los que están: genética, tipo de alimentación, reproducción, estado sanitario y bienestar animal, para así, cumplir con todas las normas que se requieren para obtener hatos ganaderos con excelente producción de leche y que alcance estándares del mercado (Corrales, Cerón-Muñoz, Cañas, Herrera & Calvo, 2012).

Los bovinos poseen la particularidad de transformar productos que no son consumibles, esto no quiere decir que pueden ser alimentados con materias primas de baja calidad nutricional, debido a que tienen que cumplir los requerimientos nutricionales para su mantenimiento y producción. Los requerimientos nutricionales de los animales se someten a las necesidades del peso corporal, tasa de crecimiento, producción, gestación y actividad física (Elizondo, 2002).

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Granja “Santa Inés” de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala de la provincia de El Oro, que se encuentra ubicada en el kilómetro 5 ½ vía Machala – Pasaje. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: **Longitud:** 79° 54' 05", **Latitud:** 3° 17' 16", **Altitud:** 5 msnm. **Temperatura:** 22 a 35 °C. **COORDENADAS UTMACH:** Este: 616231. 45m E, Norte: 9638889.32 m S, **Zona:** 17



Fuente: Google [Inc.](#) (2017).

Material de campo: Mandil, Botas, Cámara, Hoja de registros

Maquinaria y equipo: Waikato®: Proporciona la medición de leche exacta del rendimiento individual de cada vaca durante el ordeño, estos medidores son de gran ayuda para las explotaciones ganaderas ya que nos permite seleccionar las vacas con mayor producción y mejorar el hato (55). Balanza: Margen de error de más menos 2kg.

Ordeño mecánico: Marca Ecuilacta, equipo de ordeño bajo en forma estabulada.

Alimentos: Raquis, Caramelo de banano, Gallinaza, Minerales, Banano verde, Cáscara de banano maduro.

Registro inicial de datos para la conformación de grupos

Se procedió a tomar datos de todos los animales del hato, mediante el código de cada animal registrando su edad y fecha de parto, teniendo la fecha de parto calculamos los días de lactancia. Mediante el proceso de ordeño tomamos datos de la cantidad de la producción de leche de cada animal utilizando el Waikato®.

Selección de animales

Ya obtenido los registros completos de cada animal, procedemos a realizar una división homogénea en dos grupos, donde buscamos obtener en los dos grupos animales con edad, días de lactancia y promedio de producción de leche similares, tomando en cuenta la media y desviación típica de todas las variables, de tal manera que no existan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos al inicio de la fase de experimentación.

Registro de datos experimentales

Los registros de datos experimentales se toman durante la obtención de leche, y se basa en la rutina de ordeño mecánico que se realiza en los horarios establecidos de las 7:00 am hasta las 9:30 am, mediante un ordeño mecánico en donde los animales pasan por grupos de 4 a un embudo para colocar las pezones y realizar el ordeño, durante el tiempo que están los animales estabulados se coloca en los comederos palmiste, la producción de leche es medida mediante Waikato® a cada animal que entra al ordeño, una vez retirada la pezonera se procede a leer los kg de producción promedio de leche de cada animal, estos datos se registraron todas las mañanas durante 61 días.

Fórmula de alimentación

Conociendo que los grupos testigo y tratamiento eran homogéneos. Se elaboró una fórmula isoprotéica e isoenergética, la diferencia de las fórmulas en cuanto a energía es de 13 % y proteína de 3 % sustituyendo el banano verde por cáscara de banano maduro.

Fórmula base

La fórmula base para la ración de alimentación de todo el hato está conformada por Palmiste 47 kg, Gallinaza 80 kg, Caramelo de banano 34.40 kg, Raquis 331.80 kg, Carbonato de calcio 10.80 kg y sal común 2.70 kg. Como podemos observar en la tabla 1, describiendo los kg que administrara por animal.

Tabla 1. Fórmula base utilizada en la alimentación de los animales.

	Kg	Kg / animal
Palmiste	47	1.306
Gallinaza	80	2.222
Sal	2.70	0.075
Caramelo de banano	34.40	0.956
Carbonato de calcio	10.80	0300
Raquis	331.80	9.217

Formulación control

La formulación de raciones para control está conformada por banano verde, raquis, caramelo de banano, gallinaza y minerales. El banano verde es el alimento actual del grupo control donde se administra 222.4 kg de banano y 12.356 kg por animal. Este alimento aporta 7.25 Kg que representa un 45% de los requerimientos diarios, materia seca, 0.55 Mcal/Kg MS representando un 32.78% de los requerimientos diarios, 52.58 g de proteína por Kg MS que constituye un 39.53% de los requerimientos diarios, 4.80 g/kg de Ca que significa un 40 % de los requerimientos diarios y 0.92 g/kg de P representando un 15.33 % de requerimientos diarios, debido a que esta fórmula es solo una ración suplementaria de la alimentación.

Formulación tratamiento

La formulación de raciones para tratamiento varía en la sustitución del banano verde con cáscara de banano maduro en su totalidad, con una cantidad de 204.17 kg y 11.34 kg por animal. Este alimento aporta 6.73 Kg representando un 46% de los requerimientos diarios, materia seca, 0.61 Mcal/Kg MS representando un 37% de los requerimientos diarios, 54.37 g de proteína por Kg MS representando un 40% de los requerimientos diarios, 5.02 g/kg de Ca representando un 41 % de los requerimientos diarios y 1 g/kg de P representando un 16.66 % de requerimientos diarios, debido a que esta fórmula es solo una ración suplementaria de la alimentación complementándose con pastoreo a voluntad. Todos los animales que recibieron las raciones de alimento del grupo control y del tratamiento, mantuvieron un régimen de semiestabulación con un periodo de pastoreo de 5 horas (entre las 10am y 3pm). Durante este periodo de tiempo, los animales se alimentaron a voluntad con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto tanner (*Brachiaria arrecta*). De esta manera se complementan los requerimientos nutricionales que necesitan los bovinos de aptitud lechera para su producción.

Comparación de los grupos durante el desarrollo del experimento.

El desarrollo del experimento tuvo una duración de 61 días donde se tomaron datos de la producción de leche en kg, se procede a comparar los niveles de producción que nos dan los dos grupos. Como resultado se obtiene que las producciones de leche diaria de los dos grupos estén relacionadas, como se aprecia en la Figura 3.

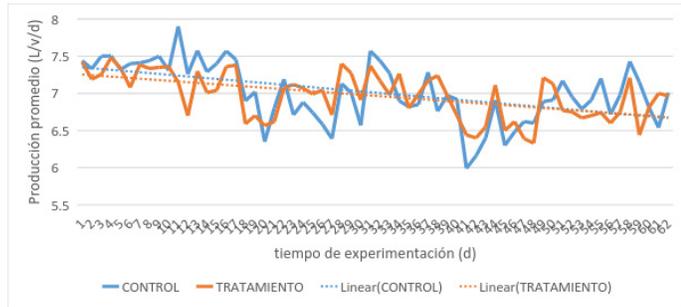


Figura 3. Producción promedio diaria (L/v/d) de los grupos experimentales.

Como puede apreciarse en la Figura 3. el grupo control y el grupo tratamiento, tienen una producción muy similar desde el inicio del experimento, y a lo largo de los 61 días de experimentación, esta producción tiene una pendiente de caída en los dos grupos evaluados entre los días 37 a 43, debido a que los animales fueron limitados al consumo de agua, ya que se presentaron complicaciones en los bebederos a causa de las instalaciones de bombeo, después de estos días la producción tuvo un aumento leve que se mantuvo hasta el final del experimento. Esto constituye un elemento interesante de análisis pues indica que el uso de cáscara de banano no influye negativamente en la producción de leche. Al observar las líneas de tendencia, se puede notar que a pesar de que son similares, los animales alimentados con cáscara de banano, tuvieron una menor pendiente de caída en la curva de producción.

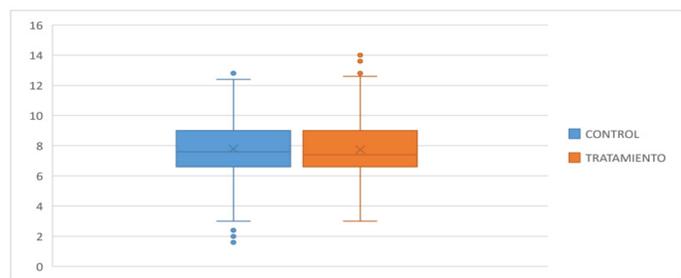


Figura 4. Diagrama de cajas y bigotes de la producción de leche en los grupos

Se observa en la figura 4, que las medias de los dos grupos son similares al igual que sus desviaciones típicas, y también se pueden observar algunos valores atípicos, que fueron influenciados por los días de lactancias que presentaban algunos animales.

4.2.1. Prueba estadística de la producción de leche de los grupos estudiados

Teniendo como resultados de la media de la producción de leche del grupo control de 7.78 kg y del grupo tratamiento de 7.70 kg con una desviación estándar de 1.913 para el grupo control y 1.915 para el grupo tratamiento, finalizando con un error estándar de 0.057 en el grupo control y 0.063 en el grupo tratamiento.

Tabla 2. Estadística de los grupos.

	Grupos	N	Media	Desv. Est.	Media Err. Est.
Producción de leche	Control	1098	7.7883	1.91336	.05774
	Tratamiento	913	7.7095	1.91529	.06339

Las varianzas de los grupos evaluados son homogéneas debido a que el valor de significación obtenido por el test de lévene es de 0.601, lo que conduce a la aceptación de la hipótesis nula, donde se asume varianzas homogéneas; por tal razón para interpretar la prueba T para igualdad de medias se utiliza la fila superior de la tabla, en la que se observa un p-valor =0.359 valor mayor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, y se concluye que no se presentan diferencias significativas entre los grupos conformados por control y tratamiento, en relación a la variable dependiente la producción de leche en kg.

La inclusión de cascara de banano maduro en la dieta implementada al grupo tratamiento no influyó negativamente en la producción, lo que indica que la cáscara de banano madura se puede utilizar en las dietas de ganados de producción de leche, favoreciéndonos también en el costo de la fórmula balanceada ya que es un desecho de las agroindustrias.

Tabla 3. Prueba T de muestras independientes.

	P Levene				95% de intervalo de confianza	
	F	Sig.	T	GI		
					Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	.274	.601	.918	2009	-.08942	.24686

No se asumen varianzas iguales			.918	1941.9	-.08944	.24688
--------------------------------	--	--	------	--------	---------	--------

La alimentación que incluyó cáscara de banano maduro no influyó negativamente la producción de leche de los animales durante la etapa de experimento, ya que el grupo control y el grupo tratamiento, tienen una producción muy similar desde el inicio del experimento, y a lo largo de los 61 días de experimentación, esta producción tiene una pendiente de caída en los dos grupos evaluados entre los días 37 a 43 debido a que los animales fueron limitados al consumo de agua. Estos Resultados Coinciden con Gallo, 2001 en el trabajo de investigación de evaluación de ensilaje de cáscara de banano maduro para consumo de ganado bovino describiendo que las vacas que recibieron suplementos con ensilaje de cáscara de banano maduro en la lactancia, mantuvieron su producción, aunque al inicio de la suplementación no se observó aumento de producción, ya que estaban en un período de adaptación del ensilaje.

Estos resultados se comparan con Intriago, 2000 mediante su tesis de Ensilaje de Cáscara de Banano Maduro con Microorganismos eficaces como alternativa de suplemento para ganado bovino, que la implementación de ensilaje de CBM para la producción, tiene niveles bajos de materia seca, lo que se lo recomienda administrarlo con la combinación de otros alimentos con alto contenido de materia seca.

Los dos grupos no tuvieron una diferencia significativa en cuanto a la producción de leche ya el p -valor es 0.359 valor que mayor a 0.05, genera una media de producción de leche del grupo control de 7.78 y el grupo tratamiento de 7.70. Estos resultados de la investigación coinciden con Dormond, et al. (1998), describen en su artículo de Efecto de dos niveles de cáscara de banano maduro sobre la producción láctea en ganado lechero que independientemente de los niveles de cáscara de banano maduro que se le administró la producción de leche se incrementó en promedio de 13.9 y 17.7 %, respecto a la producción inicial, de los animales que están en lactancia temprana e intermedia. Este aumento en la producción pudo deberse a la incorporación de cáscara de banano maduro en su dieta ya que incrementó un promedio de 12.5 y 24 % de carbohidratos y proteína cruda en los dos niveles.

CONCLUSIONES

La inclusión de la cáscara de banano maduro como alternativa de reemplazo del banano verde no tiene influencia negativa en los niveles de producción de leche

La alimentación con cáscara de banano maduro obtuvo un promedio de producción de 7.70 kg representando al grupo tratamiento y la alimentación sin cáscara de banano maduro un promedio de producción de 7.78 kg representando al grupo control.

La comparación estadística de los dos grupos indica que no existen diferencias significativas entre los indicadores de la producción de leche, por consiguiente, la cáscara de banano maduro es una alternativa factible para la alimentación de ganado bovino de aptitud lechera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barragán, B., Téllez, Y., & Laguna, A. (2008). Utilización de residuos agroindustriales. *Revista Sistemas Ambientales*. 2 (1), 44-50. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Blanca_Barragan_publication/310441706_UTILIZACION_DE_RESIDUOS_AGROINDUSTRIALES/links/582d2bcb08ae004f74b94c1c/UTILIZACION-DE-RESIDUOS-AGROINDUSTRIALES.pdf
- Bonifaz García, N., & Requelme, N. J. (2011). Buenas prácticas de ordeño y la calidad de la leche en el Ecuador. La Granja. *Revista de ciencias de la vida*, 14(2), 45–57. Recuperado de <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/14.2011.04>
- Corrales, J., Cerón-Muñoz, M., Cañas, J., Herrera, C., & Calvo, S. (2012). Parámetros genéticos de características de tipo y producción en ganado Holstein del departamento de Antioquia. *Revista MVZ Córdoba*, 17(1), 2870-2877. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682012000100009&script=sci_abstract&lng=es
- Díaz, B., Elías, A., & Valiño, E. (2013). Eficiencia Alimentaria y económica de tres tipos de bioensilajes de residuos agroindustriales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(2), 143-150. Recuperado de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/1930/193028751006/6>
- Donnond, H., Boschini, C., Rojas- Bourrillón, A., & Zuiiiga, A. M. (1998). Efecto de cuatro niveles de cáscara de banano maduro sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca de los pastos kikuyo (*pennisetum clandestinum* y estrella africana (*Cynodon nlfemfluensis*) en vacas jersey. *Agronomía Costarricense*, 22(2), 163-172. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v22n02_163.pdf
- Dormond, H., Boschini, C., & Rojas, A. (1998). Efecto de dos niveles de cascara de banano maduro sobre la producción láctea en ganado lechero. *Agronomía Costarricense*, 22(1), 43-49. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v22n01_043.pdf

- Dormond, H., Rojas, A., Boschini, C., Mora, G., & Sibaja, G. (2011). Evaluación preliminar de la cáscara de banana maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto king Grass (*Pennisetum purpureum*). *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 12(23). Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/interse-des/article/view/974>
- Elizondo J. (2002). Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del NRC para ganado de leche. *Agro-nomía Mesoamericana*, 13(1), 41-44. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v13n01_041.pdf
- Guevara, P. (2000). Valoración nutritiva de subproductos no tradicionales para la alimentación de rumiantes. Barranquilla: INIFAP.
- Hernández Rodríguez, R., & Ponce Ceballo, P. (2004). Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de explotación bovina sobre la composición de la leche. *Livestock Research for Rural Development*, 16(6). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd16/6/hern16043.htm>
- Torres, Y., et al. (2014). Identificación e implementación de paquetes tecnológicos en ganadería vacuna de doble propósito: Caso Manabí-Ecuador. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(4), 393-430. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265632520002>



Cacao para el alma

V

VARASU
CALIDAD BREMEN

- VARASU -
Crema de Cacao
100% Natural

VARASU -

13

13

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y SENSORIAL DE GRANOS Y LICOR DE CACAO (THEOBROMA CACAOL.) USANDO CINCO MÉTODOS DE FERMENTACIÓN

PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORIAL QUALITY OF COCOA GRAINS AND LIQUOR (THEOBROMA CACAO L.) USING FIVE METHODS OF FERMENTATION

MSc. José Nicasio Quevedo Guerrero ¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

Ing. Julio Andrés Romero López¹

Ivanna Gabriela Tuz Guncay¹

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Quevedo Guerrero, J. N., Romero López, J. A., & Tuz Guncay, I. G. (2018). Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (Theobroma Cacaol.) Usando cinco métodos de fermentación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 115-127. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Granja Experimental Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala, durante el segundo semestre del 2016. El objetivo de la investigación fue comparar la eficiencia los fermentadores más usados por los pequeños productores cacaoteros de El Oro, en el beneficio de los granos de cacao, con un nuevo método denominado rotor de madera, propuesto por los autores del presente trabajo, mediante el análisis de variables físico-químicas y la evaluación sensorial del licor de cacao. El ensayo constó de los tratamientos: saco de yute (T1), rotor de madera (T2), rumo o montón (T3), caja de madera (T4) y balde plástico (T5), los cuales se evaluaron bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El secado se efectuó de forma natural en marquesinas bajo cubierta de plástico calibre 6. El análisis de variables químicas, físicas y sensoriales reveló diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. El T2 registró 96% de calidad física del grano y el mejor perfil sensorial con calificaciones altas en sabores cacao, floral, frutal, nuez y caramelo y calificaciones bajas en sabor astringente y amargo. La fermentación se desarrolló dentro de la plantación de cacao, esto permitió la presencia de *Drosophila melanogaster* M., vector de *Saccharomyces cerevisiae* y otras levaduras que pudieron haber inferido en la calidad de los granos.

Palabras clave: Astringente, pizarrosas, *Drosophila melanogaster* M., levaduras.

ABSTRACT

The research was carried out at the Experimental Farm Santa Inés of the Technical University of Machala during the second half of 2016 year. The objective of this work was to compare the efficiency of the wood rotor fermenter with the fermenters commonly used by small producers in the benefit of cocoa beans, through the analysis of physical-chemical variables and the sensory evaluation of cocoa liquor. The test consisted of the treatments: jute sack (T1), wood rotor (T2), bearing or heap (T3), wooden box (T4) and plastic bucket (T5) under a random block design with three repetitions. Drying was carried out naturally in canopies under a 6 gauge plastic cover. Analysis of chemical, physical and sensory variables revealed significant differences ($p < 0.05$) among treatments. The T2 recorded 96% of physical quality of the grain and the best sensorial profile with high ratings in specific flavors (Cocoa, floral, fruity, nut and caramel) and low scores on astringent and bitter taste. Fermentation was developed within the cocoa plantation, which allowed the presence of *Drosophila melanogaster* M., *Saccharomyces cerevisiae* vector and other yeasts that potentiated the process.

Keywords: Astringent, chalky, *Drosophila melanogaster* M., yeast.

INTRODUCCIÓN

La fermentación de los granos de cacao es la fase más importante en el desarrollo del aroma y sabor final del chocolate (Portillo, et al., 2009). Los compuestos químicos vinculados a la calidad sensorial son de origen térmico y sufren transformaciones durante la fermentación (Portillo, et al., 2011). El método de fermentación empleado juega un papel esencial en el sabor y aroma (Portillo, et al., 2014). Primero debe ocurrir la fermentación microbiana que colabora en la eliminación de la pulpa mucilaginoso que recubre los granos, luego ocurren un conjunto de reacciones bioquímicas en el interior de los cotiledones que demandan la remoción oportuna y eficiente de la masa fermentante (Gutiérrez Seijas, 2012). La fermentación del grano de cacao se produce cuando los alcoholes se combinan con ácidos, el pH y la temperatura sufre cambios pausados y la humedad comienza a disminuir de forma lenta (Portillo, Portillo, Arenas, Rodríguez & Chacón, 2014), esto permite que el embrión muera y el sabor amargo disminuya por la pérdida de teobromina, generándose un sabor y aroma más pronunciado a chocolate (Reyes & Capriles De Reyes, 2000; y Caballero-Pérez, Avendaño-Arrazate González-Ávila & López-Escobar, 2016).

Cuando la fermentación es defectuosa, la calidad sensorial de los granos es baja (Jiménez, et al., 2011). La remoción de la masa fermentante ejerce un efecto relevante sobre los precursores del sabor, regula la acidez y astringencia del producto causada por ácidos volátiles y no volátiles (Quintana Fuentes, Castelblanco & Acuña, 2014), la velocidad del proceso y la temperatura, evita el amontonamiento de los granos, el desarrollo de hongos en la superficie y esquinas de los fermentadores (Álvarez, Tovar, García, Morillo, Sánchez, Girón & De Farías, 2010). La frecuente remoción propicia la correcta actividad microbiana durante la fermentación, evitando la formación de metabolitos secundarios que al esparcirse al interior de los cotiledones podrían perjudicar la calidad del producto final, por lo que se recomienda remociones cada 24 h (Ortiz de Bertorelli, Rovedas & Graziani de Fariñas, 2009).

El incremento de la temperatura en la masa fermentante se produce en el transcurso de las primeras 24 h, con valores superiores a 30 °C, lo que indica una buena fermentación (Torres, Graziani de Farinas, Ortiz De Bertorelli & Trujillo, 2004). Cuando la pulpa comienza a descomponerse y a escurrirse durante el segundo día, las levaduras y bacterias incrementan, se produce ácido láctico y las bacterias acéticas quedan en condiciones anaeróbicas, oxidando más rápido el alcohol a ácido acético, finalmente

la temperatura es mayor a 40 °C, propiciando la muerte del embrión (Amores, Palacios, Jiménez & Zhang, 2009). En el proceso de fermentación de las frutas, es común observar mosquitas de la especie *Drosophila melanogaster* M., que se alimentan de los fermentos donde actúan levaduras entre las que se encuentra *Saccharomyces cerevisiae*, y otras más que producen CO₂ y el alcohol, al mismo tiempo que se alimentan, propagan con sus extremidades las esporas de estas levaduras como si fueran polen de las flores, generando una relación simbiótica que favorece la fermentación (Gallone, 2016).

Se ha observado que diferentes levaduras pueden ser aisladas del cuerpo de *D. melanogaster* M., capturadas en entornos naturales y que la gran mayoría de estas levaduras producen ésteres de aroma activo, también se han aislado levaduras productoras de fuertes aromas florales (Verstrepen 2016). Muchas levaduras incluida *Saccharomyces cerevisiae* pueden tener un beneficio al aumentar la eficiencia de la fermentación, reducir el riesgo de deterioro del grano, o cambiar el perfil sensorial del producto final, por lo cual su uso en la industria va en aumento (Steensels & Verstrepen, 2014, Gallone 2016). El sabor del chocolate es influenciado por muchos parámetros, incluyendo el genotipo, las condiciones eco geográficas donde crecen los árboles de cacao y el proceso de fermentación influenciado por la micro biota natural existente en las plantaciones de cacao (Verstrepen, 2016).

La presencia de levaduras es crucial en el proceso de fermentación de la pulpa de cacao, ya que generan la producción de etanol y ácidos orgánicos, que causan la muerte del embrión y contribuyen a las conversiones químicas esenciales dentro de los granos de cacao (Reyes & Capriles De Reyes, 2000). Además, las levaduras fermentadoras producen también una miríada de compuestos aromáticos volátiles. Por último, se cree que las levaduras que producen enzimas pectinolíticas que juegan un papel central en la degradación de la pulpa rica en pectina. Por lo tanto, las levaduras son cruciales para las fermentaciones de la pulpa de cacao y para el desarrollo de sabores de cacao y la eficiencia de la fermentación, y la escasa diversidad observada da lugar a granos de cacao de calidad inconsistente y causa enormes pérdidas económicas (Meersman, et al., 2015). Las levaduras producen varios metabolitos volátiles que son los principales precursores del sabor frutal y aroma floral de las bebidas fermentadas. Usando una combinación de técnicas moleculares, conductuales y neurobiológicas, se ha demostrado que ésteres de acetato producidos por levaduras estimulan las antenas

receptoras del olor de *D. melanogaster* y aumentan considerablemente su atracción a la levadura. Por otra parte, se han identificado dos acetatos ésteres, acetato de etilo y acetato de isoamilo, como las moléculas de atracción para *D. melanogaster* que lo transforman en su insecto vector (Christiaens, et al., 2014). Es interesante observar que compuestos como acetato de etilo y acetato de isoamilo hacen que los frutos maduros poseen un aroma típico (Vermeir, Hertog, Vankerschaver, Swennen, Nicolai & Lammertyn, 2009). Por lo tanto, es necesario investigar más a fondo si las levaduras han desarrollado la capacidad de sintetizar estos ésteres para imitar este aroma para atraer moscas de la fruta. Es difícil demostrar que el gen de la levadura ATF1 evolucionó específicamente para estimular la producción de compuestos aromáticos con el objetivo de atraer insectos (Christiaens, et al., 2014).

El incremento de la acidez está vinculado a los ácidos acéticos y lácticos producidos durante la degradación de la pulpa por el accionar microbiano. Al inicio de la fermentación los cotiledones poseen un pH de 6.60, a partir del primer día desciende de manera lenta hasta 6.30 luego, al tercer y cuarto día lo hace de manera acelerada obteniendo un valor aproximado a 4.75, ascendiendo durante el secado hasta cerca de 5.40. En cambio, el pH inicial de la testa es cerca de 3.80 lo cual beneficia el crecimiento de ciertos microorganismos en los primeros días de fermentación, luego aumenta hasta llegar a 4.00 en el tercer día. Valores de pH altos son indicativos de una sobre fermentación, pero valores inferiores a cinco señalan una fermentación deficiente (Portillo, et al., 2011; Álvarez, et al., 2010). El pH es un parámetro crucial en la calidad del cacao empleado en la fabricación de chocolates (Del Valle González-Canache, Orlando-Álvarez, Durand-Cos & Utria-Borges, 2014).

El cacao producido en Ecuador es famoso a nivel internacional por su calidad, es catalogado como fino y de aroma gracias a las características organolépticas que presenta el complejo Nacional x Trinitario y las condiciones eco geográficas de las zonas de cultivo (Romero Bonifaz, Bonilla, Santos Ordóñez & Peralta García, 2010) pero, en las últimas décadas estas características han sido perjudicadas debido al deficiente manejo post cosecha (Rivera, et al., 2012), lo que ha evitado certificar la calidad con la denominación de origen, disminuyendo el precio y en el prestigio del cacao ecuatoriano (Contreras, Ortiz de Bertorelli, Graziani de Fariñas & Parra, 2004). Al encontrarse escasa investigación sobre el tema, los agricultores no tienen definido el correcto procedimiento para realizar una eficiente

fermentación. La gran mayoría de productores de cacao realizan el proceso de fermentación empleando los siguientes métodos: rumos o montones, sacos de yute, baldes plásticos y cajas de madera. El empleo de un determinado método depende, relativamente de la deficiente, caduca, poca o ninguna experiencia de los productores, quienes utilizan el método más económico y versátil desde su punto de vista y normalmente es ejecutado con mucha variación, lo que propicia una escasa calidad en cacaos finos y de aroma (Contreras, et al., 2004).

Es importante la eliminación de humedad que permanece en la almendra al terminar la fermentación, para prevenir la formación de mohos que perjudican la calidad y facilitar el almacenamiento, manejo y mercadeo del cacao. La humedad debe ser disminuida hasta valores de 6 - 7 %, si se disminuye en exceso la almendra se torna quebradiza (Zambrano, Gómez, Ramos, Romero, Lacruz & Rivas, 2010). La formación de los pigmentos color marrón en los granos de cacao, a partir de los compuestos fenólicos y la formación de precursores del sabor, tales como aminoácidos libres, péptidos y azúcares no reductores, pueden presentar ciertas alteraciones bioquímicas asociadas al secado luego de la fermentación, incidiendo en la calidad comercial y en su empleo en la agroindustria (Nogales, Grazian & Ortiz de Bertorelli, 2006). El secado debe realizarse de manera pausada y progresiva, comenzando por pocas horas de exhibición al sol durante los primeros días y aumentar gradualmente hasta la completa exposición en los últimos días. Con el secado agresivo, no se obtiene un secado uniforme debido a la interrupción de la hidrólisis enzimática de las antocianinas produciendo granos violetas que le adjudican un sabor astringente, a la vez de forma rápida se endurece la cascarilla que una vez seca, evita la salida o difusión de los ácidos volátiles que se agrupan en el grano originando almendras ácidas (Zambrano, et al., 2010). Mientras tanto, el secado muy lento ocasiona la formación de mohos que pueden penetrar la testa y llegar al cotiledón, perjudicando la calidad sensorial y originando graves problemas a la industria. La velocidad del secado depende de tres factores: movimiento de vapor de agua desde el grano al aire circundante, traslado de calor al interior del grano y la cantidad de superficie de los granos expuestos al aire. En Ecuador y otros países productores de cacao, el secado natural de caña o cemento, es el método más usado. Las marquesinas con pisos de madera, son estructuras cubiertas con plástico que permiten el paso de la luz del sol y resguardan los granos de las lluvias imprevistas (Amores, et al., 2009).

Uno de los aspectos importantes en el desarrollo productivo cacaoero es la calidad del grano y el nivel que se alcance determinará la demanda que posea en el mercado. Alcanzar un cacao de rigurosa calidad exige que se cumpla con una serie de requerimientos que comienzan con seleccionar el lugar de siembra y los suelos que lo caracterizan, hasta el empleo de una tecnología post cosecha adecuada (Ventura, María, González, Rodríguez & Almonte, 2014). Algunas propiedades físicas como: índice de grano, índice de cascarilla, porcentaje de fermentación (buena y media), porcentaje de granos violeta, porcentaje de granos pizarrosos, porcentaje de granos infestados y/o mohosos, manifiestan la calidad de las almendras de cacao (Gutiérrez Seijas, 2012). Las diferencias en la calidad de la fermentación se atribuyen a transformaciones enzimáticas, que podrían explicar los probables vínculos entre el sabor a cacao con floral, frutal y nuez (Ramos, González, Zambrano & Gómez, 2013). Las muestras mejor fermentadas no solo desarrollan una manifestación más fuerte del sabor a cacao sino también notas sensoriales aromáticas características de los cacaos finos o de aroma, cuando estas son partes integrales de su base genética (Vera Chang, Vallejo Torres & Párraga Moran, 2014). Al momento de realizar un eficiente manejo post cosecha a los granos de cacao frescos, las almendras secas adquieren sabores y aromas agradables (Liendo 2016) y su índice de grano mejora considerablemente alcanzando una media de 1.26 g, considerada como aceptable para el cacao ecuatoriano, con un 12% de testa admitido a nivel de exportaciones (Ruíz Pinargote, Mera Morán, Prado Cedeño & Cedeño Guzmán, 2014; Sánchez Mora, Garcés Fiallos, Vásconez Montúfar, Vera Chang, Zambrano Montufar & Ramos Remache, 2014). El objetivo de este trabajo fue comparar la eficiencia del fermentador rotor de madera con los fermentadores comúnmente usados por los pequeños productores en el beneficio de los granos de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del ensayo. El trabajo se realizó en el Programa cacaoero de la Granja Experimental Santa Inés, de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el Km 5.5 de la vía Machala - Pasaje, perteneciente a la parroquia El cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador. El sitio de estudio se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 79° 54' 05" LW y 03° 17' 16" LS, con una altitud de 7 msnm. De acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el sitio de ensayo corresponde a un

bosque muy seco – Tropical (bms – T), con precipitación media anual de 699 mm, temperatura media anual de 25° C y humedad relativa de 84%. El suelo de la plantación es de clase textural franco, con 3.4% de MO, CIC de 17.5 y pH 7.2

Para el proceso de beneficio se cosecharon 2400 mazorcas (160 mazorcas por tratamiento por triplicado), sanas y maduras de cacaos del Complejo Nacional x Trinitario, del jardín clonal de la Granja Experimental Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala, en el mes de junio del 2016, el día de cosecha se realizó la quiebra con un mazo de madera para evitar el daño de los granos, proporcionando ligeros golpes a la mazorca, se extrajeron los granos de forma manual teniendo cuidado de no contaminarlos con suelo u otras impurezas, se colocaron en recipientes limpios y secos, para luego colocar los granos extraídos de 160 mazorcas por cada repetición en cada tratamiento. Los procesos de fermentación se realizaron bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar (BCA), trabajado en un entorno experimental homogéneo. Con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, el factor evaluado fue la eficiencia de cada fermentador a la misma frecuencia de remoción de la masa fermentante.

Se utilizaron los siguientes fermentadores: saco de yute (fibra vegetal o cabuya) con capacidad para 12 kg con dimensiones de 60x 40 cm de largo y ancho, colocados sobre una tarima de madera para facilitar el escurrido; rotor de madera (Figura 1) de Laurel (*Cordia alliodora*, Ruiz & Pav. Oken 1841), con capacidad para 20 kg, diseñado en forma de cilindro giratorio, con tablillas separadas a cinco mm para drenar los fluidos sobrantes del mucílago, de 1,20 m de diámetro x 70 cm de largo, con platinas metálicas en ambos extremos que reposan sobre un caballete de madera, y una palanca metálica que permite su rotación manual; montón realizado sobre hojas de banano, en forma piramidal y cubierto con hojas de banano; caja de madera (Laurel), de 70 cm de largo x 70 cm de ancho x 70 cm de alto, con separaciones de 5 mm entre tablillas, con perforaciones de 7 mm en el fondo, cubierta con hojas de banano; balde plástico con capacidad de 20 litros con 20 perforaciones de 4 mm en el fondo y cubierto con hojas de banano. La fermentación tuvo una duración de tres días y se realizó dentro del área de viveros bajo cubierta de plástico con cerramiento de malla metálica a temperatura y % HR promedio de 28.7 ± 0.5 °C y 78 ± 2.04 % respectivamente. La temperatura y el pH de las masas fermentantes se registraron antes de las remociones a las 24, 48 y 72 horas de iniciado el proceso.



Figura 1. Prototipo del Rotor de madera usado para la fermentación de granos de cacao.

Para el secado los granos se colocaron por 10 días (Nogales, et al., 2006) en marquesinas de mallas plásticas de 5 mm x 5 mm, bajo cubierta de plástico de invernadero transparente calibre ocho y expuestas a las corrientes de aire natural, hasta alcanzar el 7 % de humedad que estipula la norma INEN 173, para que el secado fuese homogéneo los granos se removieron cada 12 horas. Terminado el secado las muestras fueron almacenadas en sacos de yute, debidamente identificadas y trasladadas al Laboratorio de Calidad de cacao de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias para evaluar las características físicas y químicas que describen la calidad del cacao comercial de granos fermentados. Paralelamente se enviaron muestras de 500 gramos de cada tratamiento al Laboratorio de calidad de Cacao de la Estación Experimental Pichilingue – INIAP para los respectivos análisis sensoriales.

Medición de las variables

Temperatura. Se registró a las 24, 48 y 72 h de haber iniciado el proceso fermentativo, colocando un termómetro calibrado de 0 a 100 °C y apreciación de ± 0.1 °C en el centro de la masa de cacao (Portillo, et al., 2011).

pH de testa y cotiledón. Se determinó usando 30 granos de cacao por tratamiento por triplicado. Primero se separó la testa del cotiledón; posteriormente individualmente fueron triturados con 100 ml de agua destilada usando una licuadora, por un lapso de dos a tres minutos; luego con un peachímetro digital marca Mettler Toledo se realizaron las lecturas del pH de cada muestra. Estas variables se registraron al inicio y final de la fermentación, y después del secado (Vera Chang, et al., 2014).

Análisis físico. Para calcular el índice de grano se tomaron al azar 100 granos fermentados y secos por cada tratamiento, y siguiendo la metodología citada por Sánchez Mora, et al. (2014), se determinó el peso promedio en gramos de un grano de cacao seco. El porcentaje de cascarilla o testa se determinó en base al peso de un grupo de 30 granos fermentados

y secos por cada tratamiento, tomados al azar según la metodología citada por Vera Chang, et al. (2014). Los porcentajes de fermentación buena, media y total se determinaron en granos secos, utilizando la prueba de corte citada por FEDECACAO (Colombia. Federación Nacional de Cacaoteros, 2005), partiendo longitudinalmente 100 almendras tomadas al azar por cada tratamiento por triplicado. Se analizó con adecuada luz natural una de las mitades; de acuerdo al color y pronunciamiento de las grietas en los cotiledones (Amores, et al., 2009), los granos se clasificaron según los controles de calidad para la comercialización, basados en las normas INEN 175, 176 y 177 y la tabla de clasificación de almendras secas de cacao por grado de fermentación sugerida por La Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro.

Análisis sensorial. Estos fueron realizados en el Laboratorio de calidad de Cacao de la Estación Experimental Pichilingue INIAP por catadores experimentados. La determinación de los perfiles de sabores básicos (amargor, acidez, astringencia, verde/crudo) y sabores específicos (cacao, floral, frutal, nuez, caramelo) se realizó con la metodología propuesta por (Solórzano Chávez, Amores Puyutaxi, Jiménez Barragán, Nicklin & Barzola Miranda 2015). Todos los resultados fueron analizados con un ANOVA y la comparación de medias mediante Tukey al 0.05 de probabilidad con el Programa estadístico SPSS versión 23.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1, muestra las diferencias de temperatura que se manifiestan en la masa fermentante a partir de las 48 h, la misma que parece tener una relación directa con los valores de pH en la testa y el cotiledón en los granos de cacao. Al finalizar la fermentación a las 72 h la temperatura fue de 6.56 % mayor en el rotor de madera con relación a la caja de madera; al finalizar el secado el pH del cotiledón fue muy similar en los tratamientos, destacando el rotor y la caja de madera, que presentaron pH similares de testa y cotiledón, a partir del análisis de varianza y la prueba de Tukey al 0.05, encontramos que las variables evaluadas comienzan a diferenciarse para establecer los métodos más eficientes, favoreciendo la calidad comercial y organoléptica. El análisis de las variables físicas demostró que el índice de grano (Figura 2), porcentaje de testa (Figura 3), índice de mazorca (Figura 4), porcentaje de fermentación buena, media y total (Figura 5) son estadísticamente iguales en los fermentadores rotor de madera, rumo o montón y caja de madera, evidenciando un aumento de la calidad comercial del 6.5% de los granos secos con relación a los fermentadores saco de yute y balde plástico.

Tabla 1. Efecto de los métodos de fermentación en las características químicas y físicas de los granos de cacao.

Método de fermentación	T °C durante fermentación			pH en testa		pH en cotiledón			
	24	48	72	24	72	24		72	
	Horas	Horas	Horas	horas	horas	seca	horas	horas	seco
Saco de yute	32,67 a	35,33 b	41,33 b	3,86 a	4,73 c	5,13 b	6,68 ab	4,60 cd	5,07 c
Rotor de madera	34,00 a	38,67 b	44,00ab	3,78ab	4,96 a	5,41 a	6,64 ab	4,75 ab	5,47 a
Rumo o montón	35,67 a	43,00 a	45,67 a	3,72 ab	4,82 bc	5,38 a	6,75 a	4,86 a	5,29 b
Caja de madera	33,33 a	35,67 b	42,67ab	3,83 a	4,87 ab	5,47 a	6,56 b	4,71 bc	5,42 ab
Balde plástico	35,34 a	36,67 b	41,67 b	3,64 b	4,69 c	5,28 ab	6,73 ab	4,54 d	5,12 c

Valores con la misma letra dentro de cada factor en cada columna son iguales (Tukey, $p \geq 0.05$).

Los resultados más concluyentes radican en las variables que están directamente relacionadas con la calidad física y sensorial de los granos (Figura 5), donde el rotor de madera muestra el 91.67% de fermentación buena con una diferencia del 10% sobre la caja de madera, y una diferencia de 20 y 34% con los fermentadores saco de yute y balde plástico, respectivamente. El fermentador rotor de madera presentó los porcentajes más bajos de granos violeta y pizarra (Figura 6). Estos resultados señalan que para obtener la más alta calidad en granos bien fermentados y secos. La tabla 2, muestra las calificaciones obtenidas en los análisis sensoriales realizados al licor de cacao obtenido de cada fermentador, encontrándose un mejor perfil sensorial en el rotor de madera, con un sabor suave y agradable, predominando los sabores cacao, floral y caramelo.

Tabla 2. Resultados del análisis sensorial en licor de cacao realizado en el laboratorio de Calidad de cacao de INIAP.

Tratamiento	Sabores específicos*					Sabores básicos**			
	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Caramelo	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde
T1. Saco de yute	3.5	0.0	2.0	1.0	0.5	3.0	3.5	3.5	1.5
T2. Rotor de madera	5.0	2.0	3.5	1.5	3.0	2.0	2.0	1.5	0.5
T3. Rumo o montón	4.0	1.0	4.0	3.0	1.5	4.5	2.0	3.0	1.5
T4. Caja de madera	4.0	1.5	4.5	1.5	1.0	3.0	1.0	3.5	2.0
T5. Balde plástico	2.5	1.0	2.5	1.0	0.0	5.0	4.0	5.0	2.5

*Calificación: 1 = Normal; 2 = Bueno; 3 = Excelente
 ** 0 – 2.5 = Aceptable; 3.0 – 5.0 = Alto

Los demás tratamientos tienen un perfil sensorial similar, pero se muestran afectadas por la presencia pronunciada de los sabores amargor y astringencia.

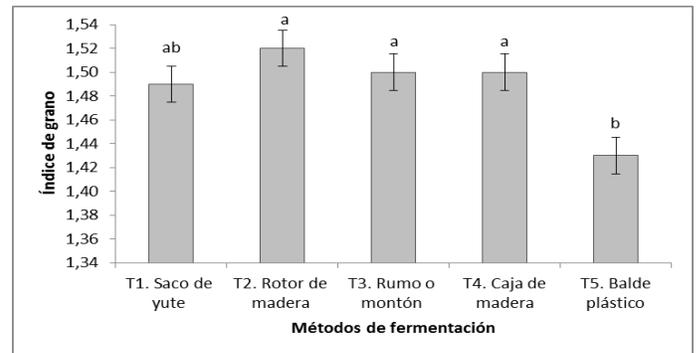


Figura 2. Efecto del método de fermentación sobre el Índice de grano.

Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm desviación estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

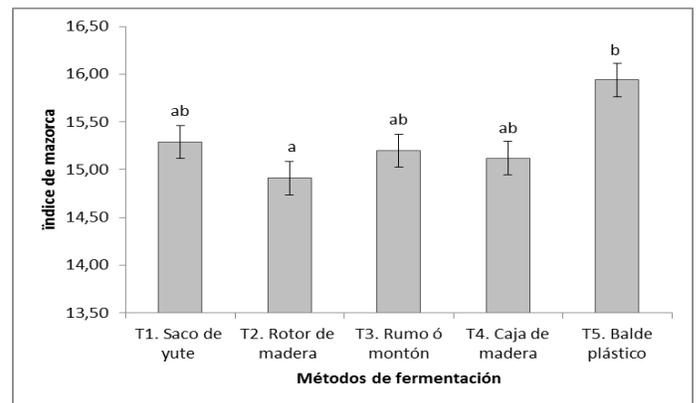


Figura 3. Efecto del método de fermentación sobre el Índice de mazorca.

Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm desviación estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

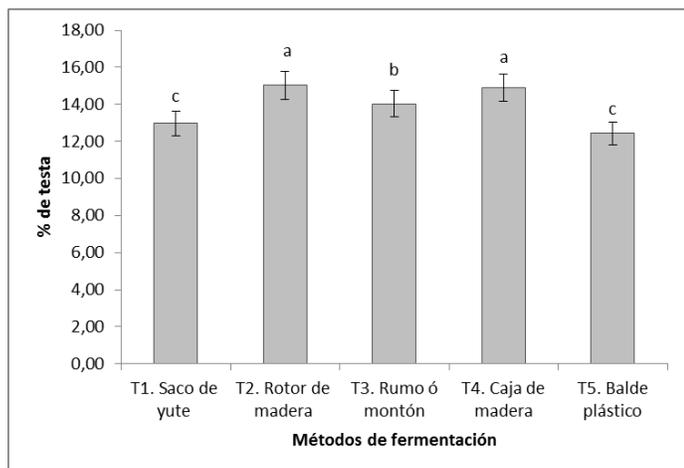


Figura 4. Efecto del método de fermentación sobre % de testa.

Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm desviación estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$)

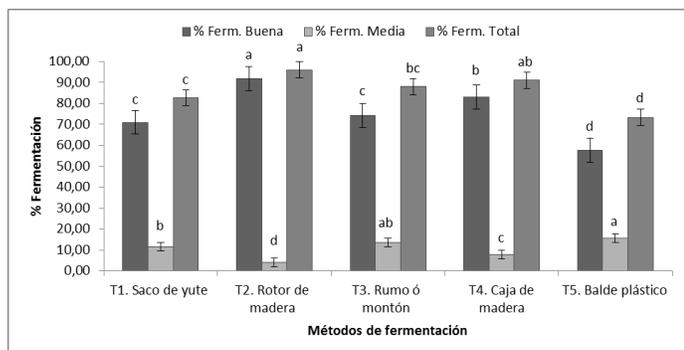


Figura 5. Efecto del método de fermentación sobre los porcentajes de fermentación buena, media y total.

Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm desviación estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

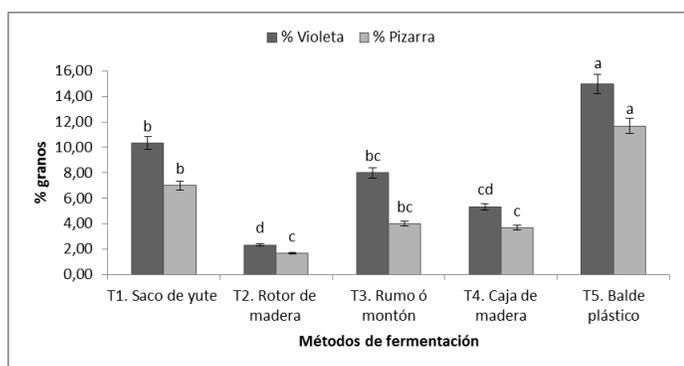


Figura 6. Efecto del método de fermentación sobre el porcentaje de granos violetas y pizarras.

Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm desviación estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

La temperatura de inicio de todos los fermentadores fue de 24°C, a las 24 h en todos los tratamientos la temperatura (Tabla 1) presenta un incremento de aproximadamente 10 °C, lo que indica una fermentación activa (Gutiérrez Seijas, 2012). La acumulación de temperatura fue lenta y aumenta conforme pasaban las horas debido a la carencia de contaminación del material. Al momento de la primera remoción se notó una gran cantidad de moscas de la fruta (*D. melanogaster*, M.), generando una relación simbiótica con las levaduras y hongos (Verstrepen, 2016) que puede haber favorecido la fermentación de la masa, incrementando la actividad física y química, de manera más intensa en el fermentador rumbo/montón que estuvo más expuesto al ambiente. A las 48 h (Tabla 1), en todos los tratamientos la temperatura incrementó (Torres, et al., 2004), la pulpa comenzó a descomponerse y a escurrirse durante el segundo día, las temperaturas fueron mayores a 40 °C (Gutiérrez Seijas, 2012). Tres de los 5 fermentadores usados alcanzaron los rangos considerados óptimos de 42 - 45 °C a las 72 horas de fermentación (Portillo, et al., 2011). El resto de tratamientos se ubicaron por debajo de los valores antes mencionados.

El análisis físico de los granos fermentados y secos evidenció que los fermentadores rotor de madera, rumbo o montón y caja de madera, lograron propiciar la muerte del embrión, aun cuando la temperatura no alcanzó los 45 °C necesarios para que ocurra esto según (Amores, et al., 2009), y contrario a lo reportado por estos autores, a los 44°C ocurrieron los cambios bioquímicos necesarios para que los precursores de aroma y sabor a chocolate se expresen (Tabla 2). Los valores obtenidos se asemejan a los publicados por (Torres, et al., 2004). La remoción no expuesta a las corrientes de aire en el rotor de madera evitaron alteraciones bruscas de la temperatura entre remoción. A las 24 h de inicio de la fermentación el pH de la testa en todos los fermentadores es bajo (Tabla 1), lo cual beneficia la presencia *D. melanogaster*. M., que se alimenta de los jugos fermentados y transporta esporas de algunos microorganismos por toda la masa (Christiaens, 2014; Verstrepen, 2016). Al final de la fermentación el pH de la testa aumentó en todos los tratamientos. El rotor de madera obtuvo la media más alta, mientras que el resto de fermentadores arrojó valores de media parecidos a los expresados por (Amores, et al., 2009; Portillo, et al., 2011).

Después del secado el pH de la testa aumentó progresivamente. Al final de la fermentación se observó que el pH del cotiledón descendió en todos los tratamientos (Tabla 1), debido a que la testa es permeable al ácido acético, ingresando al embrión

y disminuyendo el pH (Portillo, et al., 2011). El incremento de la acidez en los métodos de fermentación sin o con poca remoción se podría vincular a los ácidos acéticos y lácteos producidos durante la degradación de la pulpa por el accionar microbiano y que se acumulan en gran porcentaje de los granos. Los fermentadores rotor de madera, rumo o montón y caja de madera presentaron los valores de media más aceptables para pH de testa y cotiledón, quizá la eficiencia de estos favorecen la actividad microbiana, cabe indicar que en estos tres fermentadores la presencia de *D. melanogaster* M., fue abundante durante las 48 h posteriores al inicio de la fermentación, produciendo un posible aumento de las poblaciones de *S. cerevisiae* y otras levaduras (Verstrepen 2016), lo que incrementó el porcentaje de fermentación buena de los granos. Todos los fermentadores presentaron valores de pH inferiores a cinco a las 72 h (Tabla 1), lo que indica una supuesta señal de fermentación deficiente (Vera Chang, et al., 2014), pero registros de pH de 4.8 obtenidos en este trabajo no fueron necesariamente propiciadores de defectos en los granos fermentados.

Después del secado se observó un incremento del pH del cotiledón (Nogales, et al., 2006) en todos los tratamientos (Tabla 1), debido a la pérdida por evapotranspiración de los ácidos volátiles presentes en el cotiledón y a las transformaciones bioquímicas que ocurren en su interior (Reyes & Capriles De Reyes, 2000). Todos los fermentadores tuvieron granos con valores de pH ubicados entre 5.1 y 5.5, solo el fermentador saco de yute presentó un pH más cercano a cinco, que señala existencia de ácidos no volátiles que otorgan al cacao aromas desagradables (Del Valle, et al., 2014), lo que pone en riesgo la calidad organoléptica del grano. Los fermentadores con los perfiles de pH más idóneos (Tabla 1) fueron rotor de madera, rumo o montón y caja de madera. Una buena fermentación más un buen secado natural permite tener granos con un pH aceptable. Ninguno de los fermentadores usados presentó un nivel elevado de pH en los cotiledones, que podría atribuírsele a una sobre fermentación de la masa (Álvarez, et al., 2010).

La Figura 2, muestra que la variable índice de grano, comparte un mismo nivel de significancia en tres de los cinco fermentadores estudiados, sobresaliendo el rotor de madera, aunque todos los tratamientos obtuvieron un valor superior al reportado como media nacional de (1.26 g) aceptable para el cacao ecuatoriano (Ruíz Pinargote, et al., 2014). Al respecto (Jiménez, et al., 2011) mencionan que se considera aceptable un índice de grano mayor a 1.2 g, mientras que Sánchez Mora, et al. (2014),

señalan que un índice de grano superior a 1.0 g es admisible desde el punto de vista filogenético e industrial. Los resultados obtenidos superan los pesos establecidos en las normas INEN 176 (República del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006) para la categoría ASSPS (Arriba Superior Summer Plantación Selecta).

En la Figura 3 se observa que la variable índice de mazorca es más significativa en el rotor de madera, con una diferencia importante con respecto al mayor rendimiento en peso de las cosechas, esta tendencia de eficiencia se reafirma al observar la Figura 4, donde el análisis estadístico de los porcentaje de testa son superiores al 12% admitido a nivel de exportaciones (Ruíz Pinargote, et al., 2014), sin embargo la norma nacional para calidad de cacao en grano INEN 176 (República del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006) no establece un porcentaje de testa requerido. Los porcentajes obtenidos parecen ser propios de los cacaos pertenecientes al complejo Nacional x Trinitario (Jiménez, et al., 2011). Un valor alto de testa significa que los granos poseen menor rendimiento de nibs al retirar la cascarilla, esta desventaja es retribuida por ventajas comparativas como el índice de grano alto, y un bajo índice de mazorca en comparación con muchos orígenes internacionales (Amores, et al., 2009). Los granos que pasaron por el rotor de madera, permiten tener un cacao fino y de aroma para fabricar chocolates de alta calidad y excelente precio internacional. Los valores de las medias para fermentación total de los cuatro tratamientos (Figura 5), superan el mínimo de 75 % de granos fermentados que debe existir para que las fábricas procesadoras de chocolate se beneficien del sabor a cacao (Gutiérrez Seijas, 2012; Ruíz Pinargote, et al., 2014), solo el fermentador balde plástico alcanzó un valor de media de 73.33 % que se ajusta al mencionado por (Ortiz, et al., 2009; Del Valle, et al., 2014) quienes señalan que el porcentaje óptimo de fermentación debe ser mayor o igual a 60 %. Con respecto a las normas INEN 176 (2006) los fermentadores rotor de madera, rumo o montón y caja de madera superan el porcentaje (85 %) establecido en la categoría A.S.S.P.S (Arriba Superior Summer Plantación Selecta) para fermentación total. El fermentador saco de yute se ubica dentro de la categoría A.S.S.S (Arriba Superior Summer Selecto) la cual establece un mínimo de 75 % para fermentación total, y el fermentador balde plástico se ubica dentro de la categoría A.S.S (Arriba Superior Selecto) que exige un mínimo de 65 % para fermentación total.

El rotor de madera con el 96 % de fermentación total fue el más eficiente, su sistema de rotación permite

conseguir la mezcla homogénea de la masa, con un simple movimiento de palanca, facilitando la remoción sin perder temperatura. La remoción eficiente evita el amontonamiento de las almendras y el desarrollo de hongos en la superficie y esquinas de los fermentadores (Ortiz, et al., 2009), permitiendo la liberación del dióxido de carbono que se originó en el proceso y que su sitio sea ocupado por aire rico en oxígeno que garantice el proceso de oxidación. La importancia de la remoción de la masa de cacao es fundamental para la calidad final del chocolate por lo que se recomienda que se realice cada 24 h (Colombia. Federación Nacional de Cacaoteros, 2005; y Álvarez, et al., 2010). En la caja de madera se pierde temperatura al realizar los volteos, por lo que la remoción no es homogénea. En el caso del rumo o montón, se obtuvieron altas temperaturas debido a la gran cantidad de mosquitas de la fruta (*D. melanogaster* M.), que interactuaron con la masa fermentante, incrementando las levaduras y la compactación irregular de la masa, ocasionando una fermentación heterogénea y un deficiente drenaje de los jugos fermentados (Meersman, 2015). En cambio el saco de yute y el balde plástico obtuvieron los valores de fermentación total más bajos, debido a sus condiciones inapropiadas para el drenaje de líquidos y la ausencia de remoción de la masa, lo que generó una fermentación incompleta.

En el proceso fermentativo, los granos adquieren una coloración marrón propia de un cacao bien fermentado provocada por la hidrólisis de las antocianinas y la posterior oxidación de las agliconas resultantes a compuestos quinónicos (Álvarez, et al., 2010). La Figura 5, muestra la significancia entre tratamientos de la variable porcentajes de granos violetas y pizarra, observándose que el rotor de madera es el método más efectivo, al respecto (Álvarez, et al., 2010) indican que las desigualdades observadas en los índices físicos son atribuidas a la recolecta de frutos inmaduros que dan origen a un alto porcentaje de granos violetas. Las diferencias encontradas se pueden deber a los fermentadores que no permitieron realizar una correcta aireación, mermando la proliferación de microorganismos, presentando una fermentación incompleta, cuyos granos presentan una coloración violeta intensa debido a la acumulación y escasa oxidación de los polifenoles (Jiménez, et al., 2011).

Los fermentadores rotor de madera, caja de madera y rumo o montón presentan medias por debajo del rango 10 al 25 % para granos violetas que exige la norma INEN 176 (República del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006) para cacaos

del Complejo Nacional x Trinitario, mientras que saco de yute y balde plástico se ubican dentro del rango.

Los granos pizarras se producen cuando el tiempo de fermentación es muy corto (Álvarez, et al., 2010), esta afirmación tampoco se alinea con los resultados encontrados a las 72 h de fermentación, ninguno de los tratamientos sobrepasó los rangos establecidos como máximos. Posiblemente el aumento de granos pizarra se deba a la sobre fermentación localizada, generada por la deficiente remoción y la escasa madurez de las mazorcas (Rivera, et al., 2012). El tiempo de fermentación no contribuye a la formación de granos pizarrosos como lo expresan algunos autores. La norma INEN 176 (República del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006), establece un rango del 4 al 18 % de granos pizarras para cacaos del complejo Nacional x Trinitarios, el rotor de madera y la caja de madera presentaron valores de media por debajo de este rango, los métodos rumo o montón, saco de yute y balde plástico se ubican dentro del rango mencionado. No se obtuvieron granos infestados ni mohosos, debido a la cosecha de frutos sanos y al adecuado manejo post cosecha.

Análisis sensorial de la calidad de licor de cacao.

En la Tabla 1, las calificaciones obtenidas para las muestras de cada fermentador, evidencian diferencias en los sabores específicos que se analizaron en el licor de cacao. El sabor a cacao presenta mayor intensidad en todos los tratamientos, con respecto a los demás sabores específicos y la calificación más alta la obtuvo el rotor de madera que sobrepasó a los encontrados por Ruíz Pinargote, et al. (2014), aunque los demás tratamientos con excepción del balde plástico fueron semejantes a estos. En el sabor floral, primordial característica del cacao fino de aroma o sabor arriba (Vera Chang, et al., 2014), sobresalió en el rotor de madera. El método saco de yute obtuvo un valor de 0.0. Es importante tener en cuenta que la fracción volátil global de los granos bien fermentados y secos, es diez veces superior y más importante, que en los granos no fermentados y secos, como es el caso del linalol perteneciente a la familia de los terpenos que se asocia al sabor floral (Portillo, et al., 2014a). En el sabor frutal sobresalió en la caja de madera y en rumo o montón (Tabla 2), estos valores sobrepasan a los encontrados por Ruíz Pinargote, et al. (2014), pero se asemejan a los resultados obtenidos en el rotor de madera. Esta característica en cacao complejo Nacional x Trinitario podría estar vinculado al medio ambiente e higroscopia del grano, que proviene de plantas cercanas a árboles frutales, a esto se suma el manejo post cosecha (Christiaens, et al., 2014) y también se

relaciona con los ésteres según lo indica Portillo, et al., (2014a). En cambio para el sabor a nuez sobresalió el rumo o montón, su valor sobrepasa a los reportados por Ruíz Pinargote, et al. (2014), pero son iguales a los obtenidos en los demás tratamientos. El complejo polipéptidos-fenoles y pirazinas participan en esta nota sensorial (Portillo, et al., 2014a).

El sabor a caramelo fue más pronunciado en el rotor de madera (Tabla 2), sobrepasando a los encontrados por Ruíz Pinargote, et al. (2014), pero se asemejan a los obtenidos en el montón y la caja de madera. Las diferencias encontradas en la calidad de la fermentación podrían explicar los probables vínculos entre el sabor a cacao, con sabor floral, frutal y nuez, las muestras mejor fermentadas no solo desarrollaron una manifestación más fuerte del sabor a cacao sino también notas sensoriales aromáticas características de los cacaos finos y de aroma, relacionadas con su base genética (Christiaens, 2014, Vera Chang, et al., 2014). Gran parte de características organolépticas obtenidas pueden estar determinadas por la eficiencia del rotor de madera, debido a que los aromas y sabores específicos del cacao son originados por transformaciones enzimáticas durante el beneficio post cosecha de los granos (Ventura, et al., 2014; Ramos, et al., 2013). El sabor amargo sobresalió en el fermentador balde plástico y en el rumo/montón, estos valores sobrepasan a los encontrados por Ruíz Pinargote, et al., (2014), este sabor está relacionado con la cantidad de theobromina y cafeína presentes en los granos (Reyes & Capriles De Reyes, 2000).

El fermentador balde plástico obtuvo el valor más alto para sabor ácido, sabor astringente y sabor a verde; mientras que los valores más bajo los obtuvo el rotor de madera seguido de la caja de madera (Tabla 2), estos resultados se asemejan a los indicados por Ruíz Pinargote Pinargote, et al., (2014). Los ácidos volátiles y no volátiles participan en esta nota sensorial (Quintana Fuentes, et al., 2014), el sabor astringente está relacionada con las antocianinas y epitecatequinas según (Reyes & Capriles De Reyes, 2000), y el sabor verde se debe a las almendras violetas que no han terminado su fermentación, y/o su proceso de secado no fue el correcto (Jiménez, et al., 2011).

EL balde plástico obtuvo las calificaciones más altas en sabores básicos, una limitada fermentación beneficia la expresión de niveles más fuertes de astringencia y amargor en el perfil sensorial (Ruíz Pinargote, et al., 2014). Las correlaciones negativas del sabor a cacao con el amargor, acidez y astringencia son resultado de la deficiente calidad de la fermentación, lo que disminuye la expresión del

sabor a cacao y de otros aromas de interés, en mayor o menor magnitud (Vera Chang, et al., 2014). Diferencias en los promedios de fermentación total, intervienen en la calidad de su expresión organoléptica, permitiendo afirmar que la evidencia sobre el efecto que ejerce la fermentación deficiente en los granos sobre los rasgos sensoriales es amplia (Solórzano Chávez, et al., 2015)

CONCLUSIONES

La fermentación en rotor de madera es más eficiente que los métodos tradicionalmente usados por los pequeños agricultores de cacao, potenciando la calidad comercial de los granos y desarrollando un mejor perfil sensorial en todos los sabores específicos y básicos del licor de cacao, aportando con esto un nuevo método, más eficiente y versátil. El utilizar mazorcas maduras y sanas permitió superar el máximo porcentaje de fermentación total establecido en la norma INEN 176 para granos de cacao fermentados y secos. La presencia de *D. melanogaster*, M. y su simbiosis con *S. cerevisiae* y otras levaduras, puede haber propiciado un incremento en la eficiencia de los métodos en relación con la eficiencia de la remoción según los hallazgos de Verstrepen & Meersman (2016), por lo cual se recomienda que las fermentaciones sean realizadas bajo circunstancias que permitan su presencia. El secado lento y natural de los granos bajo por cubierta de plástico calibre 6 y en marquesinas de malla plástica luego de la fermentación, evita el sobrecalentamiento de los líquidos presentes en su interior luego de la fermentación, propiciando una mejor expresión de los precursores de aroma y sabor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C., Tovar, L., García, H., Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., & De Farías, A. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. Revista Científica UDO Agrícola, 10(1), 76-87. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3909942.pdf>
- Amores, P., Palacios, A., Jiménez, B., & Zhang, D. (2009). Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nororiente de la provincia de Esmeraldas-Ecuador. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Caballero-Pérez, J., Avendaño-Arrazate, C., González-Ávila, N., & López-Escobar, S. (2016). Influencia del tipo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en las características del secado y fermentado. *Agroproductividad*, 9(81), 48-54. Recuperado de <http://132.248.9.34/hevila/Agroproductividad/2016/vol9/no1/7.pdf>

- Christiaens, J. F., et al. (2014). The fungal aroma gene ATF1 promotes dispersal of yeast cells through insect vectors. *Cell Reports*, 9(2), 425-432. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25310977>
- Colombia. Federación Nacional de Cacaoteros. (2005). Caracterización fisicoquímica y beneficio del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia. Bogotá: FEDECACAO. Recuperado de <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/documentos-tecnicos>
- Contreras, C., Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L., & Parra, P. (2004). Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumbote, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 54(2), 226-228. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000200006
- Del Valle González-Canache, A., Orlando-Álvarez, C., Durand-Cos, I., & Utria-Borges, C. (2014). Evaluación de diferentes tipos de fermentadores y frecuencia de remoción en la calidad del grano de *Theobroma cacao* L. *Hombre, ciencia y tecnología*, 18, 36-45. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3909942.pdf>
- Gallone, B., et al. (2016) Domestication and divergence of *Saccharomyces cerevisiae* beer yeasts. *Cell*, 166(6), 1397-1410. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27610566>
- Gutiérrez Seijas, M. (2012). Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 914-918. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6104327.pdf>
- Jiménez, J., et al. (2011). Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. Boletín técnico 140. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Liendo, R. (2016). Efecto del volteo sobre los perfiles sensoriales del cacao fermentado. *Revista de la Facultad de Agronomía. LUZ*, 32, 41-62. Recuperado de http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2015/v32n1a20154162.pdf
- Meersman, E., et al. (2015). Breeding strategy to generate robust yeast starter cultures for cocoa pulp fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(18), 6166-6176. Recuperado de <http://aem.asm.org/content/81/18/6166.full>
- Nogales, J., Graziani, L., & Ortiz de Bertorelli, L. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano del cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Tropical*, 56(1), 5-20. Recuperado de http://sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5601/pdf/nogales_j.pdf
- Ortiz de Bertorelli, L., Rovedas, G., & Graziani de Fariñas, L. (2009). Influencia de varios factores sobre índices físicos del grano de cacao en fermentación. *Agronomía Tropical*, 59(1), 81-88. Recuperado de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113278239>
- Portillo, A., Portillo, E., Arenas, L., Rodríguez, B., & Chacón, I. (2014). Efecto del año y tiempo de fermentación sobre las características químicas del cacao Porcelana. *Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ*, 1, 699-711. Recuperado de <http://www.revistavirtualpro.com/print/agroindustria-del-cacao-primera-entrega/14>
- Portillo, E., et al. (2009). Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(2), 458-468. Recuperado de <http://udoagricola.orgfree.com/V9N2UDOAg/V9N2Portillo458.htm>
- Portillo, E., et al. (2011). Influencia de las condiciones del tratamiento post cosecha sobre la temperatura y acidez en granos de cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ*, 28(1), 646-660. Recuperado de http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_diciembre_2011/v28supl1a-2011ta_646.pdf
- Portillo, E., et al. (2014a). Características sensoriales del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) de Venezuela en función del tratamiento post cosecha. *Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ*, 1, 742-755. Recuperado de http://revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_2014/ta_tasupl12014742755.pdf
- Quintana Fuentes, L. F., Castelblanco, S. G., & Acuña, G. G. (2014). Las TIC's y su aporte para la determinación de la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en San Vicente de Chucuri, Santander. *Alimentos Hoy*, 22(31), 81-95.
- Ramos, G., González, N., Zambrano, A., & Gómez, Á. (2013). Olores y sabores de cacaos (*Theobroma cacao* L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación. *Revista científica UDO Agrícola*, 13(1), 114 - 127. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6055502>

- República del Ecuador. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2016). Tabla de clasificación de almendras secas de cacao por el grado de fermentación. Quito: AGROCALIDAD. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/TABLA-DE-CLASIFICACION%20C-81N.pdf>
- República del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). Cacao en grano. Requisitos. Norma 176. Quito: INEN.
- Reyes, H., & Capriles De Reyes, L. (2000). El cacao en Venezuela, Moderna Tecnología para su cultivo. Caracas: Chocolates el Rey.
- Rivera, R., et al. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional. Ciencia y tecnología, 5(1), 7-12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4149700.pdf>
- Romero Bonifaz, C. A., Bonilla, J. A., Santos Ordóñez, E. G., & Peralta García, E. L. (2010). Identificación varietal de 41 plantas seleccionadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) provenientes de cuatro cultivares distintos de la Región Amazónica Ecuatoriana mediante el uso de marcadores microsatélites. *Revista tecnológica ESPOL*, 23(1), 121-128. Recuperado de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/44>
- Ruíz Pinargote, M. A., Mera Morán, O. L., Prado Cedeño, Á. J., & Cedeño Guzmán, W. P. (2014). Influencia de la época de cosecha en la calidad del licor de cacao tipo nacional. *ESPAMCIENCIA*, 5(2), 73-85. Recuperado de <http://investigacion.espam.edu.ec/index.php/Revista/article/view/121>
- Sánchez Mora, F. D., Garcés Fiallos, F. R., Váscquez Montúfar, G. H., Vera Chang, J. F., Zambrano Montufar, J., & Ramos Remache, R. (2014). Productividad de clones de cacao tipo Nacional en una zona del bosque húmedo Tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33-41. Recuperado de <http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/96>
- Solórzano Chávez, E., Amores Puyutaxi, F., Jiménez Barragán, J., Nicklin, C., & Barzola Miranda S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. Ciencia y Tecnología, 8(1), 37-47. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-y-tecnologia-quevedo/articulo/comparacion-sensorial-del-cacao-theobroma-cacao-l-nacional-fino-de-aroma-cultivado-en-diferentes-zonas-del-ecuador>
- Steensels, J., & Verstrepen, K. J. (2014). Taming wild yeast: potential of conventional and nonconventional yeasts in industrial fermentations. *Annual Review Microbiology*, 68, 61-80. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24773331>
- Torres, O., Graziani de Farinas, L. G., Ortiz De Bertorelli, L., & Trujillo, A. (2004). Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación. *Agronomía Tropical*, 54(4), 481-495. Recuperado de http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5404/pdf/torres_o.pdf
- Ventura, M, María, A., González, J., Rodríguez, O., & Almonte, J. (2014). Caracterización de los atributos de calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) del municipio de Castillo. *Revista Agropecuaria y Forestal APF*, 3(1), 55-60. Recuperado de http://www.sodiaf.org.do/revista/sodiaf/vol3_n1_2014/articulo/55_60_APF_V03_N01_2014.pdf
- Vera Chang, J., Vallejo Torres, C., & Párraga Moran, D. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Revista Ciencia y tecnología*, 7(2), 21-34. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-y-tecnologia-quevedo/articulo/atributos-fisicos-quimicos-y-sensoriales-de-las-almendras-de-quince-clones-de-cacao-nacional-theobroma-cacao-l-en-el-ecuador>
- Vermeir, S., Hertog, M.L.A.T.M., Vankerschaver, K., Swennen, R., Nicolai, B.M., & Lammertyn, J. (2009). Instrumental based flavour characterisation of banana fruit. *LWT Food Science Technology*, 42(10), 1647-1653. Recuperado de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093275299>
- Verstrepen, K. J., et al. (2016). Tuning chocolate flavor through development of thermotolerant *Saccharomyces cerevisiae* starter cultures with increased acetate ester production. *Applied and Environmental Microbiology*, 82, 732-746. Recuperado de <http://aem.asm.org/content/82/2/732.short>
- Zambrano, A., Gómez, Á., Ramos, G., Romero, C., La-cruz, C., & Rivas, E. (2010). Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Agronomía Tropical*, 60(4), 389-396. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400009



14

EFFECTO DEL USO PREDOMINANTE DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET) EN EL ÁREA FOLIAR DEL BANANO

EFFECT OF THE PREDOMINANT USE OF SYSTEMIC FUNGICIDES FOR THE CONTROL OF BLACK SIGATOKA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET) IN THE FOLIATE AREA OF THE BANANA

MSc. José Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

Ing. Carlos Julio César Infante Noblecilla¹

Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista¹

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Quevedo Guerrero, J., Infante Noblecilla, J. C., & García Batista, R. M. (2018). Efecto del uso predominante de fungicidas sistémicos para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) en el área foliar del banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 128-136. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), enfermedad que afecta la capacidad fotosintética de la planta de banano en zonas donde la humedad relativa es alta, y favorece su desarrollo, hacen del sur del Guayas y del norte de la provincia de El Oro, sus hábitats favoritos, han llevado a los productores al uso indiscriminado de los fungicidas existentes en el mercado. Actualmente existen estrategias de control con el uso de fungicidas protectantes y sistémicos que contribuyen a disminuir los daños ocasionados por este hongo. Este trabajo plantea analizar la eficiencia de los fungicidas más usados comúnmente por los productores en cuatro fincas bananeras para estimar su eficiencia mediante el preaviso biológico en plantas prontas a la floración, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con pruebas de Tukey al 0.05 de confiabilidad. Los resultados indicaron que las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 ubicadas en la zona Balao, y que usaron en sus programas de control de Sigatoka negra fungicidas protectantes y sistémicos en rotación y mezcla, además de aplicaciones de abonos foliares, presentaron valores estadísticamente diferentes a las otras fincas que aplicaron una mayor cantidad de ciclos con fungicidas sistémicos. Las fincas Elizabeth 2 y La Italia presentaron estados evolutivos más altos en las hojas más jóvenes y una emisión foliar más lenta. Se puede concluir que las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 mostraron diferencias significativas en el número de hojas sanas a la cosecha, estados evolutivos y emisión foliar, con un mejor estado fitosanitario.

Palabras clave: Alternancia, mezcla, fungicida, sistémico, protectante.

ABSTRACT

Black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), a disease that affects the photosynthetic capacity of the banana plant in areas where the relative humidity is high, and favors its development, make the south of Guayas and the north of the province of El Oro its favorite habitat. It has led producers to the indiscriminate use of existing fungicides in the market. Currently, there are control strategies with the use of protectant and systemic fungicides that contribute to reduce the damage caused by this fungus. This work proposes to analyze the efficiency of the fungicides most commonly used by producers in four banana plantations to estimate their efficiency by giving prior notice. Biological in plants ready for flowering, using an experimental design of blocks at random with Tukey tests at 0.05 reliability. The results indicated that farms San Andrés 1-2 and San Andrés 3 located in the Balao area, and that used in their control programs of black Sigatoka protectants and systemic fungicides in rotation and mix, besides applications of foliar fertilizers, presented values statistically different from the other farms that applied a greater number of cycles with systemic fungicides. The Elizabeth 2 and La Italia farms showed higher evolutionary stages in the younger leaves and a slower leaf emission. It can be concluded that the farms San Andrés 1-2 and San Andrés 3 showed significant differences in the number of healthy leaves at harvest, evolutionary states and leaf emission, with a better phytosanitary status.

Keywords: Alternation, mixture, fungicide, systemic, protectant.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la explotación bananera obtuvo un crecimiento a gran escala en la producción agrícola ecuatoriana durante la época de la segunda guerra mundial, convirtiéndose en uno de los rubros más importantes, generando fuentes de trabajo en la costa ecuatoriana (Asociación de Exportadores Bananeros del Ecuador, 2014). Narváez (2016), indica que la provincia de El Oro es la mayor productora de banano ecuatoriano aportando con el 42% de la producción nacional, debido a las excelentes condiciones edafoclimáticas existentes, cuenta con 13.756 has, de las 153.000 que existen en el país. Una de las causas de la baja producción bananera es el ataque de la enfermedad Sigatoka negra que disminuye el área foliar y afecta la capacidad fotosintética, ocasionando una escasa producción de almidones para el llenado del fruto. En Ecuador se han puesto en marcha estrategias de control químico con varios grupos (sistémicos y protectantes) de fungicidas mediante aplicaciones aéreas y terrestres, que están provocado un desequilibrio al ecosistema y resistencia al hongo (Betancourt, 2016). La tendencia de las atomizaciones con agroquímicos es disminuirla elevando la producción bananera, mediante la incorporación de nuevas moléculas que sean más amigables con el medio ambiente o que se de un buen manejo de los fungicidas con dosificaciones adecuadas. El desarrollo del hongo es más pronunciado en zonas donde existe mayor humedad como la zona norte de la provincia de El Oro (Pagua) y debido a los acontecimientos ya pronunciados del hongo donde es indudable ejercer un correcto control se ha planteado los siguientes objetivos. Analizar la eficiencia de los fungicidas protectantes y sistémicos en 4 zonas bananeras para determinar los fungicidas y grupos químicos más efectivos para ser usados en determinadas fumigaciones.

Domingues Lima, Andrade Florencio, Da Silva Moraes, Modenese Gorla da Silva, Rozane & Nardini Gomes (2016), mencionan que el crecimiento y rendimiento del banano depende del mantenimiento de las hojas de la planta hasta el desarrollo de la fruta, teniendo en cuenta que en la floración el número de hojas llega a su punto máximo y luego disminuye con la senescencia, el desarrollo foliar se ve afectado de manera directa por la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M), enfermedad originaria de las islas Fiji (Hidalgo, Castaño & Aguirre, 2015), y mucho después fue distribuida por todos los países del Caribe y Sudamérica. Su control precisa de estrategias de combate para reducir su impacto en el área foliar de la planta. La Sigatoka negra fue descrita como enfermedad por primera vez en Hawái

en 1936 y se dispersó llegando a Centroamérica en 1976. Gutiérrez & Mosquera (2013), señalan que el hongo causa pérdidas significativas reduciendo el área fotosintética provocando maduración adelantada de la fruta, y que de acuerdo a Castelan, P., Abadie, Hubert, Chilin-Charles, De Bellaire & Chillet (2013), los cultivares del subgrupo Cavendish son altamente susceptibles a la enfermedad, Martínez, Villalta, Soto, Murillo & Guzmán (2011), indican que la enfermedad constan de 2 fases de reproducción, una fase sexual y otra asexual.

Durante los estadios 2 y 3 la reproducción asexual empieza su desarrollo con la aparición de conidióforos en los estomas de la hoja que por medio de factores físicos son distribuidos hacia otros sitios de la plantación, sin embargo la reproducción sexual es de mayor impacto e importancia en el desarrollo de la enfermedad provocando la aparición de las ascosporas que son diseminadas de la misma manera que los conidióforos por medio de factores físicos, como el riego por aspersión, lluvias y efectos de la velocidad del viento (Ochoa & Gómez, 2014). Castelán, et al. (2013), detallan que los cultivares Cavendish son altamente susceptibles a esta enfermedad la cual afecta la calidad de la fruta del banano, considerando que el desarrollo de la fruta es retardada cuando se reduce su área fotosintética y su maduración se adelanta por los metabolitos que produce el hongo y que se trasladan al fruto (Chillet, Abadie, Hubert, Chilin-Charles & De Lapeyre, 2009).

Síntomas de la Sigatoka negra

Brown, Antoniow & Hammond-Kosack (2012), mencionan que durante la infección, se produce una comunicación extracelular extensa entre el patógeno y las células hospedadoras, desarrollando un papel importante para secretar proteínas fúngicas como celulasas, hemicelulasa, pectinasas, esterases, cutinasas, oxidorreductasas, entre otras desempeñan papeles importantes en la nutrición fúngica y actúan degradando la pared celular de tejido foliar para que el hongo pueda nutrirse. La Sigatoka negra presenta una sintomatología muy clara durante ciclo de infección denominados estadios, reconocerlos en cada etapa de su desarrollo, es el punto clave para su control (Tumbaco, 2011).

El primer estadio no es visible a trasluz, su pigmentación es blanco amarillento y mide 0.25mm, durante su desarrollo con los efectos de la humedad, estas crecen hasta alcanzar puntos 1 mm de longitud que poco a poco se va tornando pardo rojizo hasta llegar al segundo estadio, que son pequeñas estrías de 1 a 2 mm aproximadamente que son visibles a trasluz y que tiene características lineales paralelas a

los pequeños canales distribuidos en el tejido foliar (Álvarez & Pantoja, 2013). El estadio tres se caracteriza porque la estría mide más de 2 mm de longitud y se torna más visible en el tejido foliar de la planta, en este estadio ya se produce la formación de conidios y se finaliza la fase asexual. Durante la finalización del estadio tercero, las estrías empiezan a tornarse de manera ovalada (manchas) dando paso al cuarto estadio, existiendo la producción de ascosporas iniciando la fase asexual de la enfermedad.

El estadio quinto aparece con la quema del tejido visible en el haz y envés de la hoja, durante la transición de la quema, el tejido comienza a necrosarse cuyo color característico es plomo y en el cual el tejido se quiebra fácilmente por contacto físico, justificando el desarrollo del sexto y último estadio durante su fase sexual. Guzmán, Orozco-Santos & Pérez Vicente (2013), indican que la enfermedad al atacar directamente el área foliar provocan una disminución de la capacidad fotosintética, dificultando el llenado de almidones en la fruta, reduciendo el peso y largo de los frutos y a su vez aceleran el proceso de maduración, al mismo tiempo la planta reduce su vigor por la merma de sus reservas (cormo y pseudotallo) por lo que el racimo pierde un 50% de su peso.

Control químico

Arango, et al. (2016), indican que el control de la enfermedad se basa en aplicaciones de fungicidas que causan impactos ambientales considerables, las dosis mal calculadas de los fungicidas ocasionan fallas en el control generando resistencia y agresividad, la falta de alternancia entre los grupos químicos de fungicidas se señalan como la principal causa de generar resistencia de la enfermedad. Sin embargo, Friesen (2013), estima que el control con fungicidas químicos para plantaciones grandes es costoso y ocasiona grandes impactos socioeconómicos y riesgos ambientales. Según Riveros & Lepoivre (1998), la Sigatoka negra debe ser combatida por medio de aplicaciones convencionales mediante grupos y familias químicas en alternancia y mezcla que ayuden a las estrategias del control de la enfermedad, donde también influyen factores importantes como materiales genéticos resistentes, programas agrícolas sustentables y labores culturales eficientes dentro de la plantación, la adecuación de drenajes que ayuden a reducir la humedad relativa.

La utilización de fungicidas de protectantes y sistémicos aumentan la eficacia del control de la enfermedad, teniendo en cuenta el desarrollo del hongo mediante sus estadios (reproducción sexual y asexual)

se prevé en qué condiciones el hongo va ingresando lentamente por el tejido foliar, como lo mencionan Orozco Santos, et al. (2013), cuyas aplicaciones de químicos de manera constantes sin rotaciones ha creado resistencia de la enfermedad y deterioro del medio ambiente (Ceballos, et al., 2012). Hidalgo, et al. (2015), señalan los grupos químicos más utilizados dentro de las aplicaciones para el control de la enfermedad como los protectantes; Mancozeb y el Clorotalonil, por otro lado, los sistémicos cuyos grupos son benzimidazoles, aminos, triazoles, estrobilurinas, anilino pirimidinas, carboxamidas y guanidinas. Sin embargo, Pérez, Hernández, Hernández & Pérez (2002), mencionan que un grupo de hongos incluido *M. fijiensis* desarrollado resistencia a las estrobilurinas.

Combate químico y manejo de la resistencia a fungicidas en Sigatoka negra

El combate químico es la principal herramienta para el manejo de la Sigatoka negra. Se realiza mediante la aplicación alterna y en mezcla de fungicidas protectantes y sistémicos. FRAC Code List (2013), basa sus recomendaciones para el uso de fungicidas principalmente en el peligro de crear resistencia (Tabla 1) del hongo a los fungicidas, especialmente con los fungicidas sistémicos, que poseen un solo sitio de acción en el metabolismo celular del hongo a diferencia de los protectantes que tiene varios de sitios de control, lo que los vuelve más versátiles para los controles, esto no quita que si son usados sin rotación con sistémicos, también ocasionen problemas en el equilibrio del entorno bananero.

Tabla 1. Riesgos de resistencia de los grupos químicos de fungicidas utilizados para el control de Sigatoka negra.

Grupo químico	Tipo de acción	Riesgo de resistencia
Benzimidazoles (BCM)	Sistémico	Alto
Inhibidores de la desmetilación (IDM)	Sistémico	Medio
Inhibidores Qo (Estrobilurinas)	Sistémico	Alto
Aminas	Sistémico	Bajo a medio
Anilino pirimidinas (AP)	Sistémico	Medio
Inhibidores SDHI	Sistémico	Medio a alto
Guanidinas	Protectante	Bajo a medio
Protectantes	Protectante	Bajo
Microbiales	Protectante	Bajo
Extractos vegetales	Protectante	Bajo

Fuente: FRAC Code List (2013).

Control cultural

El control cultural está conformado por labores culturales con las cuales se busca disminuir el inóculo de la

enfermedad, entre ellas tenemos el deshoje fitosanitario (despunte temprano, des laminado y cirugía) que consiste en eliminar toda el área foliar afectada por la enfermedad (fuente de inoculo) para tratar de que sus esporas no se diseminen en toda la plantación, otro labor importante en la prevención de la enfermedades la limpieza de drenajes que permiten regular la humedad del suelo y la humedad relativa del medio que pueden favorecer el desarrollo de la enfermedad.

Método de Stover modificado por Gauhl

En este método se miden parámetros fisiológicos visibles en las hojas jóvenes de plantas prontas a la floración en las cuales se determinan los estados evolutivos del hongo y niveles de infección de acuerdo a los grados establecidos por Gauhl (Orozco Santos, et al., 2013). La evaluación se realiza en base a un muestreo de cuatro plantas por hectárea. El número de hojas es uno de los indicadores más importantes para determinar el estado fitosanitario de la plantación, por tal motivo el preaviso biológico consiste en la detección temprana del estado evolutivo de la enfermedad en las hojas 3, 4 y 5, permite poder aplicar un control químico eficiente, acorde a la época climática.

Preaviso biológico.

En el método donde se estima la evolución de la enfermedad en plantas jóvenes y en el cual se recomiendan las aplicaciones de los grupos químicos dependiendo del estado evolutivo determinado en las hojas antes mencionadas (3,4 y 5) cuyo valor nos dará un referente en caso de que la finca necesite aplicaciones a corto o largo período (Orozco Santos, et al., 2013). La evaluación se la realiza en 10 plantas jóvenes tomadas en sitios estratégicos y referentes de la finca, cuyo registro técnico se debe considerar la emisión foliar para determinar el desarrollo de las hojas en un determinado tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de estudio: el trabajo fue realizado en cuatro fincas bananeras localizados al sur del país perteneciente a las provincias de El Oro y Guayas, destinados a la explotación bananera, los cuales se manejan en diferentes sistemas de riegos presurizados, cuya localización se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Localización de las plantaciones bananeras del ensayo.

Predios	Provincia	Cantón	Coordenadas UTM	
			x	y
San Andrés 1-2	El Oro	El Guabo	628975	9662085

San Andrés 3	El Oro	El Guabo	630770	9661406
Elizabeth 2	Guayas	Balao	642122	9677649
Italia	Guayas	Balao	647317	9675998

Las fincas usadas para este trabajo comparten las mismas condiciones edafoclimáticas que se detallan e en la Tabla 3. Cabe señalar que el manejo de labores culturales es completamente igual para todas. En lo que respecta a nutrición, las fincas San Andrés 1-2 y 3 recibieron tres aplicaciones de fertilizantes foliares. Las fincas Elizabeth 2 y La Italia solo recibieron fertilización edáfica. Las cuatro fincas estuvieron monitoreadas por el mismo técnico fitosanitario durante las 52 semanas del año 2016.

Tabla 3. Clima y ecología de los predios en estudio, 2015-2016.

Índice hídrico	Variación estacional de la humedad	Régimen térmico	Tipode clima	Zonadevida	Isoterma	Isoyetas
Subhúmedo	Grande déficit hídrico en época seca	Cálido	Tropical megatérmico seco	Bosquemuy seco-tropical (B.m.s.t)	26-36°C	500-1000mm

Método Stover modificado por Gauhl (1989)

Consiste en la estimación visual del área foliar afectada por la Sigatoka en todas las hojas de una planta (sin cortar la hoja). Se toman en cuenta todas las hojas excepto las hojas candela y las agobiadas. Para determinar el área foliar afectada (en cada hoja) debe estimarse visualmente el área total afectada y calcular el % de la hoja cubierta por los síntomas (se usa el patrón que divide la hoja en proporciones porcentuales). Las variables evaluadas fueron: Hojas totales por planta (Promedio del total de plantas evaluadas), se evaluaron cinco plantas; hoja más joven con Infección de Sigatoka (HMJE); Promedio Ponderado de Infección (PPI); Finalmente se complementa con el cálculo de la eficacia por medio de la Ecuación de Abbott o de Henderson y Tilton; Número de Hojas Totales (HT): Muestra la salud de la plantación; Hoja más joven enferma (HMJE): Indica el progreso de la enfermedad; cuanto más jóvenes las hojas con síntomas, mayor es la incidencia de la enfermedad.

Método de preaviso biológico de la Sigatoka

El método consiste en la detección temprana de los síntomas de la enfermedad en las tres hojas marcadas (hojas 1, 2 y 3), cuando éstas hayan llegado

a posiciones 3, 4 y 5 respectivamente. Se estima la evolución de la enfermedad en plantas jóvenes para realizar las aplicaciones de los grupos químicos dependiendo del estado evolutivo determinados en las hojas 3(120,4(100) y 5(80) cuyo valor nos dará un referente en caso de que la finca necesite aplicaciones a corto o largo periodo (Orozco Santos, et al., 2013). La evaluación se la realiza en 10 plantas jóvenes tomadas en sitios estratégicos y referentes de la finca, cuyo registro técnico debe considerar la emisión foliar para determinar el desarrollo de las hojas en un determinado tiempo. Se requiere de una gran precisión en el reconocimiento de la sintomatología de la enfermedad.

Se evaluó la eficacia de los fungicidas aplicados (Tabla 4) en las hojas más nuevas de las plantas de banano (hojas 1 y 2) a partir de la segunda aplicación continua de los fungicidas en estudio, a fin de evitar cualquier efecto residual de aplicaciones anteriores. Antes de la primera aplicación de los fungicidas, se marcaron las hojas 1, 2 y 3 con pintura de caucho, en la vaina de la hoja (cerca de la intersección con el pseudotallo), un color para cada hoja. El método permite medir la eficacia de los fungicidas tanto de acción protectantes (en hoja 1) como sistémica curativa (en hojas 1 y 2), cuando éstas hayan llegado a la posición 3 y 4 respectivamente. Las evaluaciones se hacen en base a la escala de grados o estadios de infección e intensidad de los mismos.

Tabla 4. Ciclos y fungicidas utilizados para el control de Sigatoka negra.

Grupos químicos usados	Ciclos de fumigación aplicados por finca			
	San Andrés 1-2	San Andrés 3	Elizabeth 2	Italia
Triazol (sistémico)	10	10	12	10
Aminas (sistémico)	7	7	20	13
Clorotalonil (protectante)	14	14	3	13
Mancozed (protectante)	6	6	7	1
Pirimethanil (sistémico)	5	5	10	4
Isopirazam (protectante)	1	1		
Anilinoimidazole (sistémico)			1	
Boscalid (sistémico)			1	
Total de ciclos	43/22	43/22	54/44	41/27
Total de costo ha	1317 ha-1	1317 ha-1	1524 ha-1	1152 ha-1

Se realizó un ANOVA a los datos obtenidos y su nivel de significancia se trabajó con Tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3, nos muestra los coeficientes de variación entre los estados evolutivos en 3ra, 4ta, 5ta hoja y total de hojas de plantas de cero, seis y once semanas, de las plantaciones en estudio, claramente se evidencia que existe un mejor estado fitosanitario en las plantaciones San Andrés 1, 2, y 3, con aplicaciones en rotación de fungicidas protectantes y sistémicos, además también recibieron abonos foliares, que contribuyeron para el menor coeficiente de variación, indicando que los parámetros evaluados fueron más homogéneos durante las 52 semanas estudiadas.

Las frecuencias de aplicación, correcta dosificación y la rotación de los fungicidas son condicionantes claves para evitar el desarrollo de resistencia del hongo según FRAC Code List (2013), los resultados obtenidos concuerdan con esto, además se evidencia que las fincas que usaron en su campaña fitosanitaria, protectantes y sistémicos en proporción 50/50 (San Andrés 1-2 y 3) presentan una mayor cantidad total de hojas, y una menor carga química en la fruta. En cambio las fincas Italia que uso 41 ciclos de los cuales 27 fueron con fungicidas sistémicos presenta un coeficiente de variación menos homogéneo, y la bananera Elizabeth 2 donde se aplicaron 54 ciclos de control, de los cuales 44 fueron de sistémicos, presentan coeficientes de variación más altos, evidenciando heterogeneidad en sus resultados, implicando que se llegue a la cosecha con un menor número de hojas totales, y con estados evolutivos (Tabla 5) mucho más altos, sugiriendo que los resultados concuerdan a los indicados por FRAC Code List (2013) cuando la rotación es mínima entre los grupos químicos con el fin de evitar que el hongo genere resistencia a las moléculas químicas empleadas para su control.

Tabla 5. Comparaciones de estados evolutivos en plantas +3.

PLANTAS +3	ESTADOEVOLUTIVO											
	Elizabeth2			Italia			SanAndrés1-2			SanAndrés3		
	hoja 3	hoja 4	hoja 5	hoja 3	hoja 4	hoja 5	hoja 3	hoja 4	hoja 5	hoja 3	hoja 4	hoja 5
PROMEDIO	149.03	314.34	320.62	152.43	339.13	322.96	144.07	246.17	290.55	136.83	229.59	257.03
Desv. Est	29.14	111.18	119.41	29.66	102.95	111.01	30.11	56.04	80.66	21.15	33.35	50.23
CV%	19.55	35.37	37.24	19.46	30.36	34.37	20.90	22.77	27.76	15.46	14.53	19.54

La figura 1, muestra como fue el área foliar desde el inicio de la campaña fitosanitaria hasta la cosecha en las cuatro fincas evaluadas, las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3, llegaron a la cosechas con más hojas (7,90 y 8,11) que las fincas Italia y Elizabeth (7,41 y 7,44), la hoja 8 presento mayor estado evolutivo (GEH8) de Sigatoka negra en las fincas donde predomino la aplicación de fungicidas sistémicos, y viceversa donde existió mayor rotación de los grupos químicos entre sistémicos y protectantes.

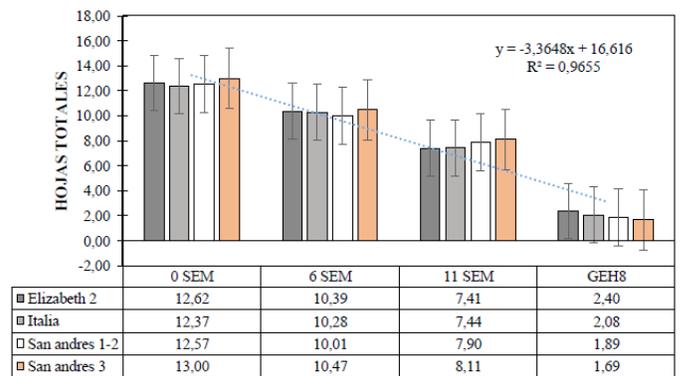


Figura 1. Número de hojas totales por finca y estadios de la enfermedad en hoja 8.

El Análisis de la varianza de los estados evolutivos (Tabla 6) en cuarta hoja en plantas +3, demuestra que existe significancia entre las fincas analizadas, y su forma de manejo para el control de la enfermedad, indicando claramente que los grupos químicos en rotación son la mejor opción para el control de la Sigatoka negra, desde el punto de vista fitosanitario, ambiental y económico. El valor de p menor a 0.05, señala que existe una diferencia estadística en los fungicidas aplicados en las distintas fincas de las 4 zonas del sur del Ecuador. El nivel de significancia entre los tratamientos se determinó mediante la prueba de Tukey al 0.05.

Tabla 6. Análisis de varianza en los estados evolutivos de la cuarta hoja en 4 fincas.

Origendelas variaciones	Sumade cuadrados	Grados de libertad	Promediode loscuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico paraF
Entregrupos Dentrodelos-grupos	201989.5909 597856.1818	3 84	67329.86364 7117.335498	9.45998171	1.87992E-05	2.713227129
Total	799845.7727	87				

De acuerdo a las pruebas de significancias (Tabla 7) existen dos grupos de iguales características, las que las fincas San Andrés 1-2 y 3 de acuerdo a sus estados evolutivos en la hoja 4 son altamente significativas a las fincas Italia y Elizabeth 1.

Tabla 7. Significancias entre grupos de fungicidas aplicados en las 4 fincas.

tratamientos	Casos	Media	GruposHo-mogéneos
SanAndrés3	23	229	a a b
SanAndrés1-2	23	252.826	b
Italia	23	339.13	
Elizabeth 1	23	339.913	

Otro de los resultados importantes observados es el comportamiento de la emisión foliar en cada una de las fincas como lo muestra la Figura 2, observándose que este parámetro fue mayor en aquellas plantas donde el uso de fungicidas fue en rotación entre sistémicos y protectantes, no ha si en la finca Italia y Elizabeth donde la emisión foliar fue menor, también este resultado puede deberse a que en las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 se realizaron aplicaciones de abonos foliares, corroborando lo expresado por Hidalgo, et al. (2015), quienes señalan que el uso en rotación de los fungicidas más una buena nutrición, son claves en las estrategias de control de la enfermedad.

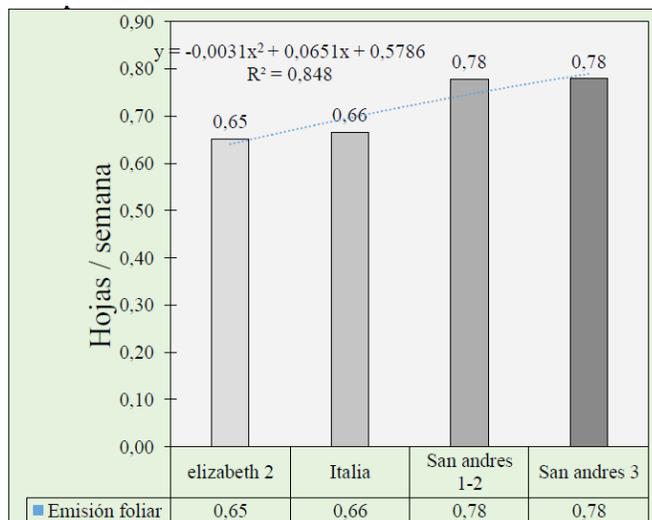


Figura 2. Comparación de emisión foliar en las 4 fincas evaluadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de varianza las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 son estadísticas diferentes, presentando los mejores resultados en todas las constantes establecidas. De acuerdo a los estados evolutivos y regresiones las fincas San Andrés 1-2, y 3 tienen una tendencia a mejorar en diferencia a las otras fincas. Las fincas San Andrés presentaron una mayor emisión foliar que puede estar relacionada a la aplicación de abonos foliares, con diferencia a las fincas Italia y Elizabeth 2 que no recibieron abonos foliares. La finca San Andrés 3 presentó mayor cantidad de hoja al momento de la cosecha y a la parición. El grado de estría en octava hoja en las plantas paridas de seis semanas de la finca San Andrés 3 presentaron menores índices de esta variable en relación a las otras fincas evaluadas. La mejor estrategia de control de Sigatoka negra requiere de la rotación de grupos químicos acordes al estado evolutivo de la enfermedad, a la época climática, y al estado nutricional de la plantación.

El uso de muchos ciclos de control con fungicidas sistémicos encarece los costos de producción, eleva la carga química del fruto por las reducidas frecuencias de aplicación, contamina el medio ambiente y genera resistencia en el patógeno objetivo de control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, E., & Pantoja, A. (2013). La sigatoka negra en plátano y banano. Palmira: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Arango, R., et al. (2016). Combating a Global Threat to a Clonal Crop: Banana Black Sigatoka Pathogen *Pseudocercosporafijiensis* (Synonym *Mycosphaerellafijiensis*) Genomes Reveal Clues for Disease Control. *Plos Genetic*, 12(8), 1-36. Recuperado de <http://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1005876>
- Asociación de Exportadores Bananeros del Ecuador. (2014). Sitio oficial. Recuperado de <http://www.aebe.com.ec/>
- Betancourt, G. (2016). Sigatoka Negra. Recuperado de [www.infoagro.net/shared/docs/a3/sigatoka negra](http://www.infoagro.net/shared/docs/a3/sigatoka%20negra)
- Brown, N., Antoniow, J., & Hammond-Kosack, K. E. (2012). The predicted secretome of the plant pathogenic fungus *Fusariumgraminearum*: a refined comparative analysis. *Plos one*, 7(4), 337-331. Recuperado de <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0033731>
- Castelan, F. P., Abadie, C., Hubert, O., Chilin-Charles, Y., De Bellaire, L. L., & Chillet, M. (2013). Relation between the severity of Sigatoka disease and banana quality characterized by pomological traits and fruit green life. *Crop Protection*, 50, 61-65. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219413000665>
- Ceballos, I., et al. (2012). Cultivable Bacteria Populations Associated with Leaves of Banana and Plantain Plants and Their Antagonistic Activity Against *Mycosphaerellafijiensis*. *Microbial Ecology*, 64(3), 641-653. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/224914634_Cultivable_Bacteria_Populations_Associated_with_Leaves_of_Banana_and_Plantain_Plants_and_Their_Antagonistic_Activity_Against_Mycosphaerella_fijiensis
- Chillet, M., Abadie, C., Hubert, O., Chilin-Charles, Y., & De Lapeyre, L. (2009). Sigatoka disease reduces the greenlife of bananas. *Crop Protection*, 28, 41-45. Recuperado de http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=547067

- Churchill, A. (2010). *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. *Molecular Plant Pathology*, 110-120. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21453427>
- Domingues Lima, J., Andrade Florencio, J., Da Silva Moraes, W., Modenese Gorla da Silva, S. H., Rozane, D. E., & Nardini Gomes, E. (2016). Simulation of defoliation caused by Black Sigatoka in the yield and quality of banana 'Nanica' fruits. *Ciencia rural*, 47(1). Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000100152
- FRAC Code List. (2016). Fungicides sorted by mode of action. FRAC Code List, 1 - 10.
- Friesen, T. L. (2013). Combating the Sigatoka Disease Complex on banana. *PloS genetic*, 1 - 4. Recuperado de <http://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1006234>
- Gutiérrez, J., & Mosquera, S. (2013). Effective control of black Sigatoka disease using a microbial fungicide based on *Bacillus subtilis* EA-CB0015 culture. *Biological Control*, 1-28. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600216660>
- Guzmán, M., Orozco-Santos, M., & Pérez Vicente, L. (2013). Las enfermedades sigatoka de las hojas del banano: Dispersión, impacto y evolución de las estrategias de manejo en América Latina y el Caribe. XX Reunión **ACORBAT 2013**. Fortaleza.
- Hidalgo, A., Castaño, R., & Aguirre, C. J. (2015). Relación de la concentración y frecuencia de aplicación de ozono con el nivel de daño de la Sigatoka Negra en banano. Diseño de un protocolo de riego con agua ozonificada. *Dialnet*, 16(2), 66-75. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599765>
- Martínez, G., & Delgado, E. (2016). Breve análisis sobre la producción de Musáceas en Venezuela. *PIA*, 24-29.
- Martínez, I., Villalta, R., Soto, E., Murillo, G., & Guzmán, M. (2011). Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano. *Corbana*, 2. Recuperado de <http://infoagro.net/programas/ambiente/pages/adaptacion/casos/Sigatoka.pdf>
- Martínez, L., & Téliz, D. (2012). Resistencia a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* del sureste mexicano. *Agrociencia*, 6, 707 -717.
- Narváez, O. (2016). Complejo Tánico Cúprico Formato Amónico (PHYTON – 27), nueva alternativa para el manejo de Sigatoka negra en el cultivo de Banano orgánico. Quito: Ecu química.
- Ochoa, A., & Gómez, P. (2014). Estacionalidad en el transporte potencial de inóculo de sigatoka negra por el viento en Urabá. Congreso Colombiano de Horticultura.
- Orozco, Santos, M. et al. (2013). La Sigatoka negra y su manejo integrado en banano. México: INIFAP.
- Pérez, L., Hernández, A., Hernández, L., & Pérez, M. (2002). Effect of trifloxystrobin and azoxystrobin on the control of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on banana and plantain. *Crop Protection*, 21(1), 17-23. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223824531_Effect_of_trifloxystrobin_and_azoxystrobin_on_the_control_of_black_Sigatoka_Mycosphaerella_fijiensis_Morelet_on_banana_and_plantain
- Riveros, A. S., & Lepoivre, P. (1998). Mecanismos de defensa asociados con la resistencia total en la interacción *M. fijiensis*. I Seminario Internacional sobre plátano. Quindío.
- Rodríguez, A., & Cayón, G. (2008). Efecto de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la fisiología de la hoja de banano. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 256 - 257. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1803/180314732010/>
- Tumbaco, J. (2011). Evaluación del efecto de la sigatoka negra, en hojas separadas de banano, Cavendish (variedad Willians), del extracto de melaleuca *alternifolia* en 3 zonas. Tesis de grado. Guayaquil: ESPOL.



15

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

LIMITACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE VARIEDADES NATIVAS POR VARIEDADES MEJORADAS: ESTUDIO DE CASO DE LA PAPA EN LOS ANDES CENTRALES DEL ECUADOR

LIMITATION OF THE CONSERVATION OF NATIVE VARIETIES BY THE IMPROVED VARIETIES: STUDY OF CASE OF POTATO IN CENTRAL ANDES OF ECUADOR

MSc. María Cecilia Dávila¹

E-mail: uduta@live.com

MSc. David Suárez-Duque²

E-mail: David.suarez.duque@gmail.com

MSc. Hipatia Delgado²

E-mail: hipatiangelica@hotmail.com

¹ Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde. Alemania.

² Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Dávila, C. M., Suárez-Duque, D., & Delgado, H. (2018). Limitación de la conservación de variedades nativas por variedades mejoradas: Estudio de caso de la papa en los Andes centrales del Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 137-146. Recuperado de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>.

RESUMEN

La conservación de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura, es una actividad importante a nivel mundial para asegurar la seguridad alimentaria y nutricional, pero dicha actividad está siendo limitada por varios factores. Este estudio de caso analiza cómo la adopción de variedades mejoradas de papa limita la conservación de la diversidad de las variedades nativas a nivel de granja o chakra en seis comunidades indígenas en los Andes centrales ecuatorianos. Los resultados muestran que la adopción de variedades mejoradas ha desplazado una amplia gama de variedades locales tradicionales de los campos de agricultores que, junto con las condiciones socioeconómicas y ambientales que caracterizaron el sitio de estudio, han socavado la diversidad genética de variedades cultivadas de papa en las fincas.

Palabras clave: Conservación en finca, diversidad de papa, variedades mejoradas, variedades nativas.

ABSTRACT

This case study analyzes how the adoption of improved varieties limits the conservation of potato diversity at the farm level in six indigenous communities located in a microcenter of origin in the Ecuadorian Central Andes. The results show that the adoption of improved varieties has displaced a wide range of traditional native varieties from farmers' fields which together with the socio-economic and environmental conditions that characterized the study site, have undermined the genetic diversity of on-farm cultivated potato varieties.

Keywords: On-farm conservation, potato diversity, improved varieties, native varieties.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de conservar la diversidad de germoplasma de cultivos ha sido reconocida desde el trabajo de Vavilov en la primera parte del siglo XX (Brush, 1991), y desde entonces se ha debatido en foros políticos, tanto a nivel nacional como internacional, para elaborar las reglas que gobiernan el acceso y el uso de este valioso bien público global (Brush, 1991; Gepts, 2006; López Noriega, et al., 2013). Desde los años 70 en adelante, se han creado bancos genéticos públicos y privados para colecciones de recursos fito genéticos fuera de sitio (incluidos cultivos y parientes silvestres de cultivos). Sin embargo, se ha reconocido que la diversidad genética mantenida en los cultivos podría perderse para siempre, a menos que se intensifiquen los esfuerzos especiales no solo para conservar estos recursos *ex situ*, sino también para usarlos de manera sostenible. Esto se debe a que la diversidad de los cultivos desempeña un papel clave para garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo frente a los desafíos impuestos por el cambio climático, porque la diversidad genética de determinados cultivos y variedades puede permitir que los sistemas agroalimentarios puedan adaptarse y mejor a circunstancias cambiantes (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y el Tratado Internacional sobre Recursos Fito genéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) enfatizan explícitamente la innegable complementariedad de los enfoques *ex situ* e *in situ* y el papel clave de los agricultores para conservar con éxito la diversidad de germoplasma de los cultivos (CDB, 1993, FAO, 2009). Por lo tanto, en las últimas tres décadas se ha prestado especial atención a la conservación *in situ*, ya que genera las condiciones requeridas para el cultivo continuo de diversas mezclas de cultivos y variedades, además de garantizar que los procesos de evolución del germoplasma se mantengan y sus productos estén disponibles para su uso de las generaciones presentes y futuras (Bellon, 2017). A nivel mundial, los bancos de genes han aumentado tanto en tamaño como en número en las últimas dos décadas. En la actualidad, se mantienen más de 7,4 millones de accesiones de recursos fito genéticos en colecciones fuera de sitio a largo plazo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010). Sin embargo, el 90% de las variedades de cultivos han desaparecido de los campos de agricultores y, desde la década de 1990, se ha perdido alrededor del 75% de la diversidad genética vegetal porque los agricultores de todo el mundo han abandonado una gran

variedad de variedades locales para adoptar pocas variedades genéticamente uniformes y de alto rendimiento (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1999, 2004).

En Ecuador, el escenario para la conservación de la diversidad de cultivos es muy similar al que se describe a nivel mundial. En el caso de la papa (*Solanum tuberosum* L.), uno de los principales cultivos en términos de superficie plantada, comerciabilidad y consumo familiar, se han identificado más de 350 variedades, la mayoría de las cuales se conservan *ex situ* en bancos de genes nacionales (Monteros, Yamisaca, Andrade-Piedra & Reinoso, 2010). Sin embargo, actualmente solo se cultivan 30 variedades de papa en campos de agricultores, y la mitad del área nacional de papa se siembra exclusivamente con dos variedades mejoradas, a saber, 'INIAP-Gabriela' y 'Superchola' (Andrade, Bastidas & Sherwood, 2002). Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo analizar, mediante un enfoque basado en el contexto, cómo la adopción de variedades mejoradas limita la conservación de la diversidad de la papa nativa en la chakra o graja de pequeños agricultores de los andes ecuatorianos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación surgió en el marco del proyecto 'Incorporación del uso y conservación de la agro biodiversidad en las políticas públicas a través de estrategias integradas e implementación *in situ* en cuatro provincias del altiplano ecuatoriano' (nombre corto Proyecto Agro biodiversidad), financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) e implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO-CE), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), la Fundación Heifer Ecuador y el Ministerio de Agricultura (MAG). La investigación se desarrolló en el Ecuador en la provincia de Chimborazo, con pequeños agricultores de seis comunidades indígenas ubicadas en la parroquia 'La Matriz', cantón de Guamote, provincia de Chimborazo, Ecuador, a saber: Sanancaguan Tiocajas, Achullay, San Vicente de Nanzag, San Pablo de Guantug, Laime San Carlos y Tiocajas San Alfonso.

Para lograr analizar si las variedades mejoradas de papa, que se están sembrando en los andes de centrales del Ecuador están influenciado en la conservación o no de las papas nativas, fue necesario: I. Caracterizar el contexto socioeconómico, ambiental y agrícola del sitio de estudio. II. Identificar y clasificar las variedades que existen entre los agricultores encuestados. III. Analizar si la adopción de variedades mejoradas ha llevado a una reducción en el

número de variedades mantenidas en los repertorios de los agricultores. IV. Analizar si las prácticas agrícolas como el ahorro y el intercambio de semillas han sido abandonadas entre los entrevistados.

Para cumplir con estas actividades se empleó una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos que se describen a continuación:

Encuesta semi-estructurada

La encuesta fue diseñada por FAO-EC y llevada a cabo por estudiantes de la Facultad de Recursos Naturales y Ecoturismo de la Escuela Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), con el apoyo del personal del Gobierno Provincial de Chimborazo en mayo y junio de 2016. La encuesta tiene la intención de elaborar un inventario de agrobiodiversidad mediante preguntas abiertas y cerradas. El grupo objetivo era beneficiario del Proyecto de agrobiodiversidad. Por lo tanto, en el cantón de Guamote 45 agricultores fueron encuestados.

La encuesta contenía tres secciones diferentes: I) Información general de los agricultores; II) Registro de la agro biodiversidad planificada dentro de las parcelas agrícolas de los agricultores; y III) Los cultivos en peligro de desaparecer y requieren incentivos para la conservación de la agro biodiversidad. La primera sección comprendía información sobre aspectos culturales, sociales, geográficos y ambientales, como la auto identificación cultural, el idioma, el nivel de escolaridad, la ubicación y el acceso a la tierra y el agua. La Sección II se centró en las especies y variedades incluidas deliberadamente por los agricultores en sus parcelas, así como en su origen, asignación, uso y gestión agrícola. La tercera sección involucraba preguntas abiertas sobre cultivos que se han perdido y aquellos que están en peligro de desaparecer. En esta sección, los agricultores mencionaron las razones detrás de la pérdida de agro biodiversidad y los factores que amenazan el mantenimiento de los cultivos en las fincas. Finalmente, se preguntó a los agricultores sobre los incentivos que consideran necesarios para conservar la diversidad de los cultivos en las fincas.

En esta investigación, solo las secciones I y II se analizaron mediante el uso de herramientas estadísticas descriptivas para describir cuantitativamente las características básicas de los datos proporcionados por la encuesta.

Observación directa y participante

El trabajo de campo de esta investigación estuvo relacionado con la comprensión e interpretación del contexto de las comunidades indígenas que forman el sitio de estudio. Además, este método se utilizó

para: a) validar los resultados de la encuesta mediante un examen visual minucioso de las parcelas de los agricultores; b) realizar entrevistas personales; y c) reunir el material requerido para el registro visual de la investigación. El trabajo de campo permitió una comprensión íntima y cercana de la vida de los agricultores a través de conversaciones individuales y grupales, comidas compartidas y visitas a los hogares. Se llevó a cabo en la segunda semana de mayo de 2017 y la tercera semana de junio de 2017.

Los datos recopilados durante las entrevistas y el trabajo de campo se analizaron a través de procesos de sistematización e interpretación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del cantón de Guamote: lugar, población y sistema de producción agrícola. El cantón de Guamote, ubicado en la porción sureste de la provincia de Chimborazo, en los Andes centrales de Ecuador, tiene una superficie de 117 327,6 hectáreas divididas en tres parroquias, a saber: Guamote 'La Matriz', Palmira y Cebadas. Su población es de 45,2 mil habitantes, de los cuales el 94,1% vive en zonas rurales, y el 94,4% se identificó como indígena. En 2010, el 95,5% de la población de Guamote se vio privada de las necesidades humanas básicas y la escolaridad promedio fue de 4,1 años para las mujeres y 5,7 para los hombres (República del Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010; República del Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

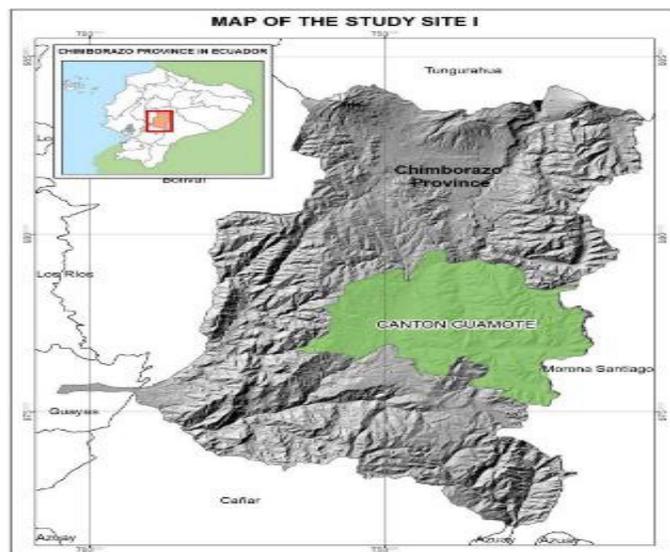


Figura 1. Localización de la región de estudio.

En cuanto a las actividades agropecuarias, 32, 34% del área total de Guamote se usa para cultivos,

silvicultura y ganadería, y 84, 5% de la población económicamente activa está empleada en este sector (República del Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guamote, 2014; República del Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014). El área asignada exclusivamente a actividades de cultivo representa el 9,32% de la superficie cantonal y está cubierta predominantemente con papas, cebada, habas, maíz, avena y alfalfa. Además, en Guamote se cultiva una amplia gama de cultivos menores, sin embargo, no son representativos en términos de área plantada (República del Ecuador. Coordinación General del Sistema de Información Nacional, 2013).

Dentro del uso del suelo para fines de cultivo, se encuentran aproximadamente 10 215 Unidades de Producción Agrícola (APU), de las cuales 88,4% tienen un tamaño promedio de 3,35 hectáreas. Vale la pena notar que las tierras de cultivo continúan fragmentadas, reduciendo aún más el tamaño de las APU por hogar. Además, solo el 20,9% de las APU tienen sistemas de riego y el resto depende de los regímenes de lluvias naturales para producir cultivos (República del Ecuador. Coordinación General del Sistema de Información Nacional, 2013).

La comercialización de los productos agrícolas producidos en Guamote tiene lugar en el principal centro urbano del cantón una vez a la semana. Se observa que la producción agrícola se comercializa principalmente por intermediarios, porque los productores, en la mayoría de los casos, tienen oportunidades limitadas de llegar a los centros comerciales debido al aislamiento geográfico de los sitios productivos donde operan. En este sentido, los intermediarios son en gran parte responsables del abastecimiento de los mercados locales y mayoristas en ciudades más grandes como Quito y Guayaquil, así como de la redistribución de la producción a minoristas o industrias para el procesamiento de productos de valor agregado y consumo doméstico (República del Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guamote, 2014).

Por lo tanto, el contexto agrícola de Guamote se caracteriza por el predominio de los pequeños agricultores que viven en la pobreza, tienen un acceso limitado a los recursos de tierras y aguas y tienen pocas oportunidades de participar en los mercados agrícolas.

Cultivo de papas en el sitio de estudio

En las comunidades indígenas que forman el sitio de estudio, los agricultores viven y cultivan papas en las laderas de las montañas de los Andes, entre 3 260 y 3 806 msnm. Los agricultores poseen sus

tierras de cultivo y el tamaño promedio de la UPA es de una hectárea. Debido a la topografía irregular que caracteriza el paisaje, el cultivo normalmente ocurre en parcelas discontinuas espacialmente, que varían de 500 m² a 1 000 m², ubicadas en diferentes pisos ecológicos.



Figura 2. Cultivando papas en las laderas. Fotografía propia tomada durante el trabajo de campo en mayo de 2017.

Las Reformas Agrarias de 1964 y 1973, respaldadas por el gobierno nacional, redistribuyeron las tierras agrícolas en Ecuador, por lo tanto, muchos agricultores obtuvieron el derecho a la propiedad de la tierra.

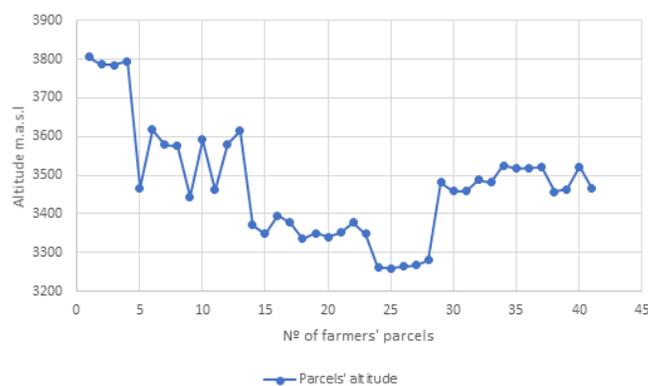


Figura 3. Distribución de parcelas agrícolas según la altura.

Durante el año hay dos estaciones, a saber, invierno y verano. El primero ocurre de octubre a mayo, y el segundo, de junio a septiembre. Sin embargo, debido al cambio climático actual, las estaciones no se pueden predecir con exactitud. Los inviernos son fríos y húmedos, lo que significa que se esperan bajas temperaturas y eventos permanentes de lluvia durante esta temporada. Las lluvias tienden a ser de larga duración y de baja intensidad, y las temperaturas pueden caer por debajo de los 0° C principalmente a principios de diciembre y finales de mayo, lo que favorece la aparición de las

heladas. Los veranos, por otro lado, son más cálidos, secos y ventosos. Durante esta temporada, hay una reducción sustancial en la precipitación que, junto con el alcance limitado de los sistemas de riego, reduce la disponibilidad de agua para la agricultura (República del Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guamote, 2014).

Vale la pena notar que la región en la que está inmerso nuestro sitio de estudio es un microcentro de diversidad genética de variedades de papa silvestres y cultivadas (Monteros, et al., 2010), es decir, una ubicación dentro del centro de origen donde se puede encontrar la mayor diversidad infra específica (Tapia, et al., 2004). Durante generaciones, los agricultores han cultivado numerosas variedades de papa que son el principal alimento básico en sus dietas. Sin embargo, desde principios de los años 80, se ha observado una reducción significativa a nivel varietal en los campos de los agricultores (Gusniay-Coro, comunicación personal). Hoy en día, solo unos pocos agricultores mantienen diversos repertorios de papa, y la mayoría de las variedades criollas tradicionales que cultivan son escasas y se reducen a pocos surcos en sus parcelas. Aunque las razas locales de papa se están perdiendo a nivel de granja, todavía tienen un valor alimenticio entre los agricultores. Es ampliamente aceptado que estas variedades son muy apetitosas y con texturas agradables y, como afirmaron los agricultores, “es agradable ver diferentes formas y colores y experimentar diferentes sabores en las comidas del día”. Por lo tanto, las papas tienen un valor histórico, cultural y alimenticio en el sitio de estudio.

Además, las papas se siembran durante todo el año para garantizar el auto aprovisionamiento y se manejan con poco o ningún uso de insumos agrícolas modernos. Las prácticas agrícolas tradicionales todavía son comunes en el sitio de estudio, por ejemplo, el ahorro y el intercambio de semillas, el cultivo intercalado y el cultivo migratorio. Además, el calendario agrícola está estrechamente relacionado con las fases lunares, que guían las actividades de siembra y cosecha, y la aplicación de pesticidas y fertilizantes para lograr el crecimiento deseado de la planta. La producción de insumos agrícolas orgánicos hechos a sí mismos es otro rasgo de la agricultura tradicional que se encuentra en el sitio de estudio; sin embargo, los insumos sintéticos también se utilizan principalmente entre los agricultores que participan en los mercados de alimentos (Monteros, et al., 2010).

Las condiciones ambientales que predominan en esta parte de los Andes aumentan la vulnerabilidad del cultivo de la papa. Los patrones cambiantes de

temperatura y humedad esperados a lo largo del año favorecen la propagación de plagas y enfermedades que atacan a las papas, p. Ej., Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), gorgojo (*Premnotrypes vorax*), escarabajos pulcheros (*Epitrix spp.*) Y trips (*Frankliniella spp.*) (Monteros, et al., 2010). La acumulación de plagas y patógenos en el material de plantación debido a sucesivos ciclos de propagación vegetativa es una razón importante para la degeneración de las semillas que, a largo plazo, contribuye a las pérdidas a nivel varietal (Thomas-Sharma, et al., 2015). Además, los cultivos están muy expuestos a los efectos de las heladas dadas la altitud de las parcelas. Según los agricultores, tanto el tizón tardío como las heladas son las principales razones de la pérdida de una gran variedad de razas locales de papa.

El contexto socioeconómico y ambiental del sitio de estudio muestra claramente que la diversidad de germoplasma de las papas cultivadas, especialmente en las variedades autóctonas, puede perderse para siempre, ya que los agricultores operan en condiciones muy adversas que, junto con la adopción de pocas variedades mejoradas, socavan la conservación de la diversidad de la papa de granja.

Adopción de variedades mejoradas de papa

Los programas de mejoramiento de cultivos han desarrollado variedades mejoradas para aumentar la efectividad de los sistemas de producción de alimentos al proporcionar cultivos con mayores rendimientos y mayor resistencia a un rango de tensiones bióticas como sequía, extremos de frío y calor, precipitaciones impredecibles y nuevas plagas y enfermedades. Los gobiernos nacionales, agencias de desarrollo y otras instituciones han promovido la adopción de estas variedades en todas las zonas rurales del mundo con un doble objetivo: garantizar el suministro de alimentos frente a los desafíos impuestos por el cambio global rápido y aumentar la productividad y los ingresos del pequeño productor agricultores (Brush, 1991; Bellon, 2004).

Sin embargo, existe amplia evidencia de que la adopción de variedades mejoradas ha favorecido el desplazamiento de una amplia gama de variedades locales de los repertorios de los agricultores, además de contribuir al abandono de las prácticas agrícolas que han dado forma a la diversidad de cultivos durante generaciones (Bellon, 2004; Vigouroux et al., 2011; Bellon 2017). Ahora bien, esto lleva a la siguiente pregunta: ¿son ciertas estas suposiciones en el contexto de los pequeños agricultores en el cantón de Guamote? A continuación, se analiza si la adopción de variedades mejoradas constituye un factor que limita la conservación de la diversidad de

la papa en la finca en el sitio de estudio de esta investigación. El análisis se basa en datos proporcionados por la sección II de la encuesta y entrevistas durante el trabajo de campo.

Identificar variedades de papa en el sitio de estudio
Al analizar la encuesta, se descubrió una diversidad significativa a nivel varietal expresada en 41 variedades de papa. Los datos se basan en el criterio de los agricultores y su capacidad para identificar, clasificar y nombrar sus cultivares. Aunque las papas pertenecen a una única especie botánica, sus tubérculos se presentan en una amplia gama de variedades con grandes diferencias en tamaño, forma, color, textura y sabor.



Figura 4. Razas locales de papa: accesiones recolectadas durante el trabajo de campo en junio de 2017.

Los agricultores clasifican sus variedades principalmente por el color del tubérculo, el tamaño y la textura de la piel. A veces, incluso pueden identificar una variedad por los rasgos aéreos de la planta, por ejemplo, a través de los colores de la flor, el tallo y la hoja. Sin embargo, es necesario ir más allá del reconocimiento de rasgos morfológicos comunes entre individuos de una misma población para identificar variedades mejoradas. Por lo tanto, una característica importante de una variedad está asociada con su desarrollo, es decir, con el proceso que la originó: las variedades mejoradas experimentan mejoras genéticas formales, mientras que las variedades locales carecen de ellas (Camacho Villa, et al., 2005). Para obtener esta información, los promotores locales del 'Proyecto de Agro biodiversidad' fueron entrevistados y sus respuestas validadas en la literatura disponible. No se preguntó directamente a los agricultores porque se observó que la mayoría de ellos no hacen una distinción clara entre las dos categorías, aunque cultivan una mezcla de ambos en sus parcelas. La siguiente tabla muestra las variedades de papa encontradas entre los agricultores en el sitio de estudio y la categoría a la que pertenecen.

Tabla 1. Variedades de papa encontradas en el sitio de estudio según la categoría. Elaboración propia, basada en una encuesta de investigación

Variedades locales	Variedades mejoradas
1.Cacho negro	1.ICA-Única (1995)
2.Chaucha amarilla	2.I-Cecilia (1981)
3.Chaucha blanca	3.I-Fripapa99 (1995)
4.Chaucha bolona	4.INIAP-Esperanza (1983)
5.Chaucha roja	5.INIAP-Gabriela (1982)
6.Chaucha rosada	6.INIAP-Papa Pan (2000)
7.Chiwi blanca	7.INIAP-Puca Shungo (2011)
8.Chiwi negra	8.INIAP-Rosita (1995)
9.Chiwuila negra	9.INIAP-Victoria (2011)
10.Chola	10.Semichola
11.Coneja	11.Superchola (1984)
12.Huagra singa	
13.Juvaleña	
14.Leona roja	
15.Mami	
16.Manuela	
17.Murunga	
18.Nortefña blanca	
19.Pera blanca	
20.Puña negra	
21.Puña rosada	
22.Pusilla	
23.Ratona	
24.Tazo roja	
25.Tulka blanca	
26.Tulka roja	
27.Tulka rosada	
28.Uvilla blanca	
29.Uvilla negra/ Uchu rumi	
30.Yanatazo	

Como se observó, menos de un tercio de las variedades registradas por los agricultores corresponden a variedades mejoradas y, la mayoría de ellas, fueron desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) en el marco de programas nacionales de mejoramiento de cultivos que han promovido el uso de variedades mejoradas en el sitio de estudio desde principios de los años 80 (Gusniay-Coro, comunicación personal). En la Tabla 1, cada variedad mejorada tiene una fecha entre paréntesis que informa su año de lanzamiento. Un análisis temporal de los datos sugiere que los programas de mejoramiento de cultivos han estado desarrollando constantemente variedades en

las últimas cuatro décadas. Sin embargo, se puede observar que tienen una capacidad limitada para desarrollar y extender una amplia gama de variedades. Los resultados de la encuesta muestran que el promedio de variedades mejoradas promovidas por década en las comunidades que forman el sitio de estudio de esta investigación es de 2,5. Por otro lado, más de la mitad de las variedades registradas en la encuesta carece de una mejora formal de los cultivos, es decir, han sido desarrolladas por los agricultores, ya sea intencionalmente o no, a lo largo del tiempo. Cuando se entrevistó a los agricultores, mencionaron que muchas de las variedades locales que manejan hoy en día fueron domesticadas por sus antepasados y compartidas a través de redes de intercambio de semillas que permitieron su multiplicación. Afirmaron además que algunas variedades locales como las variedades Puña, Tulka, Tazo, Mami y Ayamarco se han mantenido en el territorio durante más de doscientos años. Las razas locales restantes se introdujeron en el territorio más tarde, pero los agricultores no pudieron identificar exactamente cuándo sucedió esto. Solo para las variedades chaucha amarilla, chaucha roja y chola es el momento de introducción conocido, y coincide con la adopción de variedades mejoradas a principios de los 80 (Gusniay-Coro, comunicación personal). Los agricultores informaron que estos corresponden a variedades locales comerciales que fueron promovidas en sus comunidades para permitir una mayor participación en los mercados de producción.



Figura 5. Variedades que han estado en el territorio más de doscientos años. De izquierda a derecha: Ayamarco, Mami y Puña. Las accesiones recogidas durante el trabajo de campo en mayo de 2017. Fotos tomadas por Martin Jaramillo.

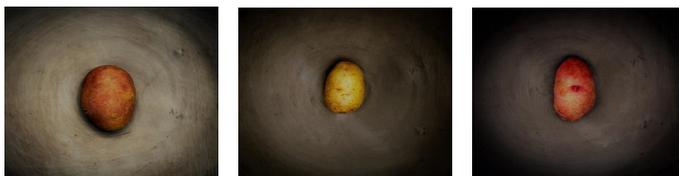


Figura 6. Variedades comerciales introducidos en el sitio de estudio a principios de los 80. De izquierda a derecha: Chola, Chaucha amarilla y Chaucha roja. Las accesiones recogidas durante el trabajo de campo en junio de 2017. Fotos tomadas por Martin Jaramillo.

¿La adopción de variedades mejoradas dificulta la conservación de diversas variedades de papa? Las variedades de papa registradas por los agricultores en la encuesta han sido identificadas y clasificadas. Ahora, es necesario probar si la adopción de variedades mejoradas ha llevado a una reducción en el número de variedades mantenidas en las colecciones de los agricultores. Como se muestra en la figura a continuación, el número de variedades de papa mantenidas por los agricultores varía de 1 a 15 según el agricultor. Se observa que el 63% maneja de 1 a 3 variedades de papa, 21% de 4 a 6 y 16% de 7 a 15 variedades.

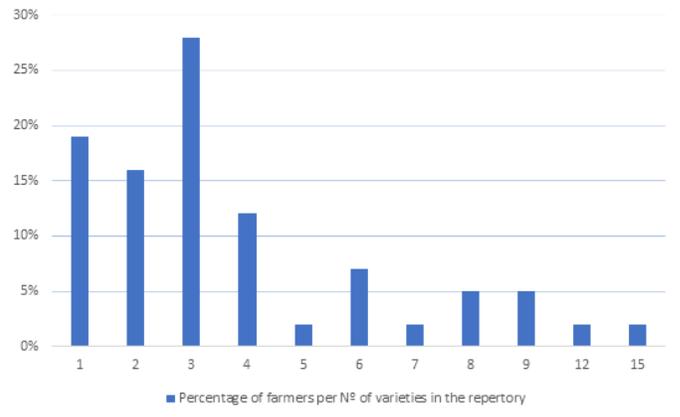


Figura 8. Número de variedades por agricultor.

El bajo porcentaje de agricultores que tienen diversidad de papa, indica que la conservación de diversas variedades depende de pocos agricultores. Cinco “conservacionistas de germoplasma” se identificaron entre los entrevistados, es decir, los agricultores que mantienen una gran variedad de papas en sus chakras y que buscan semillas de nuevas variedades (Thiele, 1999). Estos agricultores, en su mayoría son mujeres, cultivan 33 de las 41 variedades encontradas en el sitio de estudio. Además, mantienen y reproducen 15 variedades de papa, especialmente variedades locales tradicionales, que no tienen otros agricultores que participaron en la encuesta. Durante las entrevistas con algunos de los conservacionistas de germoplasma, mencionaron que el área plantada de variedades raras de papa se reduce comúnmente a pocos surcos o incluso a pocas plantas dentro del paquete, y se cultiva junto con variedades mejoradas bien conocidas o variedades locales comerciales. El objetivo, sin embargo, es guardar diversas semillas de patata sin importar en qué condiciones. Esto respalda la declaración de Bellon (2004), de que una amplia gama de cultivos y variedades nativas se ha reducido significativamente en términos de área plantada a nivel de agricultor, lo que amenaza su conservación en la granja.



Figura 9. Conservacionista de papa de germoplasma María Rosa Higuilema. Fotos tomadas durante el trabajo de campo en mayo de 2017. Comunidad rural de San Pablo de Guantug, Chimborazo, Ecuador.

Además, se descubrió que la proporción de variedades mejoradas varía según el número que mantienen los agricultores en sus chackras: cuanto menor es número, mayor es la proporción de variedades mejoradas en él. En algunos casos, incluso puede representar la totalidad de las variedades de su chakra; de hecho, el 16,3% de los agricultores cultivan variedades únicamente mejoradas.

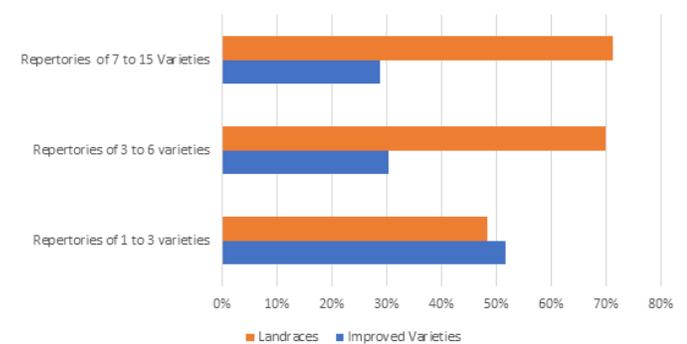


Figura 10. Porcentaje de la participación de variedades mejoradas en los repertorios de los agricultores.

En la Figura 10, la proporción de variedades mejoradas en las chackras de los agricultores que manejan es de 1 a 3 variedades de papa es del 52%, mientras que, para los otros dos grupos, varía alrededor del 30%. Esto muestra que la adopción de variedades mejoradas ha contribuido al desplazamiento de las variedades nativas. Dado el alto porcentaje de agricultores especializados en pocas variedades, y sabiendo que sus variedades están constituidas predominantemente por variedades mejoradas, se puede afirmar que la conservación de diversas papas en el sitio de estudio de esta investigación se ha visto obstaculizada por la difusión y adopción de variedades mejoradas a nivel de agricultor.

Prácticas de ahorro y distribución de semillas

Un análisis general del escenario para el ahorro y el intercambio de semillas indica que ambas prácticas se están perdiendo. Se observó que el 51,1% de los agricultores guarda sus semillas, y el 41,9% las comparte con sus familiares y / o vecinos cercanos. Cuando se analizó el caso específico de aquellos agricultores cuyas variedades se reducen en diversidad intra específica y predominantemente constituidos por variedades mejoradas, los resultados mostraron que el 74% guarda sus semillas y el 59,3% las comparte con otros agricultores.

Por lo tanto, los hallazgos sugieren que la adopción de variedades mejoradas no representa un factor principal para el abandono de las prácticas agrícolas que han dado forma a la diversidad de cultivos durante generaciones, y resalta la necesidad de una mayor investigación para comprender completamente este fenómeno. Sin embargo, vale la pena observar que la mayoría de las variedades nativas identificadas mediante la encuesta de investigación son ignoradas o desconocidas por la investigación formal y los programas de mejoramiento de cultivos y se mantienen en pocas familias, lo que significa que su multiplicación y conservación dependen en gran medida de prácticas de ahorro y distribución de semillas entre los agricultores. Es decir, el mantenimiento de estas prácticas es clave para la conservación de la diversidad de germoplasma de papa.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación muestran que existe una diversidad significativa a nivel varietal en el sitio de estudio expresada en 41 variedades de papa. Sin embargo, la conservación de estas variedades está en riesgo, ya que solo unos pocos agricultores continúan cultivándolas en ciclos sucesivos, y la mayoría de las variedades locales tradicionales se reducen a pocos surcos o incluso a pocas plantas dentro de las parcelas. Además, se ha observado que el 63% de los agricultores han adoptado variedades mejoradas y abandonado una amplia gama de variedades locales. En consecuencia, el 63% de las variedades de papa de los agricultores están compuestas por hasta tres variedades de variedades criollas comerciales y variedades mejoradas. En este sentido, la adopción de variedades mejoradas constituye un factor principal que limita la conservación de la diversidad de la papa en la finca. Con respecto al abandono de las prácticas de ahorro y distribución de semillas, no es posible afirmar que este fenómeno esté directamente relacionado con la adopción de variedades mejoradas en el sitio de estudio. Finalmente, el contexto socioeconómico y ambiental en el que operan los agricultores ha demostrado favorecer la especialización en pocas variedades comerciales y mejoradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H., Bastidas, O., & Sherwood, S. (2002). La papa en el Ecuador. En, M. Pumisacho y S. Sherwood (Eds.), *El Cultivo de la Papa en el Ecuador*. (pp. 21-28). Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria.
- Bellon, M. R. (2004). Conceptualizing interventions to support on-farm genetic resource conservation. *World Development*, 32(1), 159–172. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/handle/10883/2091>
- Bellon, M. R., Dulloo, E., Sardos, J., Thormann, I., & Burdon, J. J. (2017). In-situ conservation - harnessing natural and human derived evolutionary forces to ensure future crop adaptation. *Evolutionary Applications*, 10(10), 965-977. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5680627/>
- Brush, S. B. (1991). A Farmer-based approach to conserving crop germplasm. *Economic Botany*, 45(2), 153–165. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02862044>
- Camacho Villa, T. C., Maxted, N., Scholten, M., & Ford-Lloyd, B. (2005). Defining and identifying crop landraces. *Plant Genetic Resources*, 3(3), 373-384. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/06f5/dfd0c658c19ef037778ab5655d241e9bcc78.pdf>
- López Noriega, I., et al. (2013). How Policies Affect the Use of Plant Genetic Resources: The Experience of the CGIAR. *Resources*, 2(3), 231-269. Recuperado de <http://www.mdpi.com/2079-9276/2/3/231>
- Monteros, C., Yamisaca, F., Andrade-Piedra, J., & Reinoso, I. (2010). *Papas Nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Centro Internacional de la Papa (CIP). Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Tapia, C., Estrella, J., Monteros, A., Valverde, F., Nieto, M., & Córdova, J. (2004). Manejo y conservación de RTAs in situ en fincas de agricultores y ex situ en el Banco de germoplasma de INIAP. En, V. Barrera, C. Tapia, & A. Monteros (Eds.), *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria.
- Thiele, G. (1999). Informal potato seed systems in the Andes: Why are they important and what should we do with them? *World Development*, 27(1), 83-99. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/S0305750X98001284>
- Thomas-Sharma, S., et al. (2015). Seed degeneration in potato: the need for an integrated seed health strategy to mitigate the problem in developing countries. *Plant Pathology*, 65(1), 3-16. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ppa.12439>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1999). *Women – users, preservers and managers of agrobiodiversity*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004). Building on Gender, Agrobiodiversity and Local Knowledge. *What is Agrobiodiversity?* Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Second Report on State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Roma: FAO.
- República del Ecuador. Coordinación General del Sistema de Información Nacional. (2013). *Resumen Ejecutivo, Cantón Guamote, Proyecto: Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional Escala 1: 25 000*. Quito CGSIN.
- República del Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guamote. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Guamote: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón.
- República del Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Quito: INEC.
- República del Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). *Ficha de Cifras Generales Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo*. Quito: SENPLADES.
- Vigouroux, Y., Barnaud, A., Scarcelli, N., & Thuillet, A.-C. (2011). Biodiversity, evolution and adaptation of cultivated crops. *Comptes Rendus Biologies*, 334(5), 450-457. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21640954>



16

16

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

ALMACENAMIENTO DEL CARBONO EN VARIOS SUELOS CULTIVADOS CON CACAO EN LA PROVINCIA EL ORO-ECUADOR

CARBON STORAGE IN SEVERAL SOILS PLANTED WITH COCOA IN EL ORO PROVINCE, ECUADOR

Dr. C. Salomón Barrezueta-Unda¹
E-mail: sabarrezueta@utmachala.edu.ec
Ing. Eduardo Luna-Romero²
Jenner Barrera-León¹

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

² Universidad Nacional Agraria "La Molina." República del Perú.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Barrezueta Unda, S., Luna-Romero, E., & Barrera-León, J. (2018). Almacenamiento del carbono en varios suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro-Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 147-154. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Con el objetivo de estimar la variabilidad de carbono almacenado en suelos cultivados de cacao en la parte baja de la provincia El Oro, fueron seleccionadas al azar 30 parcelas cultivadas con cacao del tipo Nacional (n=12) tomado como modelo agroforestal y del clon de cacao CCN51 (n=18) como modelo en monocultivo, para lo cual se conformaron transeptos de 30 x 15 metros en el centro de cada parcela de donde se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0-30 cm a las que realizaron análisis de arena, limo y arcilla por Bouyucos, densidad aparente (Da) por el método del cilindro, pH relación 1:25 con lectura en potenciómetro en laboratorio, Capacidad de intercambio catiónico (CIC) con acetato de amonio pH 7, nitrógeno (N) y carbono (C) en un analizador elemental. Para cuantificar la cantidad de C almacenado se utilizó la profundidad del muestreo, la Da para determinar el volumen del suelo, el cual se multiplica por el C orgánico. Los resultados mostraron un predominio de la arena (>39%) y el limo (>30%), con poca variabilidad en la Da con medias de 1,37 g-1 m³. La CIC fue superior en los cultivares de Nacional con 35,25 cmol (+) kg⁻¹ al determinado en CCN51 (27,34 cmol (+) kg⁻¹), al igual que el C orgánico (2,2%) y N (0,20%). Los niveles de C almacenados fueron de 33,096 Mg de C ha⁻¹ en CCN51 y 45,555 Mg de C ha⁻¹ en Nacional, sin existir diferencias significativas (p=0,117).

Palabras clave: Cacao Nacional, CCN51, carbono orgánico, densidad aparente.

ABSTRACT

With the objective of estimating the variability of carbon stored in cultivated soils of cocoa in the lower part of the province El Oro, were selected at random 30 parcels cultivated with cacao of the national type (n = 12) taken as Agroforestry model and of the clone of cocoa CCN51 (n = 18) as a monoculture model, for which transects of 30 x 15 meters were formed in the center of each plot from where soil samples were taken at a depth of 0-30 cm to which they performed sand, silt and clay analyses by Bouyucos, apparent density (Da) by cylinder method, PH ratio 1:25 with reading in laboratory potentiometer, cation exchange Capacity (CIC) with ammonium acetate PH 7, nitrogen (N) and carbon (C) in an elemental analyzer. To quantify the amount of C stored, the depth of the sampling was used, given to determine the soil volume, which is multiplied by the organic C. The results showed a predominance of the sand (> 39%) and the silt (> 30%), with little variability in the Da with means of 1.37 g-1 m³. CIC was higher in the cultivars of Nacional with 35.25 cmol (+) kg⁻¹ to determined in CCN51 (27.34 cmol (+) kg⁻¹), as well as organic C (2.2%) and N (0.20%). The stored C levels were 33.096 mg of C ha⁻¹ in CCN51 and 45.555 mg of C ha⁻¹ in Nacional, without significant differences (P = 0,117).

Keywords: National cocoa, CCN51, organic carbon, apparent density.

INTRODUCCIÓN

La evolución de la agricultura desde la década de los años 50 trajo consigo cambios drásticos en el manejo del suelo como la compactación, salinización e integración de tierras no aptas para labores agrarias, agregando la sobre utilización de agroquímicos y la deforestación de bosques, aspectos que investigadores como Labrador (2008); Lal, Follett, Stewart & Kimble (2007); y Ramachandran-Nair, Mohan-Kumar & Nair (2009) agroforestry has become recognized the world over as an integrated approach to sustainable land use because of its production and environmental benefits. Its recent recognition as a greenhouse gas mitigation strategy under the Kyoto Protocol has earned it added attention as a strategy for biological carbon (C, en otros los consideran como los factores de la agricultura que contribuyen al calentamiento global por la continua liberación de Gases efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) o Óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera, siendo necesario determinar la cantidad de carbono (C) que los sistemas agrarios pueden almacenar en el suelo (almacenamiento de carbono) y si el efecto de las fertilización química, uso de pesticidas y mecanización agrícola, acentúa la disminución de este elemento en los ecosistemas (Paz-Pellat, Argumedo-Espioza, Cruz-Gaistardo, Etchevers & De Jong, 2016).

En este contexto el suelo cumple el papel de almacén de grandes cantidades de Carbono (C) como lo expresa Dias, et al. (2013); y Nocita, Stevens, Noon & Van Wesemael (2013), además es el principal elemento biogeoquímico del planeta, el cual está presente dentro de la estructuras orgánicas en un 99,99 %, siendo su determinación fundamental para comprender e interpretar fenómenos como la adsorción de nutrientes en condiciones agroforestales y hasta que nivel mejor las condiciones del suelo a través del aporte de biomasa de las plantas superiores (Minasny et al., 2017) Chile, South Africa, Australia, Tanzania, Indonesia, Kenya, Nigeria, India, China Taiwan, South Korea, China Mainland, United States of America, France, Canada, Belgium, England & Wales, Ireland, Scotland, and Russia.

Tubiello, et al. (2015) presentados a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, menciona que desde 1950 años hasta el año 2000 el CO₂ concentrado en la atmósfera aumento de 280 a 367 partes por millón, gran parte de estas emisiones se debe al cambio en el uso del suelo, que se consideran como la segunda fuente CO₂ después del sector industrial, siendo necesarios los estudios en el ámbito regional y nacional sobre la capacidad del suelo

de almacenar C, en especial en el modelo agrícola agroforestal sin perder su capacidad productiva y garantizar la sostenibilidad, ejemplo de este modelo son los cultivos de café y cacao (Concha, Alegre & Pocomucha, 2007).

El ciclo C terrestre está estrechamente ligado a las necesidades metabólicas de las plantas y parte intrínseca de la materia orgánica del suelo (MOS) la cual es suministrada desde la vegetación como residuos de la biomasa (De Rouw, Soullieuth & Huon, 2015); influyendo las proporciones de C en la liberación de los nutrientes esenciales para la sostenibilidad de los ecosistemas como lo expresan (Gautam et al, 2016).

Las plantaciones forestales y los modelos agroforestales son una opción equilibrada para incrementar el secuestro de carbono en los agroecosistemas (Andrade, Segura & Varona, 2015). En este contexto los cultivos de cacao son considerado como prestadores de servicios ecosistémico cuando el modelo agroforestal se maneja de forma sostenida, debido a que se integran con otras especies vegetales, como el café, plátano, frutales (cítricos, mango, etc.) y maderables (Laurel, Palo Santo, etc.), los cuales producen sombra y permiten al agricultor tener otras alternativas de ingresos (Barrezueta-Unda & Chabla-Carrillo, 2017).

Preciado, Ocampo & Ballesteros (2011), expresan que el sistema tradicional de producción de cacao se caracteriza tener arreglos espaciales y temporales muy diversos lo cual genera alta variabilidad de los ratios de carbono en el suelo como lo determino Jadán, Torres & Günter (2012), con estimaciones >80 mega gramos (Mg) ha⁻¹ año⁻¹ en la amazonia ecuatoriana

Con lo expuesto en se planteó el objetivo de estimar la variabilidad de carbono secuestrado en suelos cultivados de cacao en la parte baja de la provincia El Oro a una profundidad de cero a 30 cm.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los municipios de El Guabo, Machala, Santa Rosa y Pasaje en la provincia de El Oro en la costa sur del Ecuador (Figura 1), localizado entre las coordenadas 3.05°-3.62° de latitud Sur y 79.55°-80.06° longitud Oeste. La región presenta condiciones climáticas con temperatura promedio de 26,1 °C y precipitación promedio anual de 575,8 mm y heliofanía de 2 a 3 horas diarias (Cañadas Cruz, 1983; Villaseñor, Luna & Jaramillo, 2016). Con una diferencia topográfica de 01 a 702 m snm entre los puntos de muestreo (Figura 1D). Los suelos son de origen aluvial, encontrando los

órdenes Inceptisol, Alfisol y Entisol, con vegetación circundante de tipo arbórea con manejo agronómico para fines comerciales (Villaseñor, et al., 2015). El trabajo se realizó entre julio y octubre del 2017.

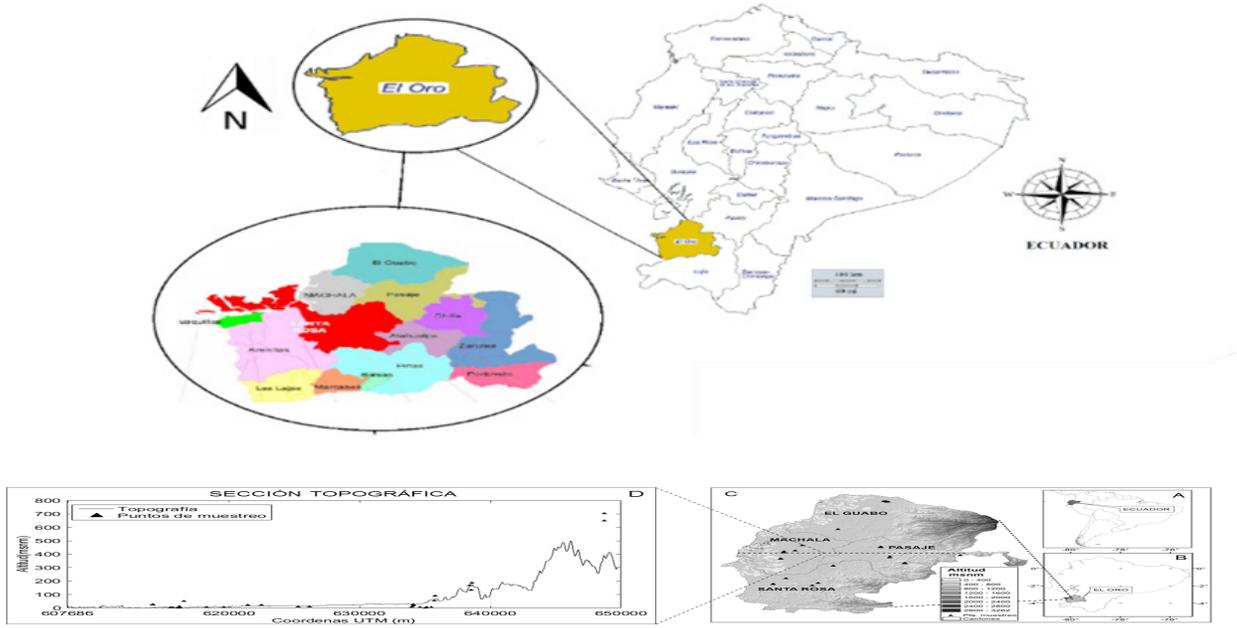


Figura 1. Ubicación de la investigación: A) Ubicación geográfica de Ecuador en Sudamérica. B) Ubicación de la provincia El Oro. C) Modelo de elevación digital (DEM) del área de estudio (Machala, El Guabo, Pasaje, Santa Rosa), y los 30 puntos de muestreo. D) Perfil de sección topográfica (línea color negro) y puntos de muestreo, el eje x representa la ubicación geográfica en coordenadas UTM (m) y el eje y es la altitud (m snm).

Selección de las parcelas

En los cuatros municipios se delimito dos segmentos, en función de los modelos de producción agrícola agroforestal (Figura 2A) y de monocultivo (Figura 2B). A continuación, se realizó un muestreo al azar con dos criterios de selección como son: a) fincas con más de dos años en plena producción y b) la extensión de las fincas fue entre 2 a 8 hectáreas (ha). Donde fueron seleccionadas 12 parcelas de cacao Nacional (modelo agroforestal) y 18 parcelas cultivadas con el clon CCN51 (modelo monocultivo).



Figura 2. Producción de cacao en la provincia El Oro: A cultivo de cacao en modelo agroforestal; B cultivo de cacao en modelo monocultivo.

Toma de muestra suelo

Identificadas las parcelas las muestras se tomaron dentro de transectos de 30 x 15 metros (m) en doble W de cero a 30 centímetros (cm) de profundidad, con un cilindro metálico de 0,05 m de diámetro por 0,10 de altura, los cuales fueron de insertados en el

suelo de forma horizontal, para tomar las muestras utilizada para determinar densidad (Da).

De cada transecto también se extrajo de 1 a 2 kilogramos de suelo para determinar las propiedades físico-químicas, obteniendo un total de 1 muestra de suelo por parcela. Con las muestras codificadas en campo se procedió a la determinación analítica en el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Machala. Las propiedades físicas fueron: a) textura a nivel de porcentaje de agregados (arena, limo y arcilla) por Bouyucos y b) Da por el método del cilindro, donde se registró el peso de los cilindros con el suelo húmedo antes de colocarlos en la estufa a 105 °C y vuelvo a pesar después de 72 horas. Las propiedades químicas determinadas fueron pH con una relación 1:25 con lectura en potenciómetro, capacidad de intercambio catiónico (CIC) por Acetato de amonio pH 7.

En el Servicio de Apoyo a la investigación de la Universidad da Coruña, España se determinó C orgánico y Nitrógeno (N) total en un analizador elemental modelo Flash EA1112 marca Thermo Finnigan, las cuales fueron encapsulada en estaño 0,01 g de suelo obteniendo los resultados en porcentaje.

Estimación almacenamiento de Carbono en suelo

El valor del C orgánico determinado a nivel elemental se multiplico por el peso del suelo (ecuación 1) para obtener los valores en Megagramos (Mg) h⁻¹ como lo recomienda Díaz, Ruiz, Tello & Arévalo (2016).

Ecuación 1

$$PVs (Mg ha^{-1}) = Da \times Ps \times 10000$$

Dónde: PVs (Mg ha⁻¹)= Peso del volumen de suelo, Da= Densidad aparente (g⁻¹ m³), Ps = Espesor o profundidad del horizonte del suelo (cm), 10 000 = Constante para transformar en Mg.

Para establecer el cálculo de Carbono en el suelo (Mg ha⁻¹) se aplica la ecuación 2 propuesta por Andrade-Castañeda, Seguro-Madrugal & Rojas-Patiño (2016).

Ecuación 2

$$CS (Mgha^{-1}) = (PVs \times \% C)/100$$

Dónde: CS (Mg ha⁻¹)= Carbono en el suelo, PVs= Peso del volumen de suelo, %C= porcentaje de C, analizados en laboratorio, 100= Factor de conversión

Para compara los resultados se realizó un análisis descriptivo, de varianza por uso de suelo y profundidad, utilizando para este fin el software SPSS versión 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa un predominio de arena (38,32%), seguido de limo (34,02%) y una media de Da (1.37 g⁻¹ m³). Resultados que concuerdan con investigaciones en suelo de la parte baja de la provincia de El Oro realizados por (Chabla-Carrillo, et al., 2015; Más Martínez, et al., 2015; Villaseñor, Chabla & Luna, 2015). Para Aro Flores, Reyes Hernández, Cairo Cairo, y Ferras Negrin (2016), el predominio de partículas gruesas como la arena en suelo se debe a la formación aluvial, la cual arrastro material fluvio marino y lacustre.

El pH mostro un nivel casi neutro (6,70) con rango de 3,39 que indica algunos suelos en estudio estuvieron una reacción acida y básica. El CIC fue elevado con una media de 30,51 cmol (+) kg⁻¹ con rango de 45,60 cmol (+) kg⁻¹ que indica una alta variabilidad, valores que depende la cantidad de arcilla, pH y contenido de C orgánico, el cual registro una media de 1,85% considerado como bajo, pero con rango de 4,3%. Los niveles de N estuvieron en 0,17% con un erro estándar de 0,015.

Tabla 1. Resumen descriptivo de propiedades físico-químicas de suelo cultivados con cacao en la provincia El Oro (n=30).

Estadísticos descriptivos propiedades físicas			
	Media	ES(±)	Rango
ARCILLA (%)	27,66	2,04	43,30
LIMO (%)	34,01	2,13	46,70
ARENA (%)	38,32	2,56	56,00
Da (g-1 m3)	1,371	0,01	0,32
Estadísticos descriptivos propiedades químicas			
	Media	ES(±)	Rango
pH	6,70	0,16	3,39
CIC (cmol (+) kg-1)	30,51	2,25	45,60
C (%)	1,85	0,19	4,31
N (%)	0,17	0,02	0,34

ES(±) Error Estandar

Los análisis de las propiedades del suelo por tipo de cacao se presentan en la tabla 2, donde el cacao Nacional muestra mayor porcentaje de arcilla, pero se mantiene el predominio de la arena, la Da en ambos cultivare son muy similares (CCN51=1,37 g⁻¹ m³; Nacional=1,37 g⁻¹ m³) los cuales corresponde a suelos de tipo Franco limosos y Franco arenosos.

La reacción del suelo es ligeramente neutra en CCN51 (pH=6,57) a prácticamente neutra en Nacional (pH=6,86). Jaime-Proaño (2006), estudió algunos suelos del litoral ecuatoriano cultivado con cacao presentando valores de pH que oscilaron

entre 7,14 a 7,54 los cuales mantenían rendimientos para cacao Nacional y CCN51 >4500 kg ha⁻¹. En el caso del CIC los contenidos en cacao Nacional fueron (35,25 cmol (+) kg⁻¹) fueron superiores a CCN51 valores altos para este cultivo (Puentes-Páramo et al., 2014) localizado en el municipio de Miranda, Cauca (Colombia, pero que indicaron buena fertilidad característicos de suelo francos arcilloso con altos niveles de MO (Fuentes Yague, 1994).

El C y N registraron una media de 2,21% y 0,20% respectivamente valor que se ajusta al criterio de que los suelos en clima tropical cultivados con cacao mantiene un nivel medio de estos elementos, debido a la extracción del C y N en la adsorción de nutrientes, elemento que necesita ser compensado con la aplicación de fuentes orgánicas como humus o compost (Hartemink, 2005).

Tabla 2. Resumen descriptivo de propiedades físico-químicas de suelo por tipos de cacao.

Estadísticos descriptivos propiedades físicas					
TIPO		N	Media	DS(±)	ES(±)
ARCILLA (%)	CCN51	18	26,48	11,94	2,81
	NACIONAL	12	29,43	10,20	2,95
LIMO (%)	CCN51	18	36,27	12,93	3,05
	NACIONAL	12	30,64	8,99	2,59
ARENA (%)	CCN51	18	37,26	14,56	3,43
	NACIONAL	12	39,93	13,57	3,92
Da	CCN51	18	1,37	0,08	0,02
	NACIONAL	12	1,37	0,05	0,02
Estadísticos descriptivos propiedades químicas					
TIPO		N	Media	DS(±)	ES(±)
pH	CCN51	18	6,59	0,92	0,22
	NACIONAL	12	6,86	0,84	0,24
CIC (cmol (+) kg ⁻¹)	CCN51	18	27,34	12,42	2,93
	NACIONAL	12	35,25	10,93	3,16
N (%)	CCN51	18	0,15	0,07	0,02
	NACIONAL	12	0,20	0,10	0,03
C (%)	CCN51	18	1,62	0,83	0,19
	NACIONAL	12	2,21	1,20	0,35

En la Figura 2 se observa que el valor de almacenamiento de C fue superior en el tipo de cacao Nacional con una observación (14) fuera de rango que sobre paso los 100 Mg de C ha⁻¹. En el caso de CCN51 la media de C secuestrado se ubicó en 33,096 Mg de C ha⁻¹ inferiores al del tipo de cacao Nacional con 45,555 Mg de C ha⁻¹. Valores menores a los estimados por Jadán, Torres & Günter (2012), en la amazonia ecuatoriana con media >70 Mg de C

ha⁻¹ en CCN51 y > 100 Mg de C ha⁻¹ en Nacional bajo sombra.

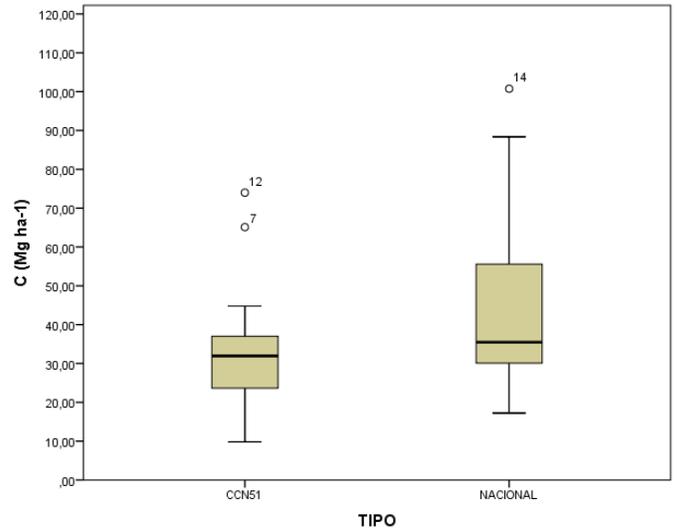


Figura 2. Diagrama de caja entre tipos de cacao en estudio y los niveles de C secuestrado en suelo.

La prueba T (Tabla 3) para muestras independiente al 0,05 no muestra diferencias estadísticas entre los tipos de cacao (p=0,112). Chafra, Rodríguez, Boucourt & Torres (2016), expresa que los niveles de C secuestrado en suelos de clima tropical y con predominio de arena mantiene poca diferencia entre sus ratios siendo el factor manejo el que realmente incide en un mayor o menor almacenamiento de C.

Tabla 3. Prueba t para muestra independiente entre tipos de cacao.

	prueba t para la igualdad de medias			
	F	t	gl	Sig. (bilateral)
Entre grupos	3,170	-1,639	28,000	0,112
Dentro del grupo		-1,493	16,614	0,154

CONCLUSIONES

Los suelos en estudio mostraron alta heterogeneidad de las propiedades químicas CIC, N y C. los cultivares de cacao Nacional mostraron mayor almacenamiento de C en suelo el cual mantuvo un modelo agroforestal, pero sin mostrar diferencias significativas con el clon de cacao CCN51 cultivado en monocultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Castañeda, H., Seguro Madrigal, M., & Rojas Patiño, A. (2016). Carbono orgánico del suelo en bosques riparios, arrozales y pasturas en piedras, Toluima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 233–241. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/437/43745945002/>
- Andrade, H., Segura, M., & Varona, J. (2015). Estimation of the carbon footprint of the production system of sugar cane (*Saccharum officinarum*) in Palmira, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria Y Ambiental*, 6(1), 19–28. Recuperado de <http://oaji.net/pdf.html?n=2017/5565-1508814599.pdf>
- Aro Flores, R., Reyes Hernández, A., Cairo Cairo, P., & Ferras Negrin, Y. (2016). Propiedades físico-químicas del suelo aluvial en la finca Morrocuya, Barinas para su uso sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 42–49. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/download/85/116/>
- Barrezueta-Unda, S., & Chabla-Carrillo, J. (2017). Características sociales y económicas de la producción de cacao en la provincia El Oro. *Agroeconomía Revista La Técnica*, 25–34. <http://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/952>
- Cañadas Cruz, L. (1983). *Mapa bioclimático del Ecuador*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Chabla-Carrillo, J., Espinoza-Scaldeferri, E., Barrezueta-Unda, S., Lado Liñares, M., Vidal Vázquez, E., & Paz-González, A. (2015). Spatial variability of general properties and micronutrients at the country scale in south Ecuador. In *Pedometrics 2015*. Córdoba: Universidad de Cordova.
- Chafla, A. L., Rodríguez, Z., Boucourt, R., & Torres, V. (2016). Bromatological characterization of cocoa shell (*Theobroma cacao*), from seven cantons of the Amazonia, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(2), 245–252. Recuperado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85007321749&partnerID=40&md5=1c5aba4a5aecb1232b4891ceb0fabe3a>
- Concha, J., Alegre, J., & Pocomucha, V. (2007). Determinación de las reservas de carbon en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* L. en el departamento de San Martín, Peru. *Ecología Aplicada*, 6, 75–82. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v6n1-2/a09v6n1-2.pdf>
- De Rouw, A., Soulileuth, B., & Huon, S. (2015). Stable carbon isotope ratios in soil and vegetation shift with cultivation practices (Northern Laos). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 161–168. Recuperado de <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010063898>
- Dias, R. D., De Abreu, C. A., De Abreu, M. F., Paz-Ferreiro, J., Matsura, E. E., & Gonzalez, A. P. (2013). Comparison of Methods to Quantify Organic Carbon in Soil Samples from SAo Paulo State, Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(1–4), 429–439. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103624.2013.742345>
- Díaz, P., Ruiz, G., Tello, C., & Arévalo, L. (2016). Carbono almacenado en cinco sistemas de uso de tierra , en la región San Martín Perú. *Revista Intenacional de Desarrollo Regional Sustentable*, 2(1-2), 57–67. Recuperado de <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/22/06>
- Fuentes Yague, J. L. (1994). *El suelo y los fertilizantes* (Cuarta). Madrid: Mundi-Prensa.
- Gautam, M. K., Lee, K.-S., Song, B.-Y., Lee, D., & Bong, Y.-S. (2016). Early-stage changes in natural ¹³C and ¹⁵N abundance and nutrient dynamics during different litter decomposition. *Journal of Plant Research*, 129(3), 463–476. Recuperado de <https://europemc.org/abstract/med/26915037>
- Hartemink, A. E. (2005). *Nutrient stocks, nutrient cycling, and soil changes in cocoa ecosystems: A review* (Vol. 86). Wageningen: Advances in Agronomy.
- Jadán, O., Torres, B., & Günter, S. (2012). Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. *Revista Amazónica: Ciencias Y Tecnología*, 1(3), 173–186. Recuperado de <https://www.uea.edu.ec/revista/images/ARTICULO2/influencia-tierra-almacenamiento-carbono-sistemas-productivos-revista-cientifica-articulo-2-vol-1-N-3.pdf>
- Jaime-Proaño, C. (2006). Determinación de la curva de absorción de nutrientes en el cultivo de cacao fino de aroma bajo riego localizado y su influencia en la salinidad del suelo , provincia del Guayas. *X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Guayaquil: Sociedad Ecuatoriana de Ciencias del Suelo.
- Labrador, J. (2008). Manejo Del Suelo En Los Sistemas Agrícolas De Producción Ecológica. *SEAE- Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 1–47. Recuperado de http://five.dsm.usb.ve/bibliografia/manejo_de_suelos.pdf
- Lal, R., Follett, R. F., Stewart, B. A., & Kimble, J. M. (2007). Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. *Soil Science*, 172(12), 943–956. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300849545>

- Más Martínez, R., Gómez Ruíz, A., García Bautista, R., Ordellana, J., Ventura Cruz, M., Baños Rodríguez, C., Becerra de Armas, E. (2015). Niveles de los micronutrientes Fe, Zn, Cu, Mn y B en suelos de La Cuenca del Río Guayas. *I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología UTMACH*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Minasny, B., et al. (2017). Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*, *292*, 59–86. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117300095>
- Nocita, M., Stevens, A., Noon, C., & Van Wesemael, B. (2013). Prediction of soil organic carbon for different levels of soil moisture using Vis-NIR spectroscopy. *Geoderma*, *199*, 37–42. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2072-4292/8/7/613/pdf>
- Paz-Pellat, F., Argumedo-Espioza, J., Cruz-Gaistardo, C., Etchevers, J., & De Jong, B. (2016). Distribución espacial y temporal del carbono orgánico del suelo en los ecosistemas terrestres de México. *Terra Latinoamericana*, *34*, 289–310. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/573/57346617004/>
- Preciado, O., Ocampo, C., & Ballesteros, W. (2011). Caracterización del sistema tradicional de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.), en seis núcleos productivos del municipio de Tumaco, Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *28*(2), 58–70. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/42635/46836>
- Puentes-Páramo, Y., Menjivar-Flores, J., Gómez-Carabalí, A., & Aranzazu-Hernández, F. (2014). Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. *Acta Agronómica*, *63*(2), 145–152. Recuperado de http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/40041/45755
- Ramachandran-Nair, P. K., Mohan-Kumar, B., & Nair, V. D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *172*(1), 10–23. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jpln.200800030>
- Tubiello, F., et al. (2015). *Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura Un Manual para Abordar los Requisitos de los Datos para los Países en Desarrollo*. Roma: FAO.
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia del El Oro. *Cumbres*, *1*(2), 28–34. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/5121>
- Villaseñor, D., Luna, E., & Jaramillo, E. (2016). Protección del Ambiente Caracterización de las propiedades morfológicas , físicas y químicas de los suelos del humedal. *Revista La Técnica*, *17*(3), 84–95.



17

17

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

USO DE CACHAZA Y ROCA FOSFÓRICA EN EL CULTIVO DE GLYCINE (NEONOTONIA WIGHTII, WIGHT & ANN)

USE OF SLOTH AND PHOSPHORIC ROCK IN THE CULTIVATION OF GLYCINE (NEONOTONIA WIGHTII, WIGHT AND ANN)

Yanoris Bernal Carrazana¹

E-mail: ybernal@ucf.edu.cu

Consuelo E. Hernández¹

Eugenio Rojas Chaviano²

Lázaro J. Ojeda Quintana¹

¹ Unidad Científico Tecnológica de Base Suelos Cienfuegos. Cuba.

² Centro Mixto Félix Varela Morales. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Bernal, Y., Hernández, C. E., Rojas Chaviano, E., & Rodríguez, E. (2018). Uso de cachaza y roca fosfórica en el cultivo de glycine (*Neonotonia wightii*, Wight & Ann). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 155-161. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en la UCTB de suelos Cienfuegos en el período comprendido entre los meses de octubre a marzo de 2015 con el objetivo de determinar la concentración de fósforo en la planta de Glycine (*Neonotonia wightii*) y su efecto sobre los indicadores morfo agronómicos y desarrollo de esta leguminosa a partir de las variantes de fertilización utilizadas. El experimento se realizó en condiciones semi controladas utilizando bolsas de polietileno en un suelo Pardo Grisáceo tamizado (tres milímetros), colectado en los primeros 20cm de profundidad. Los tratamientos fueron: 1. Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica; 2. Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica + Cachaza; 3. Suelo Pardo grisáceo + Cachaza y 4. Testigo (Suelo Pardo grisáceo). El diseño experimental utilizado; bloque al azar con 5 réplicas. Se realizó un análisis agroquímico del suelo al inicio y final del experimento. Se evaluaron los indicadores: germinación de la semilla, altura de la planta, diámetro del tallo, peso del follaje, peso de la raíz y contenido de fósforo en la parte aérea y la raíz de la planta. Los resultados alcanzados indicaron que todos los tratamientos fueron superiores al testigo, con diferencias significativas. Hubo tendencia al incremento de los tenores de fósforo en el suelo.

Palabras clave: Cachaza, Glycine, Roca fosfórica.

ABSTRACT

This investigation was developed in the UCTB of soil Cienfuegos. In the understood period of the months from October to March of 2015. The general objective was to evaluate the influence of the phosphoric rock on the phosphorus content in soil and the behavior of the indicators of glycine (*Neonotonia wightii*). The experiment was carried out under controlled conditions, using the polyethylene bag and a Grizzly Brown floor collected in the first 20 cm and it was sifted to three millimeters. The treatments were: 1. Brown grizzly + Phosphoric Rock; 2. Brown grizzly + Phosphoric Rock + Sloth; 3. Brown grizzly + Sloth; and 4. Control (Brown grizzly). The used experimental design; block at random with five repetitions with 20 observations. The soil was evaluated with agro - chemical analysis at the beginning and final of the experiment. The evaluated indicators were germination of the seed, height of the plant, diameter of the shaft, weight of the foliage, weight of the root and phosphorus content in root and air part of the plant. The results indicate that all the treatments went superior to the control for all the evaluated indicators, there being significant differences and that the used variants were able to increase the phosphorus strains in the soil.

Keywords: Sloth, Glycine, phosphoric rock.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados han mostrado las perspectivas de muchas especies de leguminosas por presentar alto contenido de materia seca y (proteína, alto potencial de rebrote y posibilidades de cosechas mecanizadas, siendo una de las soluciones más económicas para mejorar el suelo, ahorrar concentrados y fertilizantes, y aumentar la producción de leche y carne (León, Hernández, Almaguer, Peña, Riverol & Milián, 2003).

Una de las especies leguminosas más difundidas es *Neonotonia wightii* (wight & Ann); una hierba trepadora perenne con tallos, de entre 60 y 450 cm de largo, forman densas plantas con la base leñosa; son densamente pubescentes. Las hojas tienen entre 1,5 y 16 cm de largo y 1,3 a 12,5 de ancho; son elípticas, ovadas o vagamente romboidales, cubiertas de una densa pilosidad o glabras según la variedad (Wagner, Herbst & Sohmer, 1999).

El suelo y su contenido de fósforo son de los aspectos más importantes para establecer un sistema productivo con leguminosas, en este sentido es oportuno señalar que los suelos tropicales presentan, normalmente baja concentración de fósforo disponible, por lo que este contexto lo coloca como uno de los nutrientes que más limita la producción de este cultivo.

Según el Instituto de Suelos (2010), en Cienfuegos el 50% de los suelos son Pardo Grisáceos Típico de textura loam arenosa y con el 59,7% del área total afectada por baja fertilidad natural. En este sentido cabe señalar que a partir de 2013 el programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de suelos del MINAG hace acciones encaminadas para detener la exportación de nutrientes y mejorar su contenido en las áreas agropecuarias. Se destaca la asignación a las empresas más importantes del territorio cantidades significativas de roca fosfórica para utilizar en áreas de pastos y forrajes como una variante que pueda mejorar la fertilidad de los suelos.

Paralelamente, la industria azucarera cienfueguera muestra una discreta recuperación y por consiguiente una mayor generación de cachaza; considerada una fuente de fósforo y otros nutrientes de interés para la agricultura del territorio.

Con este panorama y considerando que la Glycine (*Neonotonia wightii*) es una especie recomendada en Cienfuegos por Paretas, Suárez & Valdés (1989); y Paretas (1990), en los estudios de regionalización de pastos y forrajes e identificada por Bernal, et al., (2003); Villavicencio, Toledo & Rodríguez (2009); y Toledo (2012), en estudios de prospección de leguminosas en la región central de Cuba. El objetivo del

presente trabajo es determinar la influencia de la cachaza y la roca fosfórica en los indicadores morfo agronómicos y la concentración foliar de fósforo en Glycine (*Neonotonia wightii*, wight & Ann)

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en áreas de la UCTB de suelos Cienfuegos, Cuba, Instituto de Suelos, a una altura de 106 msnm en condiciones semi controladas. Este centro se ubica en la pre montaña del municipio de Cumanayagua. Los tratamientos utilizados fueron:

1. Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica.
2. Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica + Cachaza.
3. Suelo Pardo grisáceo + Cachaza.
4. Testigo (Suelo Pardo grisáceo)

El período de la investigación comprendió los meses de Octubre de 2014 a Marzo del 2015. La temperatura promedio mensual fue de 23,5°C y la humedad relativa del 80% según los datos promedio de cinco años correspondientes a la Estación Meteorológica semi –automatizada de Barajagua.

El suelo seleccionado para la investigación fue un Pardo Grisáceo ácido, de textura loam arenosa y de baja fertilidad natural (Hernández, Pérez, Bosch & Castro, 2015) y responde al criterio de ocupar la mayor área en la región. La unidad experimental lo constituye la bolsa de polietileno de 2,5 kg. El suelo se colectó en los primeros 20cm y fue tamizado a un diámetro de 3mm. Se realizó un análisis agroquímico del suelo al inicio y final del experimento para comparar los contenidos en el suelo durante la etapa. Los análisis realizados siguen las normas cubanas actuales vigentes y se detallan en la Tabla 1. El diseño experimental utilizado en un Bloque al azar con 4 tratamientos y 5 réplicas.

La fuente de fósforo empleada: Roca fosfórica cubana (Matancera) procede de la provincia de Matanza en Trinidad de Guede tipo II. Este yacimiento petrográficamente el tipo de piedra es una caliza organogenia - detrítica con diferentes grados de interperismo, presenta bajo contenido REDOX y su contenido de P_2O_5 es de 14 %, según tratamiento se emplearon 12,75 g por bolsa que corresponde a una dosis de fertilización de 1.5 t.ha-1.

La cachaza utilizada correspondió a la Empresa Azucarera 14 de Julio. El contenido de fósforo es de 2,8 % de P_2O_5 y una dosis recomendada de 25 t.ha-1 según Riverol, et al. (1999), que corresponde a 212.5 g/bolsa.

Tabla 1. Determinaciones agroquímicas del suelo.

Análisis	Método	Referencia
pH (KCL)	Potenciometrico	NC – 1999. ISO 10390
P2 O5	Oniani (Colorimetrico)	MINAGRI NC – 52/1999
K2O	Oniani (Fotometría de llama)	MINAGRI NC – 52/1999
M.O	Walkley and Black.	MINAGRI. N. 51/1999

La humedad del suelo durante el período del experimento se mantuvo cerca de la capacidad de campo (80%), con la adición de agua destilada.

La siembra se realizó a una profundidad de 1-3 mm (Paretas & Valdés, 2003), de tal manera que entre cada semilla hubiese un ángulo de 120 grados al ubicar el centro de la bolsa, y que las semillas quedarán equidistantes del centro y la periferia de la bolsa. La siembra inicial contempló un total de seis semillas; dos en cada lugar, de modo que si ambas germinaron una de ellas fue raleada, garantizando así una población de tres plantas de Glycine por bolsa. La semilla botánica utilizada contó con un 80% de germinación.

A los 40, 80 y 120 días después de montado el ensayo se midió el contenido de fósforo en la parte aérea de las plantas y de la raíz, utilizando para ello las determinaciones en el Laboratorio provincial de Suelos de la UCTB de Suelos Barajagua, Cienfuegos.

La técnica empleada para determinar el contenido de fósforo en la parte aérea de las plantas de Glycine corresponde a las Normas Ramal Cubanas (NRAG 144/2010), mientras que el contenido de fósforo en la raíz se determinó por el procedimiento de la Norma Ramal Cubana (NRAG 187/2011).

Se determinó el porcentaje de germinación para evaluar la influencia de los tratamientos sobre la germinación de Glycine, y conocer los días de germinación de cada variante. Luego a los 40, 80 y 120 días después de iniciado el experimento se realizaron evaluaciones de las variables morfo agronómicas: altura de las plantas (cm), el grosor del tallo (mm), la masa verde de la parte aérea de la planta y la masa de la raíz (g).

La altura se midió con regla graduada desde el nivel del suelo hasta la base de la primera hoja expandida. El diámetro del tallo a 5 cm del suelo con el uso de pie de rey. La masa de la parte aérea y de la raíz con una balanza después de lavar convenientemente los tejidos y secarse al aire.

A los datos obtenidos se les realizó análisis de varianza y se aplicó la prueba de rango múltiple

de Duncan para $p < 0,05$ utilizando el programa estadístico Stat Graphic plus ver 5.0 en español.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El éxito de un sistema de cultivos, independientemente de su finalidad, depende sin dudas, de la disponibilidad y calidad de la semilla, o sea de su capacidad para germinar y recomenzar nuevamente su ciclo biológico. En la Figura 1 se muestran los resultados luego de evaluar la influencia de los tratamientos sobre la germinación de semillas de Glycine. Se observa que la germinación de esta especie ocurrió entre los 4 – 7 días, o sea en los rangos reportados para este cultivo que tienen como límite mayor los siete días dependiendo de las condiciones de humedad del suelo y el tratamiento que se le brinde a la semilla antes de plantarla (Villavicencio, et al., 2009). En este caso se le brindó a la semilla una buena humedad que es la condición previa para que alcance la turgencia la semilla.

Figura 1. Influencia de los tratamientos en la germinación de la Glycine.

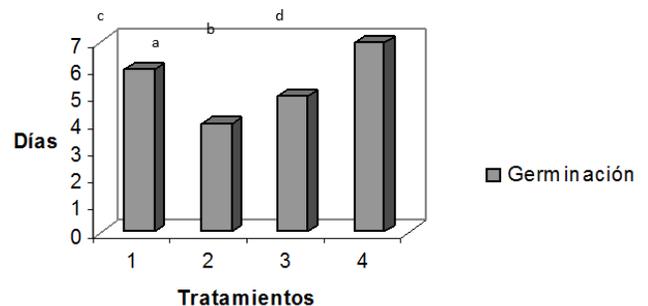


Figura 1. Influencia de los tratamientos en la germinación de la Glycine.

Los resultados indicaron que los mejores tratamientos fueron el 2 y 3 con diferencias significativas del resto y que el testigo (Tratamiento 4) fue la variante que más demoró en germinar. Es sabido que existe relación entre la germinación de semillas de plantas y la adición de materia orgánica, pues según León, et al. (2003), cualquier fuente de materia orgánica posee gran variedad de microorganismos que son capaces de influir favorablemente en la germinación de semillas.

En la Tabla 2 se muestra la influencia de los tratamientos en el contenido de fósforo de la planta de Glycine. El contenido de fósforo, tanto foliar, como en la raíz se encuentran en los rangos reportados para este cultivo (Menéndez, 1982), donde en la medida que se acerca a su periodo de establecimiento (más de 120 días) incrementa los tenores de fósforo en el follaje. Estos aspectos dependen en gran medida de la disponibilidad de fósforo existente en el suelo que pueda ser absorbido por la planta (Díaz, 2013).

En este caso los mejores tratamientos se hallaron cuando se combinaron la roca fosfórica y la Cachaza, mostrando diferencias significativas ante el testigo que tuvo menores valores que el resto de las variantes. Este aspecto es de gran importancia si consideramos que estos suelos Pardo - grisáceos erosionados tienen entre sus características bajos contenidos de fósforo (Arteaga, 1981), aspecto medular que imposibilita establecer adecuadamente un cultivo con las exigencias de las leguminosas.

Tabla 2. Contenido de fósforo en la parte aérea de la planta, raíz y suelo según tratamiento utilizado.

Tratamientos	Contenido foliar de fósforo (%)			Contenido de fósforo raíces (%)		
	40 días	80 días	120 días	40 días	80 días	120 días
Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica	0,32b	0,36c	0,39 ^a	0,11b	0,12 ^a	0,14ab
Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica + Cachaza	0,34 ^a	0,38ab	0,39 ^a	0,12 ^a	0,13 ^a	0,14ab
Suelo Pardo grisáceo + Cachaza	0,34 ^a	0,37bc	0,38 ^a	0,10c	0,12 ^a	0,13b
Testigo (Suelo Pardo grisáceo)	0,32b	0,34d	0,34b	0,10c	0,11b	0,10c
E.S x ±	0,025	0,0037	0,0045	0,0019	0,0018	0,0034

*Medias con letras diferentes difieren según la prueba de *Duncan para* un 95%.

Hay que destacar aspectos mencionados por Paretas (1990); y Funes (2003), quienes destacaron la relación directa que existe entre el suelo y la planta al aseverar *“la planta es el reflejo del suelo”*. Un suelo con bajo contenido de fósforo proporcionará plantas con tenores bajos de fósforo y por consiguiente los organismos que la consuman tendrán un aporte deficitario de fósforo. De forma general todos los tratamientos fueron superiores al testigo. Se corrobora otro resultado obtenido por algunos autores que señalan que en estos primeros estadios de las plantas de leguminosas el contenido de fósforo en follaje es superior en comparación con la raíces (Ruiz, (2002).

Según Toledo, et al. (2008), en estudios realizados en cítrico orgánico con el uso de leguminosas volubles (*Neonotonia wightii*, *Indigófera mucronata*, *Teramnus uncinatus* y *Centrosema pubescens*) se obtuvo una influencia positiva en el reciclaje de nutriente, con un incremento en los contenidos de fósforo, potasio y materia orgánica.

La Tabla 3 presenta los contenidos de fósforo en el suelo al final del experimento, donde todas las variantes evaluadas fueron superiores al testigo e incrementaron notablemente los valores de fósforo. Estos resultados son similares a los obtenidos por Arteaga, *et al.* (1981); Villavicencio, Toledo & Rodríguez (2002); Salazar (2005); Espinosa (2007), al evaluar fuentes de fósforo también en suelos Pardo Grisáceos erosionados en pastos, forrajes, viandas y granos. Ellos reportaron una tendencia inicial al incremento de los tenores de fósforo producto a los aportes iniciales, y una tendencia en el tiempo a la reducción de estos valores si los aportes sucesivos no eran sistemáticos.

Encontraron además una mejor respuesta al combinar minerales con materia orgánica. Estos mismos autores reportan una influencia favorable sobre otras

propiedades físicas, químicas y biológicas de estos suelos al combinar variantes de fertilización.

Es importante señalar además que los resultados corroboran otros elementos señalados por estos mismos autores al apuntar que el uso de fertilizantes para estos suelos y para estas condiciones contribuye a incrementar el reciclaje de nutrientes en el suelo, aspecto favorable para las plantas y animales.

Tabla 3. Influencia de los tratamientos en el contenido de fósforo en el suelo.

Tratamientos	Fósforo (mg/100g)
Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica	2,7b
Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica + Cachaza	2,8a
Suelo Pardo grisáceo + Cachaza	2,8a
Testigo (Suelo Pardo grisáceo)	1,8c
C.V (%)	14,77
E.S ±	0,07

*Medias con letras diferentes difieren según la prueba de *Duncan para* un 95%.

En la Tabla 4 se presenta la evaluación de los indicadores agronómicos evaluados en el cultivo de las Glycine. En primer lugar, se destaca que todas las variantes fueron superior al testigo con diferencias significativas para todos los indicadores y en todos los períodos, a excepción de la variable diámetro del tallo en el estadio de 40 días, donde todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Estos resultados coinciden con Toledo (2008), al evaluar el comportamiento de leguminosas prospectadas en la región central de Cuba como cobertura para el cultivo de cítricos, donde se reportó que en los primeros 30–40 días no hubo diferencias en la variable diámetro del tallo, independientemente de la variante utilizada, obteniendo diferencias luego de los 60 días de evaluación como ocurrió en esta investigación (Menéndez, 1982).

Tabla 4. Comportamiento de las variables evaluadas en el tiempo de duración del experimento.

Tratamientos	Altura de las plántulas (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Masa verde de la parte aérea de la planta (g)			Masa de la raíz (g)		
	40	80	120	40	80	120	40	80	120	40	80	120
Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica	4,4ab	5,2b	6,2 ^a	1,5 ^a	3,3bc	3,8 ^a	4,5b	7,6b	13,0bc	1,9a	3,5c	5,9c
Suelo Pardo grisáceo + Roca Fosfórica + Cachaza	4,5 ^a	5,3a	6,3 ^a	1,4 ^a	3,2cd	3,7ab	5,2 ^a	9,5 ^a	13,4a	1,9a	4,2b	6,8ab
Suelo Pardo grisáceo + Cachaza	4,3b	5,2b	6,2a	1,5 ^a	3,4 ^a	3,8 ^a	5,3 ^a	9,4 ^a	12,9bc	1,8a	4,4 ^a	7,1 ^a
Testigo (Suelo Pardo grisáceo)	3,8c	5,0c	5,1b	1,4 ^a	3,1d	3,3c	4,3c	7,2c	12,5c	1,5b	3,1d	5,1d
C.V (%)	6,66	3,64	7,74	5,47	4,62	5,79	8,47	11,08	5,9	11,02	11,82	11,85
E.S ±	0,05	0,034	0,085	0,014	0,027	0,038	0,075	0,16	0,12	0,05	0,08	0,13

*Medias con letras diferentes difieren según la prueba de *Duncan para* un 95% de confiabilidad.

Los mejores tratamientos al analizar la totalidad de indicadores fueron el 2 y el 3, aunque el tratamiento 1 también fue superior al testigo para las variables evaluadas. Resultan evidentes las potencialidades de la Glycine en la producción de follaje para la alimentación animal. Al comparar los tratamientos, en el caso del testigo, la variable masa verde de la parte aérea, se obtiene aproximadamente el 10% menos de lo que produjo el mejor tratamiento (5), lo que muestra la efectividad de los tratamientos sobre este indicador y la necesidad de seguir las acciones iniciadas en la provincia de Cienfuegos a partir del 2012 por el programa de mejoramiento y conservación de suelos en unidades pecuarias con la extensión e investigación de la aplicación de fuentes fosfatadas con vistas a mejorar la cantidad y calidad de la biomasa en unidades lecheras y con ellas la cantidad y calidad de la producción de leche renglón de gran importancia (república de Cuba. Instituto de Suelos, 2013).

De forma general el mejor resultado dependerá del interés proyectado para trabajar con esta especie. Desde el punto de vista de la extensión agraria; se debe considerar como mejor variante aquella que sea capaz de en primer lugar de mantener un comportamiento armónico y respetuoso por la naturaleza y que al mismo tiempo, desde el punto productivo, pueda contribuir al incremento de la producción, ya sea en calidad o en cantidad. Finalmente debe ser

una opción culturalmente aceptable (Bernal, 2013) adecuada a costumbres y tradiciones de cada lugar.

CONCLUSIONES

El uso de la roca fosfórica + cachaza y la cachaza propiamente aceleraron la germinación de la planta e incrementan el contenido de fósforo del suelo.

La combinación de fosfórica + cachaza y cachaza independiente incrementaron significativamente el contenido de fósforo en la parte aérea y en las raíces de en comparación con el testigo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, R., Chongo, J., Portieles, M., & Mojena, A (1981). Consideración sobre el uso de estiércol vacuno como fertilizante para pastos. La Habana: MINAG.
- Bernal, Y. (2013). Influencia de la capacitación participativa en la gestión del bien natural suelo para el sector campesino del municipio de Cumanayagua. Tesis en opción al título de Master en Extensión Agraria. La Habana: Universidad Agraria de La Habana.
- Bernal, Y., Martínez, M. C., Moreno, Y., Jiménez, I., & Muñoz, P. (2003). Comportamiento de la disponibilidad y calidad de los pastos en el Escambray cienfueguero, influencia sobre algunos índices productivos y reproductivos. Santa Clara: AGROCENTRO.

- Díaz, I. (2013). Efecto de fuentes de fósforo y cachaza enriquecida o no con azóforos sobre el tenor de fósforo y variables morfo agronómicas en plantas de tomate (*Solanum lycopersicon* Mill). Tesis en opción al título de Master en Ciencias. Cienfuegos: Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
- Espinosa, W. (2007). Uso de variantes orgánicas de fertilización en el establecimiento y rendimiento del pasto guinea sobre suelos Pardo grisáceos en la región central de Cuba. Cienfuegos: Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes.
- Funes, F. (2003). Pastos y forrajes tropicales, ganadería sostenible y medio ambiente. En: Retos futuros. Curso Internacional Ganadería. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana: Instituto de Suelos.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque: Ediciones INCA.
- León, G., Hernández, C., Almaguer, F., Peña, M., Riverol, M., & Milián, A. (2003). Sostenibilidad de los cultivos asociados. VII Seminario Científico Técnico en salud al XXX Aniversario de la Estación Experimental de Suelos Escambray. Cienfuegos: Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes.
- Menéndez, J. (1982). Leguminosas silvestres de Cuba. III. Región central y provincia Ciego de Ávila. Pastos y Forrajes, 1 (3).
- Paretas, J.J. (1990). Ecosistemas y regionalización de pastos. La Habana: Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes.
- Paretas, J.J., & Valdez, L .R. (2003). Establecimiento de sistemas de producción lechero a base de pastos y forrajes. II Simposio de ganadería tropical. La Habana.
- Paretas, J.J., Suárez, J.J., & Valdés, L.R. (1989). Gramíneas y leguminosas comerciales y promisorias para la ganadería en Cuba. La Habana: Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes.
- República de Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (2010). NRAG 144/2010. Normas Ramal Cubanas. (2010). Tejido Vegetal. Determinación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Tercera Edición. La Habana: ONN.
- Riverol, M. (1999). La erosión potencial de los suelos de Cuba y los métodos para su masificación. Resumen de tesis doctorado. La Habana: Instituto de los Suelos.
- Ruiz, R. (2002). Contenido nutricional de los principales alimentos utilizados en la ganadería. Informe Anual Proyecto Nacional de Autosuficiencia Alimentaria. PNCT 852. La Habana: Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes.
- Salazar, J. (2005). El fósforo en los sistemas ganaderos de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2), 231-238. Recuperado de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/437/43716213/1>
- Toledo, L. (2008). Uso de leguminosas volubles como cobertura en el cultivo del cítrico. Fórum de ciencia y técnica. Cienfuegos: Estación Experimental de Suelos Escambray: Archivo Estación experimental.
- Toledo, L. (2012). Prospección de leguminosas silvestres en la región central de Cuba. La Habana: Instituto de Suelos.
- Villavicencio, C., Toledo, O., & Rodríguez, E. (2002). Evaluación de un suelo Pardo grisáceo para la producción de leguminosas de interés para la ganadería. Cienfuegos: Estación Experimental de Suelos Escambray: Archivo Estación experimental.
- Villavicencio, C., Toledo, O., & Rodríguez, E. (2009). Estudio de leguminosas silvestres en la región Central de Cuba. Informe Final del Proyecto Ramal PRCT 1149. Comisión de Recursos Naturales. Cienfuegos: Estación Experimental de Suelos Escambray: Archivo Estación experimental.
- Wagner, W. L., Herbst, D. R., & Sohmer, S. H. (1999). Manual of the flowering plants of Hawai'i. Honolulu: University of Hawaii Press.



18

DIAGNÓSTICO PASIVO DE NEFRITIS INTERSTICIAL EN CERDOS DE MATADEROS

PASSIVE DIAGNOSIS OF INTERSTITIAL NEPHRITIS IN SLAUGHTERHOUSE PIGS

Dra. C. Bárbara Yaislyn Ortíz Hurtado¹

E-mail: bortiz@ucf.edu.cu

Dr. C. Leonel Lazo Pérez²

MSc. Elígia Cuéllar Valero¹

MSc. Minerva Almogoea¹

¹ Universidad de Cienfuegos. Cuba.

² Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Ortíz Hurtado, B. Y., Lazo Pérez, L., Cuéllar Valero, E., & Almogoea, M. (2018). Diagnóstico pasivo de nefritis intersticial en cerdos de mataderos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 162-167. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la incidencia de nefritis intersticial en el matadero de Salamina I en la provincia de Villa Clara y su contribución a la vigilancia epidemiológica. La investigación se realizó en el período comprendido de enero de 2012 a diciembre de 2016. Se realizó un análisis de la serie cronológica mensual para determinar la ocurrencia de las principales causas de decomisos en los cerdos sacrificados. Se determinó la tendencia, estacionalidad y canales de comportamiento habitual de las patologías de mayor incidencia. Se evaluó el impacto económico-sanitario de las pérdidas por concepto de decomisos. La nefritis manifestó una alta tendencia al incremento y la estacionalidad de la ocurrencia de decomisos es marcada en el último cuatrimestre del año. El canal de comportamiento habitual muestra un rango de 500 a 2500 decomisos mensuales. El impacto económico-sanitario de las pérdidas por concepto de decomisos asciende a 45 905,6 CUP.

Palabras clave: Nefritis intersticial, vigilancia epidemiológica, matadero porcino.

ABSTRACT

The objective of the present work was to determine the incidence of interstitial nephritis in slaughtered pigs in the slaughterhouse of Salamina I in the province of Villa Clara and their contribution to the epizootic surveillance. The investigation was carried out in the period from January 2012 to December 2016. An analysis of the monthly chronological series was conducted to determine the occurrence of the main causes of seizures in slaughtered pigs. The trend, seasonality and channels of usual behavior of pathologies of highest incidence was determined. The economic and health impact of losses on forfeitures was assessed. Nephritis showed a high tendency to increase and the seasonality of the occurrence of seizures by these processes is marked in the last quarter of the year. The usual behavioral channel of nephritis shows a range of 500-2 500 monthly seizures. The economic and health impact of seizure losses amounts to 45 905,6CUP.

Keywords: Interstitial nephritis, epidemiological surveillance, pigs slaughterhouse.

INTRODUCCIÓN

El matadero constituye un instrumento relevante para el diagnóstico de enfermedades y su distribución, y de esta manera contribuir a la elaboración e instauración de políticas públicas y medidas de orientación al productor, que permitan tanto el desarrollo de los sistemas de producción porcina como la prevención de las zoonosis, por la evaluación de los programas de control de estas enfermedades y su erradicación (Pelliza, Carranza & Ambroggi, 2007). La demanda creciente de carne de cerdo ha incrementado la cantidad de animales sacrificados y consecuentemente un aumento del número de vísceras decomisadas (Passos, Mateus, Alfaro & Jiménez, 2011). Las pérdidas económicas generadas por los decomisos alcanzan valores importantes en países desarrollados y tiende a ser aún mayores en los subdesarrollados (Althaus, Alberton, Guimarães & Fiametti, 2005; Bueno, 2008; Zumbado, 2008; Mateus, 2010).

En Centroamérica ya se han hecho esfuerzos por estimar este tipo de pérdidas económicas. Es así como Bueno (2008), en su trabajo realizado en Honduras, determinó que las pérdidas por decomisos de vísceras alcanzan un valor realmente significativo en esa región.

La nefritis intersticial, comúnmente denominada “*riñón de manchas blancas*”, es una de las causas más comunes de decomiso del riñón en cerdos del matadero (Drolet, D'Allaire, Larochelle, Magar, Ribotta & Higgins, 2002). Durante muchos años una de las bacterias tradicionalmente relacionadas con este tipo de lesiones ha sido la *Leptospira interrogans* (Jones, Chappel & Adler, 1987; Baker, et al., 1989). La leptospirosis es una enfermedad infecciosa bacteriana causada por leptospiros patógenas, que afecta a una amplia variedad de mamíferos, incluyendo al hombre, siendo considerada como una de las enfermedades zoonóticas de mayor distribución a nivel. Se han descrito numerosos serovales capaces de infestar al cerdos, siendo los más comunes los ser ovars Pomona y Bratislava (Drolet, et al., 2002). En los últimos años ha cobrado mayor importancia, dada su re-emergencia actuando potencialmente como una enfermedad epidémica. Además de *leptospira ssp.*, se han propuestos otros agentes etiológicos asociados a la nefritis intersticial, como el virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (PRRSV), el Circovirus Porcino (PCV2) y el Parvovirus Porcino (PPV) y otras bacterias como *streptococcus suis*, *staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* que intervienen en las nefritis intersticiales purulentas (Drolet, et al., 2002; Martínez, et al., 2005).

Según Passos, et al. (2011), este resultado también fue observado por Tiong & Bin (1989), en un estudio similar en Singapur. Sin embargo, en términos de proporción, en Costa Rica el número de decomisos solamente para riñones fue mucho más alto, con 218,555 riñones de un total de 526,843 sacrificios, mientras que Tiong & Bin (1989), reportaron 214,905 riñones de un total de 2,959,607 animales sacrificados, para un período similar. En la provincia de Villa Clara no existe una adecuada retroalimentación entre los resultados del diagnóstico pasivo del

matadero y las zonas de procedencia del ganado que se sacrifica. El objetivo de esta investigación fue determinar la incidencia de nefritis intersticial en cerdos sacrificados en el matadero “*Salamina I*” y su contribución a la vigilancia epidemiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el matadero de Salamina I, el cual se encuentra la Carretera a Camajuaní, km 15 ½, Municipio Santa Clara en la Provincia Villa Clara. Se llevó a cabo la colecta de datos relacionados con las lesiones de los sistemas de órganos en el período comprendido de enero del 2012-diciembre del 2016.

Se realizó un análisis de la serie cronológica mensual del período analizado para determinar la ocurrencia de las principales causas de decomisos en los cerdos sacrificados. Se estableció tendencia, estacionalidad y canales de comportamiento habitual de la nefritis intersticial como patología de gran impacto social.

Se evaluó el impacto económico-sanitario de las pérdidas por concepto de decomisos de enero del 2013-diciembre del 2016 en la provincia de Villa Clara.

Los resultados obtenidos se procesaron a través de un paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.0 y Excel 2010. Para comparar el porcentaje de las diferentes causas de decomiso se efectuó una prueba de comparación de proporción binomial. Se estudió el componente tendencial de la ocurrencia de lesiones orgánica mediante la ecuación de la recta de tendencia ajustada por el método mínimo cuadrado. Para determinar la presencia del componente estacional, se realizó una curva de expectativa con la mediana de la ocurrencia de lesiones mensuales.

Para establecer los canales de comportamiento habitual de la ocurrencia de lesiones mensuales en el período analizado, se empleó el método de la mediana, primer y tercer cuartil, el cual se basa en determinar para cada periodo (meses) una medida de tendencia central y sus valores mínimos y máximos, con la finalidad de definir zonas de seguridad o alerta.

Para lo cual se halló la mediana, el valor mínimo y máximo de la ocurrencia de focos en cada mes del período de cinco años de la serie de tiempo analizada, y se construyó los canales con la medida central, el rango inferior y el rango superior, estableciéndose las zonas de éxito (valores iguales o inferiores al límite inferior), zona de seguridad (valores iguales o inferiores a la mediana y superiores al límite inferior), zona de alerta (valores iguales o superiores a la mediana e inferiores al límite superior) y zona epizootica (valores iguales o superiores al límite superior).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra la ocurrencia de nefritis intersticial en el matadero de Salamina I en el período 2012-2016, en el cual se sacrificaron 77 283 en el año 2012, 86 931 cerdos en el 2013, 108 263 en 2014, 100 569 en 2015 y 119 409 en el año 2016. La nefritis representa el 89 % de

riñones decomisados en los 984 910 cerdos sacrificados en el período de los cinco años.

Tabla 1. Ocurrencia de decomiso por nefritis intersticial en el período 2012-2016.

Años	Riñón	Nefritis	
		Cant.	%
2012	8 577	3 243	38 a
2013	4 799	4 010	83 b
2014	12 328	11 970	97 b
2015	17 797	15 643	88 b
2016	22 134	19 799	89 b
Total	13 127	10 933	79

Nota: Letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente para $p \leq 0.05$ mediante prueba de comparación de proporción binomial.

En el riñón la patología de mayor incidencia es la nefritis. Desde el punto de vista epidemiológico posee una gran importancia la nefritis ya que esta es de tipo intersticial y varios autores (Bollo, 2004; Mateus, 2010; Barría, 2013) coinciden en plantear que es una lesión importante en la Leptospirosis la cual es una enfermedad antropozoonótica que tiene un impacto social, esta lesión renal muestra diferencia estadística significativa en el 2012 con el resto del período analizado.

El comportamiento de los decomisos por nefritis representado en la figura 1 es irregular con un marcado aumento de la tendencia; se manifiesta una alta incidencia en 2014 y 2015 en los meses de septiembre a diciembre, y en el año 2016 existe un ascenso de marzo a diciembre. La nefritis que se manifiesta en los riñones inspeccionados de los cerdos sacrificados, es de tipo intersticial generalmente; sobre la cual varios autores como Barría (2013), plantean que es una lesión importante en la Leptospirosis del cerdo, la cual es una enfermedad antropozoonótica que está presente en las unidades del sector no especializado, debido a una inadecuada vacunación y deficientes programas de desratización. Condiciones que favorecen el incremento de animales portadores que excretan Leptospiras en la orina (fase Leptospirúrica) y asientan la lesión de nefritis intersticial en los cerdos infectados, pues Barría (2013), plantea que las leptospiras patógenas viven en los túbulos renales proximales de los riñones de los portadores, aunque otros tejidos y órganos pueden también servir como una fuente de infección. Desde los riñones, las leptospiras son excretadas por la orina de los individuos afectados y pueden contaminar el suelo y el agua.

$$\text{Nefritis} = 265,662 + 26,7428 * \text{meses}.$$

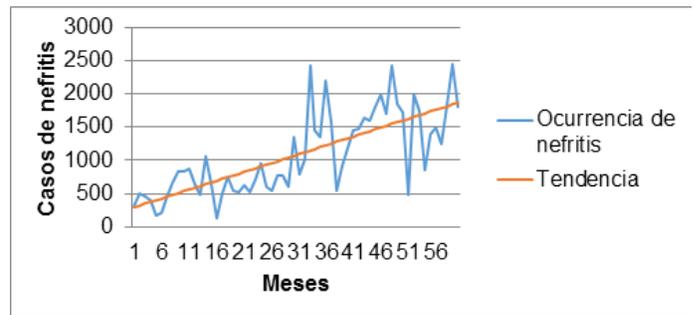


Figura 1. Tendencia de la ocurrencia de decomisos por nefritis 2012-2016.

Durante muchos años una de las bacterias tradicionalmente relacionadas con este tipo de lesiones ha sido la *Leptospira interrogans* según Jones, et al. (1987); Baker, McEwen, Prescott & MeeK (1989), pero estudios posteriores realizados demostraron que además de *leptospira ssp.*, se han propuestos otros agentes etiológicos asociados a la nefritis intersticial, como el virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (PRRSV) enfermedad exótica en Cuba, el Circovirus Porcino (PCV2), el Parvovirus Porcino (PPV) y otras bacterias como *streptococcus suis*, *staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* que intervienen en las nefritis intersticiales purulentas (Drolet, et al., 2002; Martínez, et al., 2005).

En los riñones decomisados por nefritis intersticial no purulenta se observó histopatológicamente regeneración tubular y necrosis tubular por lo que coincidimos con Barría (2013), que caracteriza estas lesiones como típicas de Leptospirosis renal y diferimos de Martínez, et al. (2005), que obtuvo como resultados en sus estudios que no se identificó ninguna leptospira aunque sí se detectaron anticuerpos contra los serovares Pomona y Bratislava, se aislaron varias bacterias piógenas tanto en los casos como en los controles, respecto al PCV2 se aisló el ADN sólo en un riñón caso mientras que el PRRSV no fue detectado en ninguna muestra.

En la figura 2 se muestra la estacionalidad de las principales patologías halladas en este estudio. La estacionalidad de nefritis intersticial manifiesta un incremento en los meses de octubre a noviembre.

Resultados que pudieran atribuirse a que en el último cuatrimestre del año, se registran disminuciones en la temperatura ambiental, además de alta humedad relativa que predispone a la presencia de Leptospirosis.

Por otra parte en el mes de diciembre hay una mayor demanda de carne de cerdo en Cuba por lo que coincidimos con Passos, et al. (2011), quienes señalan que el incremento en el consumo, conduce al aumento en la cantidad de animales sacrificados en mataderos y a la consecuente elevación en el número de decomisos de vísceras.

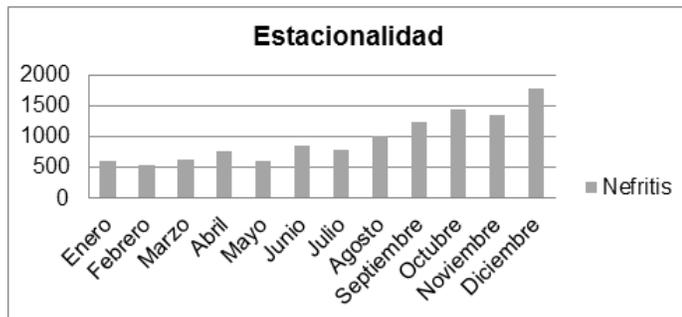


Figura 2. Estacionalidad de las principales patologías 2012-2015.

La estacionalidad en la vigilancia sindrómica permite identificar los meses o período de mayor incidencia de patologías, síndromes y enfermedades favorecidas por las condiciones ambientales permitiéndonos la elaboración de medidas que disminuyan estas vulnerabilidades además de que representa una herramienta para la detección, control y erradicación de enfermedades emergentes, reemergentes y zoonóticas, concordamos con Hoinville (2013), que plantea que esta se basa en el empleo de datos relativos a la salud (signos clínicos u otros) que pueden anteceder o sustituir un diagnóstico formal y señalar con suficiente probabilidad de ocurrencia un caso o un brote de enfermedad, de forma que garantice una respuesta oportuna; una asunción primaria de cualquier sistema de vigilancia sindrómica es que cuando el comportamiento del estado de salud de una población es afectado, los cambios del mismo se agrupan en tiempo o espacio y pueden ser detectados oportunamente si la población es monitoreada consecutivamente.

En la figura 3 se muestra el canal de comportamiento habitual en la ocurrencia de decomisos por nefritis para un período de cinco años, que oscilan desde 500-2 500 casos mensuales, con marcado incremento en los últimos meses del año.

Esta aseveración se logra, al superponer los datos o registros de ocurrencia de decomisos, en un momento determinado, sobre el gráfico con los canales de comportamiento habitual. Uno de los principales objetivos de los sistemas de vigilancia es generar información que permita identificar precozmente cambios en los patrones de la focalidad de importancia para la salud del rebaño. Para ello un instrumento útil es el denominado "corredor enzoótico", que es la representación gráfica de la incidencia actual sobre la histórica, la cual alerta ante una incidencia superior a la esperada (Molanes, 2010).

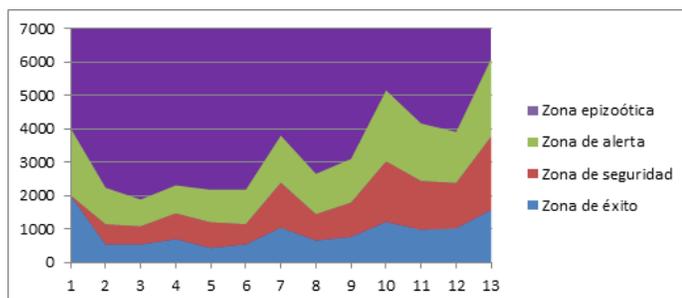


Figura 3. Canales de comportamiento habitual de la ocurrencia de decomisos por nefritis (2012-2016).

Coincidimos con Lazo, Cepero & Arredondo (2015), quienes señalan que el sistema de vigilancia epidemiológica continua, permite detectar si estamos en zona de seguridad (canal enzoótico) o si hay una situación de alerta o muy comprometida por su magnitud (zona de alerta y epizootica respectivamente). Por otra parte, permite a los servicios veterinarios valorar si las medidas de prevención y control que se estén aplicando en el territorio, tienen efecto o no, al percatarse si la ocurrencia de los focos se comporta por debajo del comportamiento habitual (zona de éxito) y ante cambios en el patrón de comportamiento habitual de la situación sanitaria, como consecuencia del incremento del número de focos, se hace necesario poner en práctica un grupo de estrictas medidas de bioseguridad, que están establecidas por el Departamento de Sanidad Animal, además de aplicar las medidas de respuestas para disminuir la vulnerabilidad de las instalaciones o áreas de riegos.

La tabla 2 muestra las pérdidas económicas como consecuencia de decomisos de riñón por la patología de nefritis intersticial en el período de enero de 2012 a diciembre de 2016.

Tabla 2. Pérdidas económicas correspondientes a decomiso de riñón en el período del 2012-2016.

Año	Riñón	
	Cant.	Importe(CUP)
2012	8 577	5 145,6
2013	4 799	5 021,73
2014	12 328	7 733,6
2015	17 797	13 636,2
2016	1 127	14 368,5
Total	56 628	45 905,6

La tabla 2 manifiesta un comportamiento ascendente de las pérdidas económicas en el período analizado, la cantidad de animales sacrificados en el período comprendido fue de 984 910 cerdos, de esta población, el riñón fue la segunda víscera de mayor decomiso por presencia de para un total de 45 905,6CUP lo que constituye un importante impacto económico para la producción porcina nacional por lo que coincidimos con Althaus, et al. (2005); Bueno (2008), los cuales plantean que las pérdidas económicas generadas por los decomisos alcanzan valores importantes en países desarrollados y tienden a ser aún mayores en los subdesarrollados; en Centroamérica ya se han hecho esfuerzos por estimar este tipo de pérdidas económicas.

Coincidimos con Passos, et al. (2011), que la demanda creciente de carne de cerdo ha incrementado la cantidad de animales sacrificado y consecuentemente un aumento del número de vísceras decomisadas y a pesar de los beneficios brindados por este método de control, existe la posibilidad de que muchos órganos y carcasas sean desechados innecesariamente, lo cual conlleva a pérdidas económicas significativas para los productores y la industria de alimentos. Sin embargo, no basta sólo con

registrar los decomisos, es importante retroalimentar a las unidades para el control de las enfermedades.

Los servicios veterinarios en el matadero no trabajan en función de la integridad del comportamiento epidemiológico, pues realizan un mayor énfasis en la inocuidad de las vísceras comestibles. Determinamos la necesidad de establecer un sistema de vigilancia rápido, continuo y confiable que permitiera la retroalimentación de estos registros a Veterinaria provincial, Empresa porcina y unidades permitiéndonos evaluar los servicios veterinarios en las entidades además de las medidas profilácticas y terapéuticas empleadas corroborando con la prevención, control y erradicación de enfermedades.

CONCLUSIONES

La nefritis manifiestan una alta tendencia al incremento y la estacionalidad de la ocurrencia de decomisos por esta patología es muy marcada en el último cuatrimestre del año.

El canal de comportamiento habitual de las nefritis como la patología de mayor incidencia en el matadero, manifestó un rango de 500 a 2 500 decomisos.

El impacto económico-sanitario de las pérdidas por concepto de decomisos ascienden a 45 905,6 CUP

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Althaus, L., Alberton, G., Guimarães, A., & Fiametti, A. (2005). Exame macroscópico das *articulações de suínos artríticos no abatedouro*, *Arch. Vet. Sci.*, 10, 13-19.
- Baker, T. F., McEwen, S. A., Prescott, J. F., & MeeK, A. H. (1989). The prevalence of leptospirosis and its association with multifocal interstitial nephritis in swine at slaughter. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 53, 290-294. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1255713/>
- Barría, I. (2013). Hallazgos histopatológicos renales y su relación con la Leptospirosis en roedores silvestres de la provincia de Valdivia. (Tesis de licenciatura). Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Bollo, J. (2004). Interés de visitas a matadero. Estudio de prevalencia en matadero de distintas patologías. II Congreso de la AVPA. Zaragoza: Asociación de Veterinarios de Porcino de Aragón.
- Bueno, A. (2008). Evaluación de las pérdidas económicas causadas por el decomiso de vísceras y carcasas en bovinos y porcinos, en la procesadora municipal de carnes en la Ceiba, Atlántida, Honduras. (Tesis de licenciatura). Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Drolet, R., D`Allaire, S., Larochelle, R., Magar, R., Ribotta, M., & Higgins, R. (2002). Infectious agents identified in pigs with multifocal interstitial nephritis at slaughter. *Veterinary Record*, 150(3), 139-143. Recuperado de <http://europepmc.org/abstract/med/11871667>

Hoinville, L. (2013). Discussing the development and application of methods for effective surveillance in livestock populations: Report of a workshop held prior to the ISVEE conference, Durban. Recuperado de <http://www.defra.gov.uk/ahvla-en/disease-control/surveillance/pre-isvee-workshop/>

Jones, R. T., Chappel, R. J., & Adler, B. (1987). Macroscopic Kidney lesions in slaughtered pigs are an adequate indicator of current leptospiral infection. *Australian Veterinary Journal*, 64, 258-259.

Lazo, L., Cepero, R., & Arredondo, S. (2015). Epidemiología veterinaria práctica: experiencias en la prevención y control de enfermedades transmisibles. Saarbrücken: Editorial Académica Española.

Martínez, J., et al. (2005). Estudios en mataderos sobre la nefritis intersticial multifocal en cerdos desmedrados. *Revista Española Anaporc.*, 3(1), 26-34. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2219439>

Mateus, R. (2010). Análisis de las causas más frecuentes de decomisos de vísceras (hígado, riñones, corazón) en cerdos, en un matadero del Valle Central de Costa Rica, durante el período del año 2007 al primer semestre del 2009 y su implicación económica. Tesis de licenciatura. San José de Costa Rica: Universidad Nacional.

Molanes, L. (2010). Documento del módulo de vigilancia en salud animal. Análisis epidemiológico de datos tabulados (EPIDAT 3.1). Santiago de Compostela: Consejería de Sanidad de Junta de Galicia.

Passos, P.A., Mateus, V.R., Alfaro, Z., & Jiménez, L. (2011). Análisis de las causas más frecuentes de decomisos de vísceras en cerdos, en un matadero de Costa Rica y su implicación económica. *Revista Porcicultura Iberoamericana*, 1:3. Recuperado de <http://www.redporcina.org.mx/contenidos/1.1.3.pdf>

Pelliza, B. R., Carranza, A., & Ambrogi, A. (2007). Monitoramento das patologías em suínos no período de crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 59(5), 1132 - 1136. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352007000300010

Tiong, C. K., & Bin, C. S. (1989). Abattoir condemnation of pigs and its economic implications in Singapore. *Br. Vet. J.*, 145(1), 77-84. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2920280>

Zumbado, G. (2008). Identificación de parásitos gastrointestinales en nueve granjas porcinas y determinación de pérdidas económicas por decomiso de hígados de cerdos parasitados, en cuatro mataderos del área metropolitana de Costa Rica (Tesis de licenciatura). San José de Costa Rica: Universidad Nacional.



19

19

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

LA DENSIDAD Y HUMEDAD CRÍTICA COMO INDICADORES DE LA COMPACTACIÓN DE SUELOS CULTIVADOS CON BANANO

THE DENSITY AND CRITICAL HUMIDITY AS INDICATORS OF THE COMPACTION OF SOILS CULTIVATED WITH BANANA

Ing. Miguel Bustamante León¹

E-mail: mbustamante_est@utmachala.edu.ec

Dr. C. Julio Chabla-Carrillo¹

E-mail: jechabla@utmachala.edu.ec

Dr. C. Salomón Barrezueta-Unda¹

E-mail: sabarrezueta@utmachala.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Bustamante León, M., Chabla-Carrillo, J., & Barrezueta-Unda, S. (2018). La densidad y humedad crítica como indicadores de la compactación de suelos cultivados con banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 168-173. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la Densidad crítica (DaC) y humedad crítica (HoC) del suelo en función de la compactación inducida por medio de la prueba de Proctor, se realizó una Investigación en dos fincas bananeras del cantón Machala, provincia de El Oro (Ecuador). Donde fueron delimitadas dos parcelas por fincas, donde se extrajo varias submuestra de suelo de los primeros 30 centímetros (cm), las cuales fueron sometidas a una compactadas de 8.12 kg cm⁻² en el equipo Protor, para luego determinar la humedad y densidad aparente del suelo. Con los resultados se realizaron regresiones simples y múltiples, donde las variables predictoras fueron: porcentaje de arena, limo, arcilla y materia orgánica y las variables dependientes DaC y HoC. Dentro de los resultados los suelos de la finca 1 se obtuvo un máximo de DaC de 1.74 g cm⁻³ con una HoC de 14.93%, mientras que en la finca 2 el DaC fue de 1.62 g.cm⁻³ con mayor retención de humedad (16.19%) información preliminar que incida mayor resistentes a la compactación. En el caso de las regresiones se obtuvieron un R² ≥0.7 con un rango máximo de 0.99. Por lo que la obtención de DaC y HoC mediante la prueba Protoc son confiables para predecir el nivel de compactación del suelo.

Palabras clave: Prueba Proctor, materia orgánica, humedad, densidad crítica

ABSTRACT

In order to determine the Critical Density (DaC) and critical humidity (HoC) of the soil as a function of the compaction induced by the Proctor test, an Investigation was carried out in two banana plantations in the Machala canton, province of El Oro (Ecuador). Where two parcels were delimited by farms, where several subsample of soil of the first 30 centimeters (cm) was extracted, which were subjected one compacted of 8.12 kg cm⁻² in the Protor team. With the results, simple and multiple regressions were performed, where the predictor variables were: percentage of sand, silt, clay and organic matter and the dependent variables DaC and HoC. Within the results the soils of the farm 1 was obtained a maximum of DaC of 1.74 g cm⁻³ with a HoC of 14.93%, while in the farm 2 the DaC was of 1.62 g.cm⁻³ with greater retention of humidity (16.19%) preliminary information that is more resistant to compaction. In the case of the regressions, R² was obtained ≥0.7 with a maximum rank of 0.99. So obtaining DaC and HoC using the Protoc test are reliable for predicting the level of soil compaction.

Keywords: Standard Proctor Test, organic matter, moisture, critical density.

INTRODUCCIÓN

La compactación es uno de los procesos de degradación de los suelos que reduce la productividad principalmente en plantas herbáceas como el banano (*Musa acuminata spp*). Considerando este problema se ha implementado varias metodologías que permitan estimar el nivel de compactación en función de los límites críticos de la densidad aparente (D_a) y de la humedad del suelo, las cuales se relacionan con propiedades físicas como los niveles de las partículas del suelo y con la materia orgánica (Reyes, 2010).

En función de los valores de D_a se establecen diferentes límites críticos de que varían de acuerdo al orden y tipo de suelo (Hossne García, Mayorca Jaime, Salazar Bastardo, Subero Llovera & Zacillo Contrera, 2009), como franco arenosos de orden Inceptisol cuyo límite de densidad crítica (D_{aC}) es 1.80 g cm^{-3} , lo cual indica una reducción de la porosidad y una alteración de la distribución y tamaño de los poros provocando la compactación del suelo.

La compactación de los suelos puede darse por medio de dos vías: i) por medio natural mediante el humedecimiento y secado del suelo relacionado este efecto por las condiciones climáticas y ii) por medio artificial con la aplicaciones de fuerza mecánica al suelo como las labranzas agrícolas y el tránsito de los trabajadores cuando el suelo está humedecido, entre otros (Leberth & Horn, 1991), considerado por Claverie, Balbuena, Terminiello, Casado, Mangui & Jorajuria, (2000), al segundo factor con el medio más frecuencia de compactación.

De acuerdo a Nuñez & Bisbal (1999), la reducción de la cantidad de oxígeno por efecto de la compactación disminuye el crecimiento y penetración de las raíces en el suelo, en especial en plantas herbáceas donde la mayor masa radicular está en los primeros 30 cm del suelo.

Por otro lado la determinación de la D_{aC} con la prueba Proctor la cual es obtenida con una cantidad dada de energía que impactante de forma vertical (200 kilo pascal), obteniendo un grado de compactación de las partículas, al que Díaz (2000), indica que es un modelo potencial para estimar la susceptibilidad de compactación de los suelos agrícola.

En este contexto para estimar el grado de compactación de un suelo agrícola se planteó el siguiente objetivo: determinar la Densidad crítica (D_{aC}) y humedad crítica (H_{oC}) del suelo en función de la compactación inducida por medio de la prueba de Proctor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en dos plantaciones bananeras la Parroquia El Cambio (Figura 1), provincia de El Oro (Ecuador), donde se delimitó dos parcelas por finca (Tabla 1). Ambos predios, comparten igual condiciones ecológicas con zona de vida de bosque muy seco tropical (Holdrige 1979), temperatura promedio que oscilan entre 25 a 26 °C y una precipitación media anual de 500 mm. Los suelos son de origen aluvial de orden taxonómico Inceptisol, con clases texturales que van de franco, franco limoso y franco arenoso con un bajo contenido ($\leq 2\%$) de materia orgánica.

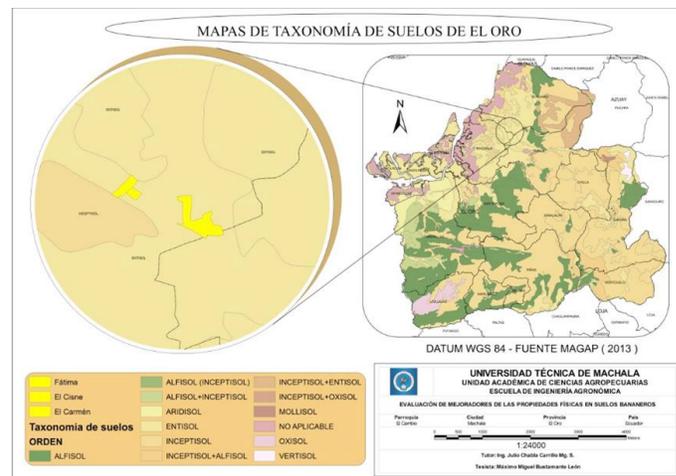


Figura 1. Ubicación de las plantaciones bananeras en la provincia El Oro.

Tabla 1. Localización de los predios y parcelas estudiadas.

Fincas(F)	Parcelas (P)	Coordenadas UTM*
El Carmen	P1_P1	625437.40; 9636144.32
	P1_P2	624599.68; 9635650.85
La Fátima	P2_P1	626811.40; 9634931.56
	P2_P2	625787.68; 9634990.95

*Datum de posicionamiento global WGS 84

Muestro y análisis de laboratorio

El patrón de muestro empleado fue el recomendado por Días (2000) y modificada por Reyes (2010), donde la ubicación de las dos parcelas por fincas fue al zar. Una vez delimitado el área se extrajo varias submuestras por parcelas dos muestras a una profundidad de 30 cm de la superficie, las cuales fueron secadas al aire y tamizadas (2 mm) para su posterior análisis en laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Técnica de Machala (UTMach), donde se utilizó un equipo Proctor estándar ASTM de tipo manual, constituido por un molde cilíndrico

de 101.6 mm de diámetro interior, 116.4 mm de altura (volumen de 944 cm³), el equipo se completa con un martillo de 50.8 mm de diámetro y peso de 2.5 kilogramos (kg).

El proceso de llenado de los cilindros consistió en colocar tres capas de suelo induciéndole la compactación por medio de 25 golpes repartidos uniformemente al dejar caer el martillo desde una altura de 30.5 cm para obtener una presión de 8.12 kg cm⁻². A continuación; fueron humedecidas las muestras, luego pesadas y colocadas a la estufa por 24 horas, para al final ser pesadas y mediante diferencia de pesos constar la humedad y la densidad aparente.

También se realizó la determinación de la textura por el método de Bouyoucos (Soil Survey Staff, 2014) y de materia orgánica por vía humedad (Walkey & Black 934) en el laboratorio de suelos de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la UTMach.

Con los valores obtenidos se realizó un análisis descriptivo en función de su media y una prueba t para muestras independiente con un grado de significancia al 5% ($p \leq 0.05$). Los datos obtenidos fueron ajustados a una ecuación de regresión cuadrática, herramienta que permitió estimar la DaC y HoC alcanzada en el suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis granulométrico (tabla 2) indicó que los suelos variaron de un franco arenoso en la finca 1 (F1) a un franco y franco limoso en la finca 2 (F2), lo que produjo diferencias significativas ($p < 0.05$) en el porcentaje de humedad cuyos rangos fueron de 32.87 % (F1P1_p2) y 44.14 % (F2P1_p1) contraste que se relaciona con HoC entre ambos puntos. En el caso de la DaC en F1 este se relaciona con el mayor contenido de arena, mientras que en F2 se observa un predominio de limo sobre la arcilla y arena.

Por otra parte, también en la tabla los contenidos de MO que fueron bajos ($\leq 2.13\%$) en todas las muestras, pero con una relación directa con contenido de HoC. Para Hossne García, et al. (2009), existe una correlación positiva con la DaC y el contenido de arcilla y negativa con la humedad del suelo, esto ocasiona que a mayores contenidos de arena aumentan el peso y disminuye la capacidad de retención de humedad del suelo.

Para Beylinch, Oberholzer & Scharoder (2010), valores ≤ 1.70 g cm⁻³ restringe la mineralización y vida microbiana del suelo, en este caso los contenidos de H% y MO incidieron en una menor DaC (1.62 g cm⁻³) en la F2, que según Pecorari, Andriulo, & Ausilio (1993), la presencia de residuos orgánicos causa un efecto de resistente a la compactación por el contenido de humedad, lo que dificulta este proceso de degradación.

Tabla 2. Resumen de medias para algunas propiedades del suelo.

Código	Textura	H %	HoC %	DaC (g cm ⁻³)	Partículas Granulométricas (%)			Materia orgánica %	Sig. 0.05
					arena	limo	arcilla		
F1P1_P1	Franco arenosa	34.19	14.93	1.74	70.4	22.2	7.4	2.13	p \leq 0.05
F1P1_P2	Franco arenosa	32.87	12.69	1.72	65.4	32	2.6	1.31	
F2P2_P1	Franco	44.14	18.82	1.62	46	45.2	8.8	2.2	
F2P2_P2	Franco limosa	33.51	16.69	1.62	38	53.2	8.8	1.97	

*($p \leq 0.05$)

F1P1_P1 (finca 1, parcela 1, punto 1); F1P1_P2 (finca 1, parcela 1, punto 2), F2P2_P1 (finca 2, parcela 1, punto 1); F2P2_P2 (finca 1, parcela 1, punto 2); DaC: densidad crítica; HoC: humedad crítica

Las regresiones lineales (Tabla 3) realizadas para cada punto, indica un R² por encima de 0.94, con el mayor valor en F1P1_P1 (R² 0.99), lo cual representa una buena relación entre la HoC y la DaC como variables predictores para estimar la compactación del suelo. Según Davies (1985), la humedad facilita el reordenamiento de las partículas de manera más compacta al oprimir la muestra de suelo a diferentes presiones, por otra parte Turnbull & Foster (1957), indican que a bajos contenidos de humedad la DaC aumenta o permanece más o menos constante justificando su alta regresión.

Tabla 3. Regresión lineal.

Código	R2	Ecuaciones
F1P1_P1	0.99	$y = -0.0016x^2 + 0.0478x + 1.3885$
F1P1_P2	0.94	$y = -0.0031x^2 + 0.0787x + 1.2201$
F2P2_P1	0.97	$y = -0.0014x^2 + 0.0527x + 1.1333$
F2P2_P2	0.97	$y = -0.0026x^2 + 0.0868x + 0.8935$

Y= densidad (g.cm⁻³); x= humedad (%)

En la figura 2 el comportamiento de la curva en la F1P1_P1 es más abierta en comparación con F1P1_P2 donde es más cerrada, lo que indica la compactación en el último punto por su menor contenido de H y MO. Para Bravo & Andreu (1995), el horizonte A y B con una proporción de arena + limo > 60% son altamente susceptibles a la degradación superficial (formación de costras). Mientras que en la F2 las curvas guardan relación por mantener una DoC igual e inferior a los puntos determinados en F.

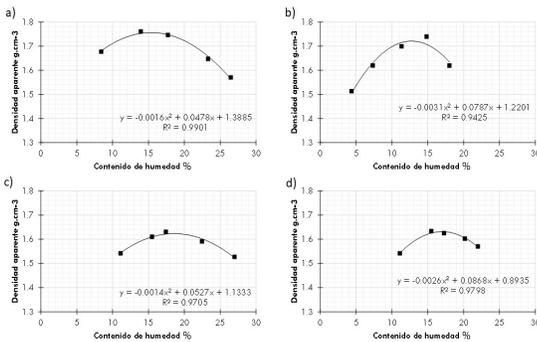


Figura 2. Curvas polinómicas del comportamiento de la densidad y humedad crítica (Dac y HoC), a) Parcela 1_p1, b) Parcela 1_p2, c) Parcela 2_p1, d) Parcela 2_p2.

El análisis de regresión múltiple (Tabla 4) las variables predictoras MO, arcilla, limo y arena tienen una alta relación con las variables dependiente Dac y HoC con valores de R² >0.7, donde el mejor ajuste (0.970) fue en DaC con limo+MO, seguido de arena+MO (0.961) y limo+MO (0.907) en HoC en lo que indica la bondad de ajuste del sistema Proctor.

Tabla 4. Regresión múltiple

Variables de curva de compactación		Coefficiente	X1	X2	R2
DaC (g cm-3)	arena+MO	1.483	0.004	-0.013	0.961
	Arcilla+MO	1.516	0.255	-0.047	0.757
	limo+MO	1.908	-0.038	-0.004	0.970

HoC %	a,MO	12.633	-0.086	4.130	0.899
	A,MO	10.838	0.845	-0.464	0.786
	L,MO	3.352	0.093	4.660	0.907

CONCLUSIONES

Se demostró la relación de la Dac con los niveles de MO y arena del suelo en el caso de la F1 los valores indican un grado de compactación mayor. En el caso de F2 el mayor contenidos de MO y partículas finas, aumentan la capacidad de los suelos para almacenar agua ocasionando que el suelo tenga una menor probabilidad de compactarse.

El análisis de regresión múltiple indica que existe una gran relación de las partículas arena, limo y MO para la compactación del suelo indicando la bondad de ajuste del sistema Proctor para la obtención de la DaC y HoC%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beylich, A., Oberholzer, H., & Schrader, S. (2010). Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. *Soil Till Res*, 109(133).
- Bravo, C., & Andreu, E. (1995). Propiedades físicas y producción de maíz (*Zea mays* L.) en un alfisol del Estado Guárico, Venezuela, bajo sistemas de labranza. *Vene-suelos*, 3(2), 62-68. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/1056
- Claverie, L., Balbuena, R., Terminiello, A., Casado, J., Mangui, E., & Jorajuria, D. (2000). Compactación inducida por el tráfico de máquinas en suelo forestal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 4(2), 286 – 289. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010000100004&script=sci_abstract&lng=es
- Davies, P. (1985). Influence of organic matter content, moisture status and time after reworking on soil shear strength. *Journal of Soil Science*, 36, 299-306.
- Días, J. (2000). Comportamiento da curva de compactação de cinco solos da região de lavras (MG). *Agrot.*, 24, 337-346.
- Hossne García, A., Mayorca Jaime, Y. N., Salazar Bastardo, L. D., Subero Llovera, F. A., & Zacillo Contreras, A. M. (2009). Humedad compactante y sus implicaciones agrícolas en dos suelos franco arenoso de sabana del estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(4), 937-950. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3394198.pdf>.

- Lebert, M., & Horn, R. (1991). A method to predict the mechanical strength of agricultural soils. *Soil & Tillage Research*, 19 (2-3), 275-286. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016719879190095F>
- Pecorari, C., Andriulo, A., & Ausilio, A. (1993). Aptitud físico-mecánica de los suelos para el laboreo. II: Efectos de la textura y de la materia orgánica sobre la densidad aparente máxima de algunos suelos de la región pampeana argentina. Pergamino: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Reyes, W. J. (2010). Evaluación de la susceptibilidad a la compactación en cuatro series de, suelo bajo uso agrícola en Venezuela. *Bioagro*, 22(1), 29-36. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000100004
- Soil Survey Staff. (2014). Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 51, Version 2.0. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). Whashington: Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Turnbull, W. J., & Foste, C. R. (1957). Compaction of a graded crushed stone base course. Proc. 4 Intern. Conf. soil Mech. Found. Eng., 2,181-185.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38. Recuperado de <http://www.sciepub.com/reference/105121>

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 numeradas); y Referencias bibliográficas. En caso de tener Anexos se incluirán al final del documento.

Requisitos formales

- Las páginas deben enumerarse en la esquina inferior derecha con números arábigos.
- Los títulos de los apartados que formen parte de la estructura del artículo deberán ir en negrita y mayúscula; el resto de los subtítulos solo en negrita.
- Las fórmulas serán insertadas como texto editable, nunca como imagen.
- Las tablas serán enumeradas según su orden de aparición y su título se colocará en la parte superior. Se hará referencia a ellas en el texto de la forma: ver tabla 1 ó (tabla 1).
- Las figuras serán enumeradas según el orden en que se mencionen y su título se colocará en la parte inferior. Se mencionarán en el texto de la forma: ver figura 1 ó (figura 1).
- Las abreviaturas acompañarán al texto que la definen la primera vez, entre paréntesis y no se conjugarán en plural.
- Las notas se localizarán al pie de página, nunca al final del artículo y estarán enumeradas con números arábigos. Tendrán una extensión de hasta 60 palabras. Se evitarán aquellas que solo contengan citas y referencias bibliográficas.
- Los anexos serán mencionados en el texto de la manera: ver anexo 1 ó (anexo 1).

Referencias bibliográficas

Las Referencias bibliográficas se ajustarán al estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 6ta edición de 2009. Se escribirán en el idioma original de la contribución utilizada y se evitará utilizar fuentes no confiables, que no contengan todos sus datos. Dentro del texto las citas se señalarán de la forma: (Apellido, año, p. Número de página) si la oración incluye el (los) apellido (s) del (de los) autor (es); ó Apellido (año, p. Número de página), si no se incluyen estos datos en el texto. El listado con todas las fuentes citadas se colocará al final del artículo y deberá ordenarse alfabéticamente con sangría francesa.

Revista publicada bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.



ISSN: 2415-2862