

Revista APF

Órgano de difusión de la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, Sodiaf.

La Revista APF de la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales es un mecanismo para contribuir con la difusión e intercambio de información sobre el quehacer científico y tecnológico. Se pone a la disposición del Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales e investigadores de la región del Caribe y América Latina. Está dirigida a un público global, interesado en las disciplinas biofísicas o socioeconómicas que inciden en el desarrollo de la agropecuaria y los recursos naturales.

Instituciones Auspiciadoras

- Ministerio de Agricultura (MA)
- Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf)
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf)
- Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (Cedaf)
- Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf)
- Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI)

Correspondencia:

Toda la correspondencia dirigida a la Revista debe dirigirse al Editor en Jefe:

José Richard Ortiz

Editor en Jefe

Revista APF

José Amado Soler 50, Ensanche Paraíso,

Santo Domingo, República Dominicana

(Oficinas del Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. - Cedaf)

Teléfono: 809-565-5603 Ext 0 (Cedaf)

Fax: 809-544-4727 Atención Sodiaf

Email: sodiaf@sodiaf.org.do • editor.revista@sodiaf.org.do

Sitio Web: www.sodiaf.org.do

Cita correcta: Revista APF. 2016. Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf). Santo Domingo, DO. Volumen 5(2).

Revista electrónica: <http://www.sodiaf.org.do/revista/index.php>

Editor en Jefe

José Richard Ortiz, Idiaf

Editor Asociado

Elpidio Aviles, Sodiaf

Consejo Asesor:

*José Pablo Morales
Universidad de Puerto Rico*

*Graciela Godoy
Idiaf*

*Modesto Reyes
UASD*

*Jesús Rosario
Sodiaf*

*Birmania Wagner
Sodiaf*

*Freddy Contreras
Idiaf*

*Elpidio Aviles
Idiaf/ Sodiaf*

Comité Editorial:

*Freddy Contreras
Idiaf*

*Elpidio Aviles
Sodiaf*

*Gonzalo Morales
CEDAF*

Diseño y Diagramación

*Gonzalo Morales
Cedaf/Sodiaf*

Foto de Portada:

Clones de cacao introducidos.

Foto: *Idiaf*.

Revista APF

Revista Agropecuaria y Forestal

Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, Sodiaz



Revista APF - Vol 5 No 2, 2016

Contenido y Autores

Pág.

iii Editorial

Rodys Colón

Presidente de la Junta Directiva Sodiaz 2016-2018

1 **Comportamiento de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) en diferentes niveles de salinidad de suelos de la región noroeste de la República Dominicana**

Ephesien Zidor, Jean Cajou, Bernardo Viña, Freddy Contreras y Elpidio Avilés

7 **Factores de producción asociados con la incidencia y severidad de la Buba (*Fusarium decemcellulare* Brick) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en San Francisco de Macorís, provincia Duarte, República Dominicana**

Juan de Dios Moya y Julio Borbón

21 **Características organolépticas de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) ICS introducidos a la República Dominicana**

Marisol Ventura y Alejandro María Núñez

25 **Evaluación de la población de micorrizas nativas asociadas a seis cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) en suelo ácido**

Birmania Wagner, Frans Castillo, Valeria Antigua y Elfrida Pimentel

31 **Producción de forrajes hidropónico de maíz comercial usando tres dosis de cal agrícola para desinfección**

Birmania Wagner, Jazmín Carela y Ángel Pimentel

Nota técnica

37 **Factores de riesgo asociado a la vía de introducción de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 4 tropical (FOCR₄T) a la República Dominicana**

Dionicia Abreu, Rosalba Rodríguez, Concepción Sánchez y Katia Espinosa

Artículos de opinión

41 **Cambio climático y financiamiento verde**

José Méndez

45 **Revista APF**

Instrucciones para autores

Editorial

La agricultura intensiva trae como consecuencia el agotamiento de la fertilidad de los suelos y la caída de los rendimientos agrícolas. Se estima que aproximadamente el 40% de la tierra agrícola del mundo está seriamente degradada. En África, si las tendencias de degradación de la tierra continúan, se proyecta que el continente solo será capaz de alimentar el 25% de su población para el 2025, de acuerdo al Instituto para los Recursos Naturales de África.

Esta problemática planteada junto al déficit creciente de disponibilidad de agua dulce, está provocando el aumento de las importaciones masivas de granos por numerosos países pequeños y se proyecta tener el mismo efecto en países grandes, como China o India. Los niveles freáticos han caído significativamente en numerosas localidades del mundo como en el norte de China, EEUU y la India, como reflejo de la sobre explotación generalizada de los acuíferos utilizando bombas de succión mecánica.

Tanto la calidad de los suelos como la disponibilidad de agua dulce afecta la seguridad alimentaria de la población, poniendo en peligro la disponibilidad de alimentos y su acceso. Se estima que un hogar está en situación de inseguridad alimentaria cuando sus miembros no disponen de manera sostenida de alimentos suficientes en cantidad y calidad, según sus necesidades biológicas.

Conociendo esta realidad, la Sociedad Dominicana de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Sodiaf), siendo una sociedad sin fines de lucro, que está comprometida con la formación, crecimiento, ética y condiciones de trabajo de los investigadores agropecuarios dominicanos y que promueve la calidad, difusión, pertinencia de las investigaciones, la cooperación nacional e internacional y que orienta a la sociedad dominicana sobre el desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario y forestal, reafirma su compromiso de aportar informaciones y conocimientos en el sector agrícola para que los tomadores de decisiones de la República Dominicana dispongan de estudios científicos y tecnológicos que permitan definir políticas o estrategias para garantizar la seguridad alimentaria del dominicano.

En nombre de la Junta Directiva 2016-2018 de la Sodiaf, nos complace entregar este nuevo número de la revista APF, volumen 5, número 2 del 2016, a la comunidad científica dominicana e internacional, así como a los estudiantes, técnico y productores agropecuarios de la República Dominicana..

Rodys Colón, MSc.

Presidente de la Junta Directiva Sodiaf 2016-2018

Comportamiento de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) en diferentes niveles de salinidad de suelos de la región noroeste de la República Dominicana^(1,2)

Ephesien Zidor⁽³⁾, Jean Cajou⁽³⁾, Bernardo Viña⁽⁴⁾, Freddy Contreras^(4,5) y Elpidio Avilés^(4, 5)

Abstract

The productivity of the rice regions of the Dominican Republic has been affected by the salinity and alkalinity of their soils. These soils, located mainly in the northwestern part of the Dominican Republic, comprise an extension of approximately 180,000 hectares (11,250 ha). As a result of this problem, the effect of four levels of soil salinity on the behavior of three rice genotypes was studied under greenhouse conditions. For these purposes, soils with different concentrations of salts were collected in a Laguna Salada farm, based on the electrical conductivity (EC) of the solution of the saturated extract of the soil. The experiment was conducted at the Juma Rice Experimental Station of Idiaf in Bonao, Monseñor Nouel province, using masts with 8 kg of soil. The experimental design was completely randomized with factorial arrangement and three replicates. The varieties 'Prosequisa 4', 'Juma 57' and 'Juma 67' and salinity levels of 0.1, 2, 4 and 6 mS.cm⁻¹ were used. Among the most relevant results we can mention that the height of the plant decreases with the increase of soil salinity, for the three varieties studied. The 'Juma 67' rice variety showed a lower variation in height due to the increase in the salinity of the soils, which may indicate a greater tolerance to the salt content in the soil. The three varieties under study showed a reduction of yield with the increase of the salinity, being to a less degree for the variety 'Juma 67'.

Keywords: rice, soil, salinity, yield, electrical conductivity, varieties

Resumen

La productividad de las regiones arroceras de la República Dominicana ha sido afectada por la salinidad y la alcalinidad de sus suelos. Estos suelos, ubicados principalmente en la zona noroeste de la República Dominicana, comprenden una extensión de aproximadamente de 180,000 hectáreas (11,250 ha). En virtud de esta problemática, se estudió, en condiciones de invernadero, el efecto de cuatro niveles de salinidad del suelo en el comportamiento de tres genotipos de arroz. Para tales fines, se recolectaron suelos con diferentes concentraciones de sales, en una finca de Laguna Salada, Valverde, R.D., basado en la conductividad eléctrica (CE) de la solución del extracto saturado del suelo. El experimento fue conducido en la Estación Experimental Arrocera Juma del Idiaf en Bonao, provincia Monseñor Nouel, empleando masetas con 8 kg de suelo. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial y tres repeticiones. Se emplearon las variedades 'Prosequisa 4', 'Juma 57' y 'Juma 67' y los niveles de salinidad de 0.1, 2, 4 y 6 mS.cm⁻¹. Dentro de los resultados más relevantes podemos citar que la altura de la planta disminuye con el aumento de la salinidad de suelo, para las tres variedades estudiadas. La variedad de arroz 'Juma 67' presentó una menor variación de la altura por el aumento de la salinidad de los suelos, esto indica una mayor tolerancia al contenido de sales en el suelo. Las tres variedades en estudio mostraron una reducción del rendimiento con el aumento de la salinidad, siendo en menor grado para la variedad 'Juma 67'.

Palabras clave: arroz, suelo, salinidad, rendimiento, conductividad eléctrica, variedades

INTRODUCCIÓN

El arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. A más de la mitad de la población mundial les proporciona más del 50% de las calorías de su alimentación. El arroz es el principal alimento en la dieta de los dominicanos, aporta más del 25% de la ingesta diaria de calorías y 7% de la proteína, para cerca del 60% de los hogares del país, con un consumo anual per cápita de 50 a 55 kg, MA (2010). En el período 2000

al 2008, el área nacional dedicada a la producción de arroz osciló entre 120 y 140 mil ha por año, MA (2010). Más del 90% de la producción nacional se utiliza para el consumo local.

En la República Dominicana, hay cuatro ecosistemas definidos para el cultivo de arroz, estos son: región nor-central (incluye a Bonao con 2,625 hectáreas) y parte

⁽¹⁾ Parte de los trabajos de tesis para optar por el título de ingeniero agrónomo en la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

⁽²⁾ Proyecto arroz MESCyT –UASD

⁽³⁾ Estudiantes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

⁽⁴⁾ Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuaria y Forestales (Idiaf)

⁽⁵⁾ Profesores de Agronomía de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), fcontreras72@uasd.edu.do

del nordeste que representan aproximadamente el 40 % del área arrocerera nacional; la región noroeste con más de 24 mil ha representa el 24 % del área arrocerera nacional, Limón del Yuna, nordeste del país representa cerca del 20 % y el suroeste con aproximadamente 13 %.

El principal problema en la producción del cultivo de arroz es la disponibilidad de alternativas tecnológicas adaptadas a las condiciones de cultivo, propio de cada ecosistema nacional, que permitiría mantener niveles de productividad como garantía o base para la sostenibilidad y competitividad del cultivo, de cara a la apertura internacional del mercado de arroz a partir del año 2020.

Se debe destacar que la productividad de varias regiones arroceras de la República Dominicana ha sido afectada por la salinidad y la alcalinidad de sus suelos. Estas áreas están ubicadas en la zona noroeste de la República Dominicana y comprende una extensión de 180,000 tareas.

El proceso de salinización y alcalinización en suelos arroceros sigue avanzando cada año, disminuyendo el rendimiento de los cultivos, afectando la actividad económica de esas regiones, Cheany y Peralta (1970).

El uso de suelos para la producción arrocerera con utilización indiscriminada de agua de riego, ha resultado en suelos, tanto aluviales como residuales del bajo Yaque del Norte, altamente salinos. Tanto en los extremos occidental, cerca de Laguna Salada, como en el oriental en la parte de Pontoncito, es posible apreciar a simple vista, terrenos salinos por la presencia de eflorescencias cristalinas de sales depositadas en la superficie del suelo por la intensa evaporación. Esto es notorio en los alrededores del poblado situado a un kilómetro al suroeste de Villa Bisonó (Navarrete) en la provincia Santiago, en la parte norcentral de la República Dominicana, Tirado (2003).

Los problemas de anegamiento y salinización secundaria son importantes en las zonas de regadío, por uso de agua en exceso, ya sea por sistemas de riego poco eficiente, sistemas de distribución defectuosos o malas prácticas de riego. Con frecuencia, menos del 60% del agua aplicada se emplea en transpiración del cultivo (Jensen *et al.* 1990).

De acuerdo a Richards (1954), son utilizados varios criterios para la clasificación de los suelos afectados por sales, entre los cuales se encuentran la conductividad eléctrica (CE), porcentaje de saturación de sodio intercambiable (PSI), la relación de adsorción de sodio (RAS) y el pH del suelo

Los suelos pueden ser clasificados como salinos cuando presentan elevada concentración de sales en la solución de suelo, para la distinción de esa categoría se tomó como base una conductividad eléctrica de 4 dSm⁻¹,

donde ocurre 50% de reducción en la producción de la mayoría de los cultivos agrícolas, Richards (1954). El Comité de Terminología de la Sociedad Americana de Ciencia de Suelo (SSSA) recomendó una disminución a un nivel de 2 dSm⁻¹ (Bohn *et al.* 1979), sin embargo, para efectos de manejo de cultivos se debe considerar el nivel crítico de cada especie en particular. El arroz tolera la salinidad y se obtiene alta productividad de granos en suelos salinos, Vargas (2010). Si los valores de conductividad eléctrica pasan de 10 dSm⁻¹, las sales afectarán drásticamente el crecimiento de las plantas de arroz, Mackill *et al.* (1996).

El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento de genotipos de arroz a diferentes niveles de salinidad de los suelos de la región noroeste de la República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó suelos de una finca arrocerera que presentó variación en por lo menos 4 niveles de salinidad, localizada en Lagunas Salada, provincia Valverde, en la región noroeste de la República Dominicana. Localizada a 19°38'57.38 latitud N y 71°7'32.73 longitud O, a una altura de 52 msnm. Estos suelos fueron analizados en el campo con un medidor de pH, CE y concentración de sodio total (TDS).

Luego de seleccionar las muestras con diferente salinidad (TDS), fueron transportadas a la Estación Experimental Arrocerera Juma en Bonao, provincia Monseñor Nouel, donde fueron secadas a la sombra por separado y trituradas con una máquina moladora de suelo y tamizadas con diámetro de 1 cm.

Para la obtención de los suelos con diferentes salinidades se utilizó la fórmula de dilución de la concentración de salinidad;

$$C_z = A_x + B_y$$

Donde:

A: Concentración de salinidad muestra de suelo A

B: Concentración de salinidad muestra de suelo B

C: Concentración de salinidad deseada

x: Cantidad de suelo A mezclar, desconocido

y: Cantidad de suelo B a mezclar, desconocido

z: cantidad de suelo deseada para las 3 repeticiones del experimento

Los suelos obtenidos fueron llevados a un área de invernaderos para llenar las macetas con 8 kg de suelo.

El estudio fue iniciado en abril del 2014, el experimento

se realizó en invernadero en macetas (tarros), se trasplantaron las plántulas con 15 días de siembra, a la semana se realizó la primera fertilización a base del 30% de nitrógeno, 100% de fósforo y 50% de potasio de la dosis general de 120-80-80 kg/ha de NPK, respectivamente. Después de tres semanas de la primera aplicación, se realizó la segunda aplicación de fertilizantes mineral con 50% de nitrógeno y 50% de potasio. La última aplicación de fertilizante se realizó en la diferenciación del primordio floral, a base del 20 % restante del nitrógeno. El suelo fue mantenido en inundación constante, siendo regado con agua diariamente, de acuerdo a las necesidades de la planta.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con dos factores y tres repeticiones, donde el factor A correspondió a los genotipos de arroz, las variedades comerciales 'Juma 67', 'Prosequisa 4' y 'Juma 57' y el factor B es la salinidad del suelo, con cuatro niveles de salinidad, determinado por la conductividad eléctrica, siendo estos niveles de 0,1, 2, 4 y 6 dSm⁻¹.

Las variables evaluadas fueron altura de planta, donde se escogieron plantas de cada unidad experimental y se midió la altura en cm desde la superficie del suelo hasta la última espiguilla de la panícula. El número de panícula por maceta, se evaluó una semana antes de la cosecha, contando el número de panícula por cada tarro. Después de cosechada las panículas por tarros, estas fueron secada en funda de papel y separada del raquis, obteniendo así el rendimiento en gramos por maceta.

Para el análisis de los datos correspondientes a las variables en estudios, se realizaron diferentes pruebas para verificar que cumplían con los supuestos para el análisis de varianzas (normalidad, aditividad, homogeneidad e independencia). Se realizó un análisis de tendencias mediante pruebas de regresión, utilizando el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

Para la variable altura de planta, la variedad 'Juma 57' presentó un comportamiento cuadrático representado por la ecuación $Y=90.567-0.780X-0.402X^2$, con coeficiente de determinación $R^2=0.82$, de igual forma la variedad 'Prosequisa 4' se ajustó a una ecuación de segundo grado, representada por la ecuación $Y=113.614+0.218X-0.507X^2$, mientras que la altura de la planta de la variedad 'Juma 67' en relación al aumento de la conductividad eléctrica presentó un comportamiento lineal, siendo representado por la ecuación $Y=94.073-1.456X$ con $R^2=0.84$, esto indica que la altura de la variedad 'Juma 67' disminuye a 1.46 cm por cada grado aumentado de la salinidad. La variedad 'Prosequisa 4' presentó mayor efecto de la salinidad con una disminución de 2.9 cm por cada grado aumentado de salinidad, Figura 1.

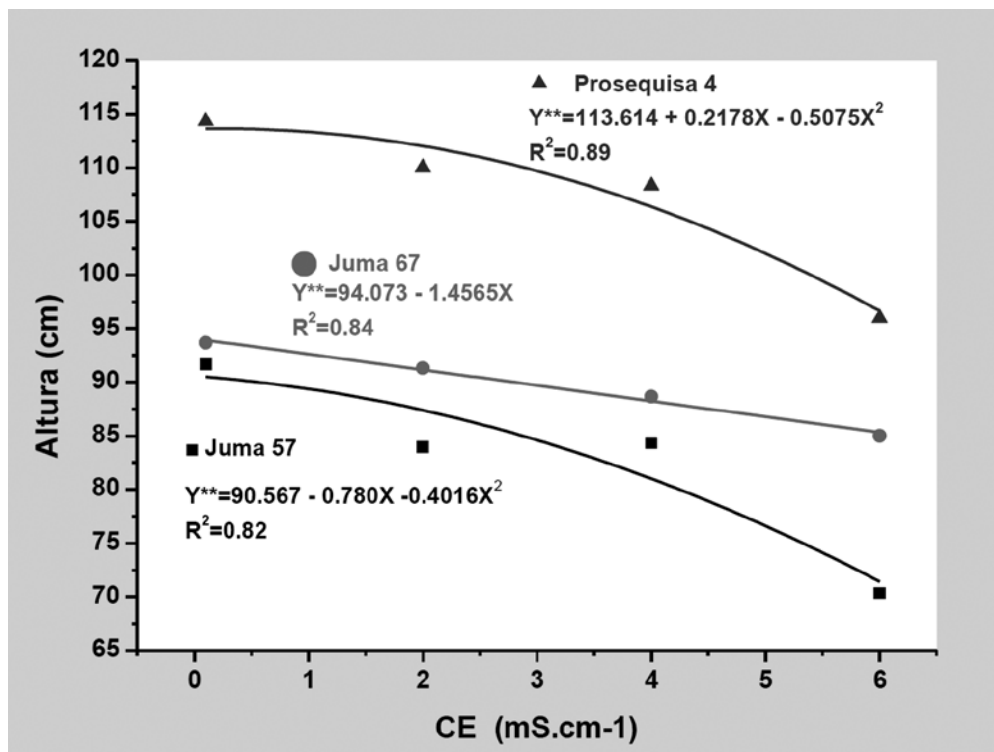


Figura 1. Altura de planta (cm) en relación a diferentes niveles de salinidades del suelo para las tres variedades de arroz evaluadas y cultivadas en inundación.

Número de panículas

La cantidad de panículas por maceta varió con el contenido de sales en el suelo. Todas las variedades de arroz fueron ajustadas a una ecuación de segundo grado. La variedad 'Juma 67' fue representada por la ecuación $Y=23.953 + 0.526X - 0.253X^2$, con $R^2=0.73$, de acuerdo a la ecuación ajustada podemos inferir que la mayor cantidad de panículas para la variedad 'Juma 67' es cuando la salinidad es de 1.04 mS.cm^{-1} , a partir de este valor de salinidad la cantidad de panículas desciende, llegando hasta 18 panículas por maceta con 6 mS.cm^{-1} ; esta reducción representa una disminución de un 25% de la cantidad de panículas para esta variedad de arroz.

La variedad 'Prosequisa 4', presentó un comportamiento similar a 'Juma 67', pero en menor cantidad de panículas iniciales, siendo ambas ecuaciones paralelas. Para la variedad de arroz 'Juma 57', los datos de la cantidad de panículas por tarro fueron ajustado a una ecuación de segundo grado, Figura 2, pero esta variedad baja 2.79 panículas por cada grado de salinidad que aumente en el suelo, siendo este valor el más altos en las demás variedades de arroz, denotando una mayor susceptibilidad de 'Juma 57' a la cantidad de sales en el suelo para la cantidad de panículas.

Rendimiento en grano

El rendimiento en grano fue afectado por la concentración de sales en el suelo, para todas las variedades estudiadas. Para la variedad 'Juma 57' fue representado por la ecuación $Y^{**}=38.464 - 9.831X + 0.698X^2$, mientras que para la variedad 'Juma_67' fue $Y^{**}=32.099 - 1.375X - 0.571X^2$, siendo una ecuación de primer grado para la variedad 'Prosequisa 4', con la ecuación $Y^{**}=23.467 - 3.262X$, Figura 3.

De acuerdo a la reducción del 50% de los rendimientos ajustado a las diferentes ecuaciones, podemos calcular la concentración de sales. La variedad de arroz 'Juma 67' presentó una reducción del 50% de sus rendimientos cuando la salinidad fue de 4.24 mS.cm^{-1} , para la variedad 'Prosequisa 4' fue de 3.64 mS.cm^{-1} y para 'Juma 57' la salinidad de 2.34 mS.cm^{-1} bajos los rendimientos en 50%, esto concluye que la variedad de arroz 'Juma 67' es la variedad con mayor tolerancia a la concentración de sales, mientras que la variedad 'Juma 57' es la más susceptible a la concentración de sales en el suelo. La variedad 'Prosequisa 4' presentó una respuesta intermedia.

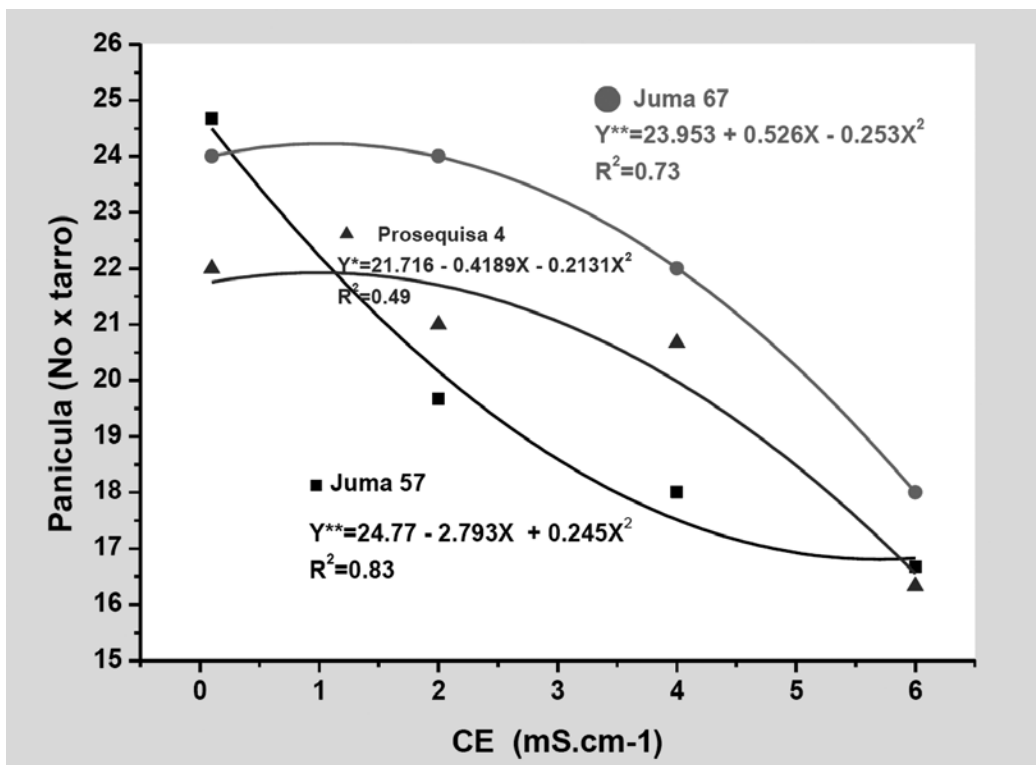


Figura 2.- Número de panículas por tarro en relación a diferentes niveles de salinidades del suelo para las tres variedades de arroz evaluadas

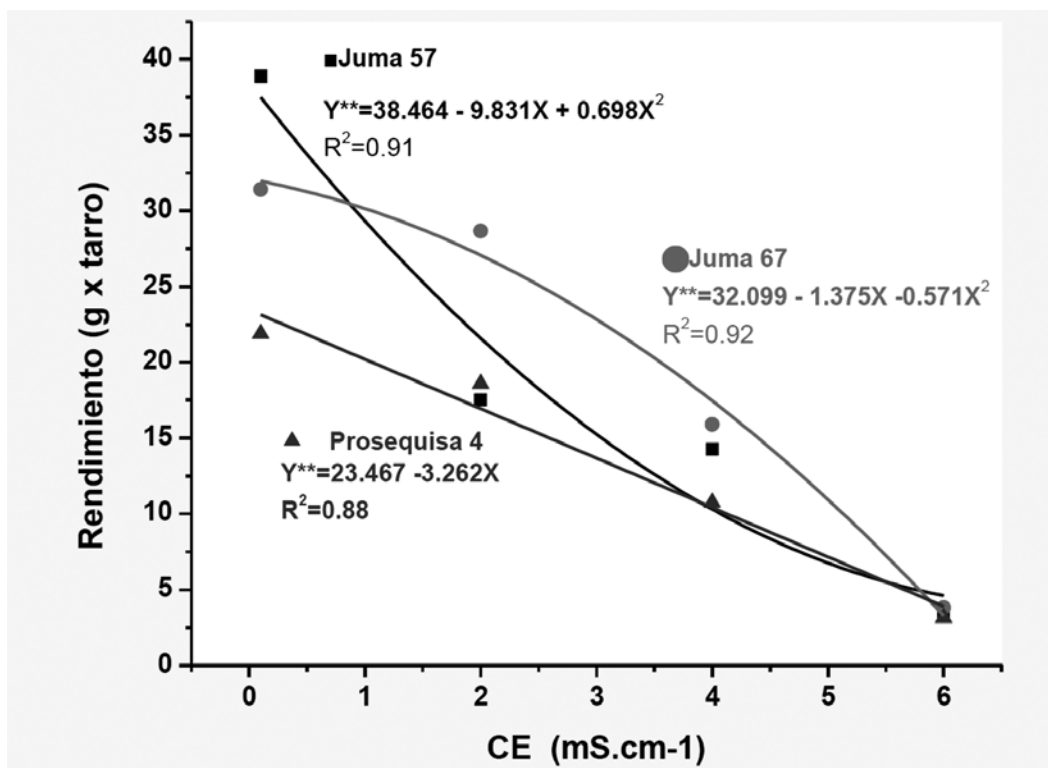


Figura 3.- Rendimiento en grano por maceta en relación a diferentes niveles de salinidades del suelo entre las variedades de arroz por inundación evaluadas.

A partir de la concentración de sales de 3.5 mS.cm-1, las variedades de arroz 'Juma 57' y 'Prosequisa 4', presentaron rendimientos similares. La variedad de arroz 'Juma 67' representa una mejor opción varietal cuando los niveles de sal superan los 1.5 mS.cm-1, mientras que si estos valores son inferiores, la variedad 'Juma 57' representa la mejor alternativa para el productor por los rendimientos reportados.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que fue realizado este experimento, se concluye:

La variedad de arroz 'Juma 67' presentó un mejor comportamiento agronómico en la variación de la altura, número de panícula y rendimiento en relación al aumento de la salinidad de suelos

La variedad 'Juma 57' presentó el mayor descenso en la cantidad de panículas, altura de la planta y rendimientos, en función del aumento de la salinidad de los suelos, esto puede indicar una menor tolerancia al aumento del contenido de sales en el suelo.

LITERATURA CITADA

- Bohn, H.; McNeal, B.; O'Connor, G. 1979. Soil Chemistry. New York. Wiley Interscience. 329 p.
- Cheany, R.; Peralta, E. 1970. La salinidad y alcalinidad del agua y los suelos y sus efectos en la agricultura. Instituto Superior de Agricultura (ISA). Santiago, DO. Pp 1-5,33.
- Jensen, M.; Rangeley, W.; Dieleman, P. 1990. Irrigation trends in world agriculture. In: Irrigation of Agricultural Crops. Amer. Soc. Agron., Madison, WI. Pp 31-67.
- MAackill, D.; Coffman, W.; Garrity, D. 1996. Rainfed Lowland Rice Improvement. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, PH. 242p.
- MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2010. Subsecretaría de Producción y Mercadeo. Departamento Nacional de Fomento Arrocero. División de Programación.
- Richards, L. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Salinity Lab. US Department of agricultural Handbook 60. California, US
- Tirado, F. 2003. Los Suelos de la República Dominicana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Santo Domingo. DO. 240p
- Vargas, J. 2010. El Arroz y su Medio Ambiente, Eco-Eficiente del Arroz en América Latina. Editado por Víctor Degiovanni B., César P. Martínez R. y Francisco Motta O. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, CO. Pp 81-99.

Factores de producción asociados con la incidencia y severidad de la Buba (*Fusarium decemcellulare* Brick) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en San Francisco de Macorís, provincia Duarte, República Dominicana

Juan de Dios Moya¹ y Julio Borbón²

Abstract

The cocoa cushion gall is a disease expressed as hyperplasia, hypertrophy, tumors and disruptions meristem in plants, primarily in flower cushions, and causes decreased fruit production. It can present in different types: Green points, flowery, fan, knob, lobular and disc. In the Dominican Republic there are not reports on the incidence, severity, and others related information. This study aims to identify production factors associated with the incidence and severity of the cushion gall in cocoa plantations. It was conducted in 85 farms with incidence of cushion gall and 13 without incidence, located in agricultural subzones Mirabel, El Cercado y La Peña, of municipality of San Francisco de Macorís. The farms were selected randomly using a stratified probability sampling by sub-zone. It was applied a survey to managers or owners of these farms. Plantations were walked, information about the cushion gall were noted and farms were geo-referenced with GPS. Production factors associated with higher rates of incidence and severity of cushion gall were: lack of management or mismanagement, lack of attention to the disease, the tools are not disinfested after handling diseased plants, start pruning and harvesting in diseased areas, susceptible plants, plant age greater than 40 years, farm altitude between ≤ 300 masl, planting distance of approximately 4 m x 4 m, low level of shade ($< 35\%$) and increased farm size.

Keywords: probability, sampling, farms, survey, disease

Resumen

La Buba del cacao es una enfermedad que se manifiesta con hiperplasias, hipertrofias, tumoraciones y desorganizaciones meristemáticas, principalmente en los cojines florales, y causa disminución de la producción de frutos. Puede presentarse en diferentes tipos: Puntos verdes, floral, abanico, perilla, lobular y disco. En la República Dominicana no se dispone de reportes sobre su incidencia, severidad, entre otros. Este estudio se realizó con el objetivo de identificar factores de producción asociados con la incidencia y severidad de la Buba en plantaciones de cacao. Fue realizado en 85 fincas con incidencia de Buba y 13 sin incidencia ubicadas en las sub-zonas agropecuarias Mirabel, El Cercado y La Peña del municipio de San Francisco de Macorís. Las fincas fueron seleccionadas aleatoriamente mediante un muestreo probabilístico estratificado por sub-zona. Se aplicó una encuesta a los encargados o dueños de las mismas. Las plantaciones fueron recorridas, se anotaron informaciones sobre la Buba y fueron georeferenciadas con GPS. Los factores asociados con mayores porcentajes de incidencia y severidad de la Buba fueron: falta de manejo o manejo inadecuado, falta de atención a la enfermedad, herramientas no desinfectadas después de manejar plantas enfermas, inicio de poda, deschuponado y cosecha en áreas enfermas, plantas susceptibles, edad de planta mayor de 40 años, altitud de la finca ≤ 300 msnm, distanciamiento de siembra aproximado de 4 m x 4 m, nivel de sombra bajo ($< 35\%$), y tamaño de finca mayor.

Palabras clave: muestreo, probabilístico, fincas, encuesta, enfermedad

INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los principales cultivos de exportación de la República Dominicana. La producción promedio anual del país en los años cacaoteros 2005/2006 al 2014/2015 fue de 58,284.41 toneladas métricas. De estas, se exportaron en promedio 57,071.56 toneladas anuales, que generaron US\$158,708,971.99 (MA 2015). El área sembrada a nivel nacional es aproximadamente 152,000 hectáreas (2,436,185 tareas) y en ella se encuentran 36,184 productores. En el municipio San Fran-

cisco de Macorís, de la provincia Duarte se encuentran 5,990 de estos productores, que representan el 15 % del país. Los mismos cuentan con aproximadamente 25,289 hectáreas (404,624 tareas) que constituyen el 16.63 % de la superficie a nivel nacional, MA (2006).

Entre las enfermedades que afectan al cultivo se encuentra la Buba (agallas) del cacao, que es una enfermedad con una sintomatología muy variada que se manifiesta con hiperplasias, hipertrofias, tumoraciones

¹ Estación Experimental Mata Larga, IDIAF, San Francisco de Macorís, Duarte, Rep. Dominicana. jmoya@idiaf.gov.do

² Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Santo Domingo, Rep. Dominicana. borbonjc@gmail.com

y desorganizaciones meristemáticas en el tronco y en las ramas de las plantas, principalmente en los cojines florales, y causa disminución de la producción de frutos, Reyes y Capriles (2000). Esta enfermedad se encuentra distribuida en casi todos los países productores de cacao del mundo, Enríquez (1985), Reyes y Capriles (2000). Desde el año 1901, hay informes que describen esta enfermedad, Enríquez (1985); sin embargo, la primera indicación de la misma fue realizada por Bartlett en 1905 en Guayana, luego por Rorer en 1911 en Trinidad, Reyes y Capriles (2000). En el año 1923 se observaron Bubas en Santo Domingo, Ciferri 1929 citado por Hardy (1961) y Brenes (1981).

La Buba del cacao puede presentarse en diferentes tipos: puntos verdes, floral, abanico, perilla, lobular y disco, Brenes (1981), siendo las más importantes y las que más afectan la producción la de puntos verdes, la floral y la de abanico, Reyes y Capriles (2000). De estos tipos de Buba, la de puntos verdes es la más extendida (Mitchell *et al.* 1965, Braudeau 1978) y la más estudiada, Phillips y Cerda (2009).

En la República Dominicana no se dispone de reportes sobre su incidencia, severidad (nivel de infección), entre otros. En los últimos años, se ha notado un aumento significativo del número de fincas afectadas y de árboles de cacao infectados por la Buba de puntos verdes (J. L. González 2012, comunicación personal). En la región este del país (provincias La Altagracia y El Seibo) se han encontrado fincas de cacao con 70 a 85 % de árboles infectados por este tipo de Buba (J. C. Rijo 2012, comunicación personal).

En la República Dominicana, la Buba de puntos verdes inició en la región este, y se ha extendido a las demás regiones. En el año 1977, se observaron plantas de cacao con síntomas de la Buba de puntos verdes en la mencionada región, específicamente en El Seybo, y luego entre los años 1983 y 1984 en la provincia Duarte en la comunidad de La Peña, del municipio San Francisco de Macorís (Orlando Rodríguez 2012, comunicación personal). En el año 2001, en una caracterización del sistema de producción de cacao en la provincia Duarte, Tejada y Andújar (2004) encontraron que el 17 % de los productores encuestados respondió que tenía incidencia de Buba en sus finca.

Los árboles afectados por la Buba pueden presentar 60 % de pérdidas de la producción (Enríquez 1985), tornarse improductivos, y constituirse en fuente de contaminación (Parra *et al.* 2009). Se han encontrado plantaciones con 90 % de los árboles afectados y con una producción casi nula Capriles s.f. citada por Enríquez (1985). En caso de ataques muy severos a los cojines florales, no hay formación de mazorcas (Enríquez 2004, Escamilla 1960) y no hay cosecha del todo, Hardy (1961). Por esto, los árboles infectados hay que eliminarlos en su totalidad Phillips y Cerda (2009).

La incidencia y severidad de la Buba varía con el cultivar, edad de la planta y las condiciones ambientales. Los clones UF 29, UF 242 y UF 273 son considerados inmunes a la Buba floral, y resistentes a la Buba de puntos verdes (Enríquez 2004), mientras que los clones UF 667 y UF 677 son altamente susceptibles, Capriles (1977) citada por Reyes y Capriles (2000). Se ha observado que los cacaos híbridos son más susceptibles que los clonales. Cuando los cojines florales se activan y comienza la fructificación, se presenta una gran cantidad de Bubas, Reyes y Capriles (2000).

La temperatura óptima para el desarrollo del agente causal de la Buba es 29 °C, con una mínima de 10 °C y una máxima de 31 °C, Delgado (1991). En Venezuela, la mayor incidencia se presenta en las épocas de menor precipitación, alta luminosidad y en suelos fertilizados, Reyes y Capriles (2000). Según Delgado (1991) la enfermedad progresa lentamente bajo condiciones de sequía, mientras que prospera rápidamente en condiciones de alta humedad y alta luminosidad, donde las pérdidas son severas.

La enfermedad es sistémica (Reyes y Capriles 2000), podría diseminarse a través de estacas y yemas contaminadas utilizadas para la propagación del cultivo, y también, posiblemente se propague a través de semillas de árboles infectados, Hutchins (1960). Se transmite mediante el injerto de tejidos enfermos en plantas sanas, Gorenz (1960) citado por Reyes y Capriles (2000). Se propaga de manera natural de árboles enfermos a árboles sanos, Hutchins (1960). Probablemente se transmite mediante herramientas infestadas utilizadas en las labores de poda, deschuponado, cosecha y recolección de esquejes para injertar.

Este estudio se realizó con el objetivo de identificar factores de producción asociados con la incidencia y severidad de la Buba en plantaciones de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue realizado en 85 fincas con incidencia de Buba y 13 sin incidencia de Buba (en las que no ha presentado enfermedad), durante el periodo enero-abril del año 2014. Estas fincas están ubicadas en las subzonas agropecuarias Mirabel, El Cercado y La Peña, de la Dirección Regional Agropecuaria Nordeste del Ministerio de Agricultura (MA), del municipio San Francisco de Macorís (SFM), provincia Duarte. SFM está localizado entre los 19° 18' latitud norte y 70° 15' longitud oeste. Tiene una superficie territorial de 763.77 km² (Marcano 2013), pluviometría promedio anual de 1450 mm y temperatura promedio anual de 26 °C. La investigación fue realizada en plantaciones (fincas) de cacao con altitudes entre 52 y 566 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Las fincas fueron seleccionadas aleatoriamente mediante un muestreo probabilístico estratificado por sub-

zona, de una población de 5,990 productores de cacao existentes en el Municipio SFM (MA 2006) y con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \quad \text{en donde} \quad n' = \frac{S^2}{V^2}$$

n = Tamaño de la muestra

n'= Tamaño provisional de la muestra

N = Tamaño de la población (5,990 productores)

S² = Varianza de la muestra expresada como probabilidad de ocurrencia

[p (1-p)]. Se utilizó una p = 0.5

V² = Varianza de la población = cuadrado del error estándar estimado (ES). Se estimó un ES de 0.05

Tamaño de muestra=98

En estas fincas se aplicó una encuesta a los encargados o dueños de las mismas. Las plantaciones fueron recorridas, se anotaron las informaciones pertinentes sobre la Buba y fueron geo-referenciadas con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), Figura 1.

Las variables evaluadas con respecto a la incidencia y la severidad de la Buba en las fincas fueron: el conocimiento de la enfermedad por parte del productor, el manejo o no manejo de la enfermedad, la desinfestación o no de herramientas al realizar las labores (poda, deschuponado y cosecha), el lugar donde inicia las labores. También, fue evaluado el tipo de cacao sembrado (híbrido, injerto), el tipo de material de siembra utilizado (plántula, semilla), la procedencia del material de siembra, la distancia aproximada de siembra, el nivel de sombra, la edad de las plantas, el sistema de producción (orgánico, convencional), la altitud (msnm) y el tamaño de la finca. Los datos fueron analizados con estadística descriptiva.

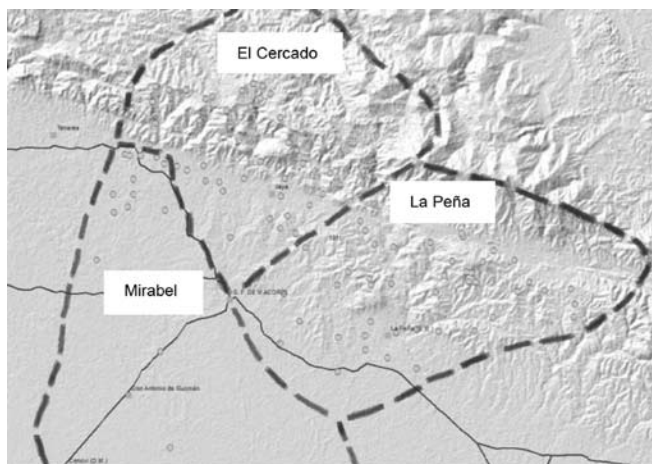


Figura 1. Fincas de cacao evaluadas en las sub-zonas del municipio San Francisco de Macorís. (Fincas identificadas por los puntos verdes y sub-zonas por líneas negras de trazos gruesos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conocimiento de la Buba por parte del productor

La incidencia y la severidad de la Buba fueron mayores en las plantaciones de cacao donde los productores tienen conocimiento de la existencia de la enfermedad. El 88 % de las fincas donde los productores conocen la enfermedad mostró incidencia de Buba, y promedio de 3.7 % de plantas infectadas; mientras que, el 66.7 % de las fincas donde no la conocen mostró incidencia, y 0.4 % de plantas enfermas. De un total de 13 fincas sin Buba, en 11 de ellas el productor conoce la enfermedad, Tabla 1.

Tabla1. Conocimiento de la Buba por productores y su relación con la incidencia en fincas.

Conocimiento de la existencia de la enfermedad	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca	Fincas sin Buba	
		Unid.	%	%	Unid.	%
Conoce la enfermedad	92	81	88	3.7 (0.0-50.0)*	11	12
No conoce la enfermedad	6	4	66.7	0.4 (0.0-1.5)	2	33.3
Total	98	85			13	

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

En 17 de las 92 fincas en donde los productores conocen la enfermedad la severidad alcanzó niveles de moderada a muy alta; mientras que, en seis fincas en donde no la conocen la severidad se mantuvo de nula a leve, Tabla 2.

Además, se encontró que tres de los productores con Buba en su finca, no sabían que la tenían, aunque la conocían. En la sub-zona Mirabel se encontraron dos y en El Cercado uno con estas características, Tabla 3. Estos hallazgos indican que, por lo general, los productores no dan la importancia requerida a la enfermedad.

Manejo o no manejo de la Buba

En las fincas con incidencia de Buba, se encontró que en el 29.4 % de ellas no se manejan, encontrándose un promedio de 6.3 % de plantas afectadas por finca; mientras que en el restante 70.6 % se aplican medidas de manejo de la Buba. Se presentó un promedio de 3.1 % de plantas afectadas por finca, Tabla 4.

El manejo consiste en cortar bubas, ramas o plantas completas, sacándolas o dejándolas en la finca. El 66.7 % de los productores corta las bubas y las deja en la finca, mientras que el 16.7 % las saca de la finca. El 11.7 % de ellos corta o elimina las plantas enfermas, Tabla 5.

Tabla 2. Conocimiento de la Buba por productores y su relación con la severidad en fincas.

Conocimiento de la existencia de la enfermedad	Número de fincas según severidad					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy Alta	
Conoce la enfermedad	11	64	10	4	3	92
No conoce la enfermedad	2	4	0	0	0	6
Total	13	68	10	4	3	98

Tabla 3. Productores que conociendo la Buba no se daban cuenta que estaba en su finca.

Sub-zona	Productores entrevistados	Productores con Buba en su finca	Productores que no se daban cuenta que la Buba estaba en su finca	
	Unid.	Unid.	Unid.	%
Mirabel	15	14	2	14.3
El Cercado	39	33	1	3
La Peña	44	38	0	0
Total	98	85	3	3.5

Tabla 4. Manejo de la Buba y su relación con la incidencia en fincas.

Manejo de la Buba	Fincas afectadas		Promedio plantas afectadas/finca	Fincas no afectadas		Total
	Unid.	%		Unid.	%	
N. I.	0	0.0	0.0 (0.0-0.0)*	13	100.0	13
No hace manejo	25	29.4	6.3 (0.03-50.0)	0	0.0	25
Si hace manejo	60	70.6	3.1 (0.01-37.5)	0	0.0	60
Total	85			13		98

N.I. = No incidencia de Buba. * Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Para prevenir la propagación de la Buba en la plantación de cacao, al realizar las actividades de deschuponado, poda y cosecha, algunos productores desinfectan las herramientas después de utilizarlas en plantas enfermas y antes de utilizarlas en plantas sanas. Para esto, algunos de los siguientes productos: hipoclorito de sodio (cloro), agua con jabón de cuaba o amoníaco. Otros productores tienen dos herramientas, una para trabajar las plantas enfermas y otra para trabajar las plantas sanas; es decir, que cambian las herramientas.

En el 86.7 % de las fincas que hacen manejo de la Buba de puntos verdes, los productores no desinfectan ni cambian las herramientas. Solamente en el 8.3 % se desinfectan las herramientas y en el 5 % se cambia la herramienta, Tabla 6.

De las cinco fincas en donde se desinfectan las herramientas, en un 20 % de ellas la enfermedad se extendió a otro lugar de la finca. De manera similar, de las tres fincas en donde se cambia la herramienta, en dos (66.7 %) la enfermedad se extendió a otra parte de la finca. De las 52 fincas que maneja la Buba pero no desinfectan ni cambian herramientas, en 16 (30.8 %) la Buba se diseminó a otro lugar y en el mayor porcentaje (69.2) la enfermedad no avanzó. De las 25 fincas que no manejan la Buba, en nueve (36 %) se extendió a otro lugar de la plantación, Tabla 7.

Tabla 5. Tipo de manejo que hacen los productores a fincas afectadas por Buba.

Tipo de manejo de la Buba	No. de productores	
	Unid.	%
Corte de Buba y la deja tirada en la finca	40	66.7
Corte de Buba y la saca fuera de la finca	10	16.7
Corte de ramas enfermas y las dejan tiradas en la finca	2	3.3
Corte de ramas enfermas y las sacan fuera de la finca	1	1.7
Corte de planta enferma y la deja en la finca	7	11.7
Total fincas con manejo	60	100

Tabla 6. Fincas que desinfectan o cambian herramientas en el manejo de la Buba.

Desinfección y/o cambio de herramienta	Fincas	
	Unid.	%
Desinfecta herramienta	5	8.3
Cambia herramienta	3	5.0
No desinfecta-No cambia herramienta	52	86.7
Total	60	100

Tabla 7. Comportamiento de la Buba en fincas, según tipo de manejo con desinfección o cambio de herramientas.

Tipo de manejo	Fincas Unid.	Comportamiento de la Buba en la finca			
		Permanece en mismo lugar		Se extiende a otro lugar	
		Unid.	%	Unid.	%
Desinfección de herramienta	5	4	80.0	1	20.0
Cambio de herramienta	3	1	33.3	2	66.7
No desinfección-No cambio herramienta	52	36	69.2	16	30.8
	60	41	68.4	19	31.6
Ningún manejo	25	16	64.0	9	36.0
Total	85	57	67.0	28	33.0

Esto indica, que el porcentaje de expansión de la Buba es mayor en las fincas que no desinfectan las herramientas y menor donde se desinfectan. Aparentemente, el cambio de herramientas contribuyó poco con la no diseminación de la enfermedad, en comparación con las fincas que no hacen manejo de la Buba. En las fincas que la enfermedad no avanza a otras áreas, aun cuando no se desinfectan ni cambian las herramientas, probablemente existen plantas inmunes o con resistencia genética a la enfermedad.

Se encontró, que en el 44.7 % de las fincas con incidencia de la Buba, las labores de poda, deschuponado y cosecha del cultivo se iniciaron por el área enferma con Buba. El 52.9 % lo hizo por el área sana; mientras que el 2.4 % por cualquier área, Tabla 8.

Esto podría explicar por qué en las fincas que manejan la enfermedad la misma se extendió en un 48.1 %, de las fincas que iniciaron las labores en el área enferma; mientras que cuando inició en la parte sana la enfermedad se expandió en el 18.7 % de las fincas, Tabla 9. El inicio de las labores en las áreas enfermas está relacionado con una mayor diseminación de la enfermedad.

El 88.3 % de las fincas que recibieron manejo de la Buba continuaron con la enfermedad, Tabla 10. Al cabo de cinco a seis meses las Bubas resurgieron en las plantas. Se encontró que ninguno de los productores evaluados aplicó pasta fungicida y/o cal en las heridas realizadas en la planta al realizar el corte de las Bubas o las ramas enfermas, según la recomendación de Delgado (2011) y la Comisión Nacional de Cacao (2011). La continuidad de la enfermedad probablemente se deba al manejo poco constante por parte de los productores.

De las siete fincas que no continuaron con Buba, solamente en un 14.3 % de ellas se cortaron las Bubas y se sacaron de la finca, en los seis restantes (85.7 %), las Bubas y plantas enfermas se cortaron y se dejaron en la finca. En las fincas que sí continuaron con Buba, el 18.9 % cortó la Buba y ramas enfermas y las sacó de la finca, mientras que el 81.1 % cortó las Bubas, ramas y planta enfermas y las dejó dentro de la plantación, Tabla 11. Esto indica que sacar o dejar en la finca los tejidos enfermos cortados, no está relacionado con la permanencia o no de la Buba en la finca.

Tabla 8. Fincas de cacao según lugar donde inicia la poda, deschuponado y cosecha.

Lugar inicio labores	Fincas	
	Unid.	%
Área sana (sin Buba)	45	52.9
Área enferma (con Buba)	38	44.7
Cualquier área	2	2.4
Total	85	100

Tabla 9. Comportamiento de Buba en las fincas, según el manejo y el lugar donde se inicia la poda, deschuponado y cosecha.

Manejo de la Buba	Lugar inicio poda, deschuponado y cosecha	Fincas Unid.	Comportamiento de la Buba en la finca			
			Permanece en mismo lugar		Se extiende a otro lugar	
			Unid.	%	Unid.	%
SI	Área sana	32	26	81.3	6	18.7
	Área enferma	27	14	51.9	13	48.1
	Cualquier área	1	1	100.0	0	0.0
	Sub-Total	60	41	68.4	19	31.6
NO	Área sana	13	9	69.2	4	30.8
	Área enferma	11	6	54.5	5	45.5
	Cualquier área	1	1	100.0	0	0
	Sub-Total	25	16	64.0	9	36.0
	Total	85	57	67.0	28	33.0

La severidad de la Buba fue mayor en las fincas donde no se maneja y menor donde se maneja. El 12 % de las fincas en las que no se maneja la Buba, presentó severidad alta o muy alta; mientras que, en el 6.6 % de las que se maneja mostró severidad alta o muy alta, Tabla 12.

Tipo de cacao sembrado (híbrido e injerto)

La incidencia de la Buba se encontró solamente en las plantas híbridas. Ninguna de las plantas injertadas pre-

sentó Buba, por tanto, la incidencia y la severidad de la Buba estuvieron totalmente asociadas con las plantas híbridas. Esto concuerda con Reyes y Capriles (2000), quienes expresan que se ha observado que los híbridos son más susceptibles que los clones. Los resultados de la incidencia de la Buba en estas fincas se muestra en la Tabla 13.

Probablemente, no se encontró ninguna planta injerta con Buba, porque en las 15 fincas que las tuvieron había pocas de estas plantas y, posiblemente, eran de clones tolerantes.

Tabla 10. Situación post-manejo de la Buba en fincas de cacao.

Situación	Número de fincas	
	Unid.	%
No continuaron con Buba	7	11.7
Si continuaron con Buba	53	88.3
Total fincas con manejo	60	100.0

Tabla 11. Fincas que continúan y no continúan con Buba según el tipo de manejo de sacar o dejar en la finca la Buba cortada.

Tipo de manejo	Fincas que no continúan con Buba		Fincas que sí continúan con Buba	
	Unid.	%	Unid.	%
Corte de Buba y la deja tirada en la finca	5	71.4	35	66.0
Corte de Buba y la saca fuera de la finca	1	14.3	9	17.0
Corte de ramas enfermas y las dejan tiradas en la finca	0	0.0	2	3.8
Corte de ramas enfermas y las sacan de la finca	0	0.0	1	1.9
Corte de planta enferma y la deja en la finca	1	14.3	6	11.3
Total	7		53	

Tabla 12. Manejo de la Buba y su relación con la severidad en fincas.

Severidad	Fincas según manejo de la Buba						Total fincas (Unid.)
	N.I.		No hacen		Si hacen		
	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	
Nula	13	100.0	0	0.0	0	0.0	13
Leve	0	0.0	19	76.0	49	81.7	68
Moderada	0	0.0	3	12.0	7	11.7	10
Alta	0	0.0	2	8.0	2	3.3	4
Muy alta	0	0.0	1	4.0	2	3.3	3
Total	13	100.0	25	100.0	60	100.0	98

N.I. = No incidencia de Buba

Tabla 13. Tipo de planta (híbrida e injerta) y su relación con la incidencia de la Buba en fincas.

Tipo de plantas en la finca	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca %	Fincas sin Buba	
		Unid.	%		Unid.	%
Híbrida	83	71	85.5	3.4 (0.0-50.0)*	12	14.5
Híbrida e injertada**	15	14	93.3	4.2 (0.0-37.5)	1	6.7
Total	98	85			13	

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

** Fincas con los dos tipos de plantas sembradas, pero solamente las híbridas presentaban incidencia de Buba

Tipo de material de siembra (semilla y plántula) utilizado en la plantación

La mayor incidencia y severidad de la Buba se encontró en las fincas que utilizaron plántulas como material de siembra. El 87.9 % de las fincas que usaron plántulas presentó incidencia de Buba y un promedio de 4.7 % de plantas afectadas. El 83.3 % de las fincas que utilizó semillas mostró incidencia de Buba y un promedio de 1.5 % de plantas infectadas. El 86.4 % de las fincas que utilizaron ambos materiales de siembra presentó incidencia de la Buba y un promedio de 3.0 % de plantas afectadas, Tabla 14.

Estos resultados no indican que la incidencia de la Buba esté relacionada con el material de siembra utilizado, aunque es posible que los mismos pudieran estar contaminados con la enfermedad y contribuir con los niveles de incidencia. Sin embargo, posiblemente estén más relacionados con el manejo de la Buba, ya que en el 29.4 % de las fincas con incidencia de Buba no se hace manejo de la misma.

Se encontró un mayor número de fincas con severidad moderada, alta y muy alta en donde se utilizaron las plántulas como material de siembra. En cuatro fincas que utilizaron las plántulas se encontró severidad desde moderada hasta muy alta; mientras que, solamente se encontró una con severidad alta, entre las que usaron semillas. En las fincas que utilizaron ambos materiales de siembra, se encontraron 12 fincas con severidad desde moderada a muy alta, Tabla 15.

Procedencia del material de siembra utilizado

Entre 82.4 % y 86.7 % de las fincas que utilizaron material de siembra procedente de la misma finca, viveros privados y del Ministerio de Agricultura (MA), mostraron incidencia de Buba, Tabla 16.

Las fincas que utilizaron material de siembra del MA presentaron un promedio de 3.31 % de plantas afectadas, las que usaron material de viveros privados tuvieron 7.01 % de plantas con Buba y las que emplearon material de la misma finca mostraron 2.89 % de plantas infectadas. Entre el 50 y 100 % de las fincas que utilizaron plántulas y/o semillas de alguna de las procedencias antes mencionadas mostraron incidencia de Buba, y promedio de plantas afectadas entre 0.03 y 13.91 %, Tabla 16.

Los altos porcentajes de fincas y plantas con incidencia de la enfermedad indican que en este estudio la incidencia de la Buba no estuvo relacionada con la procedencia del material de siembra. Cabe destacar que la Buba se podría propagar por semillas (Hutchins 1960) y por las plántulas de vivero infectadas con la enfermedad, Reyes y Capriles (2000).

La mayoría de las fincas evaluadas presentaron severidad leve, según procedencia del material de siembra. La mayor cantidad de fincas que presentaron severidad

Tabla 14. Material de siembra utilizado en la finca y su relación con la incidencia de la Buba.

Material de siembra	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca %	Fincas sin Buba	
		Unid.	%		Unid.	%
Plántula	33	29	87.9	4.7 (0.0-50.0)*	4	12.1
Semilla	6	5	83.3	1.5 (0.0-6.8)	1	16.7
Plántula y semilla	59	51	86.4	3.0 (0.0-37.5)	8	13.6
Total	98	85			13	

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Tabla 15. Material de siembra utilizado en la finca y su relación con la severidad de la Buba.

Material de siembra	Número de fincas según severidad					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
Plántula	4	25	2	1	1	33
Semilla	1	4	0	1	0	6
Plántula y semilla	8	39	8	2	2	59
Total	13	68	10	4	3	98

desde moderada a muy alta, se encontró en las que utilizaron material de siembra de viveros privados y de la misma finca. Cuatro fincas que utilizaron plántulas de viveros privados mostraron severidad moderada o muy

alta y cuatro fincas que usaron semillas de la misma finca presentaron severidad moderada o alta. En dos fincas, que utilizaron plántulas del ministerio de Agricultura, la severidad fue moderada, Tabla 17.

Tabla 16. Procedencia del material de siembra utilizado y su relación con la incidencia de Buba.

Procedencia del material de siembra utilizado	Fincas evaluadas	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca	Fincas sin Buba	
	(Unid.)	Unid.	%	(%)	Unid.	%
Ministerio de Agricultura (MA)	15	13	86.7	3.31 (0.0-33.3) *	2	13.3
Vivero privado	16	13	82.4	7.01 (0.0-50.0)	3	17.6
La misma finca	22	19	86.4	2.89 (0.0-25.0)	3	13.6
Otra finca	2	1	50	0.13 (0.0-0.26)	1	50
MA- Vivero privado	5	4	75	0.28 (0.0-0.82)	1	25
MA - La misma finca	8	8	100	0.36 (0.01-2.18)	0	0
MA - Otra finca	2	2	100	10.64 (0.44-20.83)	0	0
MA-Vivero privado-La misma finca	7	5	71.4	0.34 (0.0-1.45)	2	28.6
MA-Vivero privado-Otra finca	1	1	100	1.09 (1.09-1.09)	0	0
MA-La misma finca-Otra finca	2	2	100	0.09 (0.04-0.13)	0	0
Vivero privado-La misma finca	8	7	87.5	4.45 (0.0-16.67)	1	12.5
Vivero privado - Otra finca	4	4	100	1.15 (0.07-4.17)	0	0
Vivero privado-La misma finca -Otra finca	1	1	100	0.98 (0.98-0.98)	0	0
La misma finca-otra finca	1	1	100	0.03 (0.03-0.03)	0	0
No sabe	4	4	100	13.91 (0.06-25.0)	0	0
Total	98	85			13	

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Tabla 17. Procedencia del material de siembra utilizado y su relación con la severidad de la Buba.

Procedencia del material de siembra utilizado	Número de fincas según severidad					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
Ministerio de Agricultura (MA)	2	11	2	0	0	15
Vivero privado	3	9	2	0	2	16
La misma finca	3	15	2	2	0	22
Otra finca	1	1	0	0	0	2
MA-Vivero privado	1	4	0	0	0	5
MA-La misma finca	0	7	1	0	0	8
MA-Otra finca	0	1	0	0	1	2
MA-Vivero privado-La misma finca	2	5	0	0	0	7
MA- Vivero privado-Otra finca	0	1	0	0	0	1
MA-La misma finca-Otra finca	0	2	0	0	0	2
Vivero privado-La misma finca	1	4	3	0	0	8
Vivero privado-Otra finca	0	4	0	0	0	4
Vivero privado-La misma finca-Otra finca	0	1	0	0	0	1
La misma finca-Otra finca	0	1	0	0	0	1
No sabe	0	2	0	2	0	4
Total	13	68	10	4	3	98

Distanciamiento de la siembra (densidad de siembra)

Todas las fincas presentaron altos porcentajes de incidencia de Buba en los diferentes distanciamientos de siembra. Entre el 84.4 y 95.0 % de las fincas con distancia de siembra aproximada de 3 m x 3 m, 3.5 m x 3.5 m, y 4 m x 4 m, presentaron incidencia de Buba. El mayor promedio de plantas afectadas por finca se encontró en el distanciamiento 4 m x 4 m, con 8.0 % de plantas enfermas. En la distancia 3 m x 3 m se encontró un 3.2 % de plantas con Buba, y en el 3.5 m x 3.5 m, un 1.0 % de plantas enfermas por finca, Tabla 18.

La mayoría de las fincas presentó severidad leve. La mayor cantidad de fincas con severidad desde moderada a muy alta se encontraron en las que tenían distancia de siembra aproximada de 4 m x 4 m y 3 m x 3 m. En las fincas con distanciamiento 4 m x 4 m se encontraron siete fincas con severidad desde moderada a muy alta, y en las distanciadas 3 m x 3 m se encontraron seis, Tabla 19.

Según los resultados de este estudio, el distanciamiento de siembra 4 m x 4 m se relaciona con una mayor incidencia y severidad de Buba en las fincas evaluadas. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta otras variables que pudieran estar influyendo.

Nivel de sombra de la plantación

Los mayores porcentajes de fincas con Buba se encontraron en las que tuvieron niveles de sombra bajo y variado; sin embargo, los mayores promedios de plantas con Buba por finca se encontraron en las fincas con niveles de sombra alto y adecuado. El 100 % de las fincas con nivel de sombra bajo mostró incidencia de Buba y un promedio de 0.9 % de plantas afectadas; mientras que, el 80 % de las fincas con nivel sombra alto tuvo incidencia de Buba, y un promedio de 7.9 % de plantas afectadas. El 83.6 % de las fincas con adecuado nivel de sombra mostraron incidencia de Buba y un promedio de 3.9 % de plantas infectadas, Tabla 20.

Tabla 18. Distancia de siembra del cacao y su relación con la incidencia de la Buba.

Distancia de siembra (Aprox.)	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca %	Fincas sin Buba	
		Unid.	%		Unid.	%
3 m x 3 m	46	39	84.8	3.2 (0.0-37.5)*	7	15.2
3.5 m x 3.5 m	32	27	84.4	1.0 (0.0-12.5)	5	15.6
4 m x 4 m	20	19	95.0	8.0 (0.0-50.0)	1	5.0
Total	98	85			13	

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Tabla 19. Distancia de siembra del cacao y su relación con la severidad de la Buba.

Distancia de siembra (Aprox.)	Número de fincas según severidad					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
3 m x 3 m	7	33	2	2	2	46
3.5 m x 3.5 m	5	23	4	0	0	32
4 m x 4 m	1	12	4	2	1	20
Total	13	68	10	4	3	98

Tabla 20. Nivel de sombra de la finca y su relación con la incidencia de la Buba.

Nivel de sombra	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca %	Fincas sin Buba	
		Unid.	%		Unid.	%
Bajo (< 35 %)	8	8	100.0	0.9 (0.02-4.2)*	0	0.0
Adecuado (35 a 50 %)	61	51	83.6	3.9 (0.0-50.0)	10	16.4
Alto (> 50 %)	5	4	80.0	7.9 (0.0-37.5)	1	20.0
Variado (< 35 a > 50 %)**	24	22	91.7	2.4 (0.0-25.0)	2	8.3
Total	98	85			13	

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

** Fincas con áreas con nivel de sombra bajo, áreas con sombra adecuada y áreas con nivel de sombra alto.

Estos hallazgos concuerdan con Reyes y Capriles (2000) y Delgado (1991), en cuanto a un mayor porcentaje de fincas con bajo nivel de sombra (alta luminosidad) y mayor incidencia de la enfermedad; sin embargo, difieren de estos autores con relación al promedio de plantas afectadas por finca, el cual fue mayor en niveles de sombra alto (baja luminosidad) y adecuado.

Se encontró mayor cantidad de fincas con severidad alta y muy alta en los niveles de sombra adecuado, alto y variado, y menor en las que tuvieron nivel de sombra bajo, Tabla 21.

Edad de las plantas enfermas de Buba

La incidencia y la severidad de la Buba fueron mayores en las plantas viejas (40 años de edad) y menores en las plantas jóvenes (≤ 15 años). Las plantas viejas representaron el 87.6 % de las plantas con incidencia de Buba, mientras que las jóvenes constituyeron el 12.4 %, Tabla 22. El 27.2 % de las plantas viejas mostró severidad muy alta; mientras que en las jóvenes lo hizo el 15.4 %, Tabla 23.

La incidencia y la severidad de la Buba están relacionadas con la edad de la planta. A mayor edad, mayor incidencia y severidad de la enfermedad.

Tabla 21. Nivel de sombra de la finca y su relación con la severidad de la Buba.

Nivel de sombra	Número de fincas según severidad					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
Bajo (< 35 %)	0	8	0	0	0	8
Adecuado (35 a 50 %)	10	38	9	2	2	61
Alto (> 50 %)	1	3	0	0	1	5
Variado (< 35 a > 50 %)*	2	19	1	2	0	24
Total	13	68	10	4	3	98

* Fincas con áreas con nivel de sombra bajo, áreas con sombra adecuada y áreas con nivel de sombra alto.

Tabla 22. Edad de la planta y su relación con la incidencia de la Buba.

Edad de la planta	Plantas con Buba	
	Unid.	%
≤ 15 años (Jóven)	26	12.4
> 40 años (Vieja)	184	87.6
Total	210	100.0

Tabla 23. Edad de la planta y su relación con la severidad de la Buba.

Edad de planta con Buba	Plantas según severidad de Buba								Total plantas Unid.
	Leve		Moderada		Alta		Muy alta		
	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	
Jóven (≤ 15 años)	10	38.5	6	23.1	6	23.1	4	15.4	26
Vieja (> 40 años)	49	26.6	47	25.5	38	20.7	50	27.2	184
Total	59		53		44		54		210

Sistema de producción (convencional versus orgánico)

El mayor porcentaje de fincas con incidencia de Buba se encontró en el sistema de producción orgánico; sin embargo, el mayor porcentaje promedio de plantas con Buba por finca se encontró en el sistema de producción convencional. El 87.7 % de las fincas orgánicas mostró incidencia de Buba y un promedio 2.3 % de plantas infectadas, mientras que, el 84.8 % de las fincas convencionales presentaron de incidencia y un promedio de 5.8 % de plantas afectadas. También, se encontró que de las 13 fincas sin incidencia de Buba, ocho tienen sistema de producción orgánico, Tabla 24.

Se encontró un mayor número de fincas con severidad moderada, alta y muy alta en el sistema de producción orgánico. De las 65 fincas de cacao con sistema de producción orgánico, 15 presentaron severidad desde moderada hasta muy alta, mientras que en el sistema convencional se encontraron dos fincas, Tabla 25.

Altitud de la finca

La incidencia y la severidad de la Buba fueron mayores en las plantaciones con altitudes ≤ 300 msnm. El 100 % de las fincas con altitud ≤ 100 msnm presentó incidencia de Buba y un promedio de 6.5 % de plantas afectadas. Las fincas con altitudes de 101 a 200 msnm y 201 a 300 msnm mostraron 91.7 y 85.3 % de incidencia de Buba, respectivamente, y un promedio de plantas afectadas de 6.1 % y 2.3 %, respectivamente. A menor altura mayor incidencia de la Buba. Las fincas que no presentaron incidencia de Buba se encontraron en altitudes desde los 101 a 600 msnm, Tabla 26.

Las fincas con altitudes entre ≤ 100 y 300 msnm presentaron severidad desde nula a muy alta; mientras que, en las fincas con altitudes desde 301 a 600 msnm la severidad fue nula o leve. A menor altitud mayor severidad de la Buba, Tabla 27.

Tabla 24. Sistemas de producción orgánico y convencional y su relación con la incidencia de la Buba.

Sistema de producción	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca %	Fincas sin Buba	
		Unid.	%		Unid.	%
Orgánico	65	57	87.7	2.3 (0.0-25.0)*	8	12.3
Convencional	33	28	84.8	5.8 (0.0-50.0)	5	15.2
Total	98	85	86.7		13	13.3

* Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Tabla 25. Sistemas de producción orgánico y convencional y su relación con la severidad de la Buba.

Sistema de producción	Número de fincas según severidad					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
Orgánico	8	42	9	4	2	65
Convencional	5	26	1	0	1	33
Total	13	68	10	4	3	98

Tabla 26. Altitud de la finca y su relación con la incidencia de la Buba.

Altitud (msnm)	Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca %	Fincas sin Buba	
		Unid.	%		Unid.	%
≤ 100	5	5	100.0	6.5 (0.1-20.8)*	0	0.0
101 a 200	36	33	91.7	6.1 (0.0-50.0)	3	8.3
201 a 300	34	29	85.3	2.3 (0.0-25.0)	5	14.7
301 a 400	6	4	66.7	0.4 (0.0-1.5)	2	33.3
401 a 500	12	10	83.3	0.4 (0.0-1.7)	2	16.7
501 a 600	5	4	80.0	1.0 (0.0-4.2)	1	20.0
Total	98	85			13	

msnm = metros sobre el nivel del mar. * Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Tamaño de finca

El porcentaje de fincas con incidencia de Buba se incrementó al aumentar el tamaño de la finca. El 50 % de las fincas con tamaño ≤ 0.32 ha (≤ 5 ta) presentó incidencia de Buba; mientras que, entre 73 y 100 % de las fincas con tamaño entre 0.37 a 0.63 ha (6 a 10 ta) y ≥ 31.5 ha (≥ 501 ta) mostraron incidencia de Buba. El mayor porcentaje promedio de plantas afectadas por finca (6.60 %) fue encontrado en las fincas con tamaño de 6.35 a 31.45 ha. Las fincas de 0.69 a 1.26 hectáreas presen-

taron 4.22 % de plantas afectadas, y las de 1.32 a 3.15 ha 4.19 %, Tabla 28.

El rango de tamaño de finca desde 0.69 hasta 31.45 hectáreas presentó la mayor cantidad de fincas con severidad moderada, alta y muy alta. Cuatro fincas de tamaño entre 0.69 a 1.26 ha tuvieron severidad moderada y muy alta, tres con tamaño entre 1.32 a 3.15 ha presentaron severidad alta y muy alta y cuatro con superficie entre 6.35 a 31.45 ha mostraron severidad desde moderada a muy alta, Tabla 29.

Tabla 27. Altitud de la finca y su relación con la severidad de la Buba.

Altitud (msnm*)	Número de fincas según severidad de la Buba					Total fincas
	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta	
≤ 100	0	3	1	0	1	5
101 a 200	3	24	5	2	2	36
201 a 300	5	23	4	2	0	34
301 a 400	2	4	0	0	0	6
401 a 500	2	10	0	0	0	12
501 a 600	1	4	0	0	0	5
Total	13	68	10	4	3	98

*msnm = metros sobre el nivel del mar

Tabla 28. Tamaño de la finca y su relación con la incidencia de la Buba.

Tamaño de finca		Fincas evaluadas (Unid.)	Fincas con Buba		Promedio plantas afectadas/finca %	Fincas sin Buba	
Hectárea (ha)	Tarea (ta)		Unid.	%		Unid.	%
≤ 0.32	≤ 5	4	2	50.0	0.8 (0.0-1.5)*	2	50.0
0.37 a 0.63	6 a 10	15	11	73.3	1.8 (0.0-12.5)	4	26.7
0.69 a 1.26	11 a 20	18	15	83.3	4.2 (0.0-33.3)	3	16.7
1.32 a 3.15	21 a 50	20	19	95.0	4.2 (0.0-50.0)	1	5.0
3.20 a 6.29	51 a 100	20	18	90.0	1.4 (0.0-12.5)	2	10.0
6.35 a 31.45	101 a 500	15	14	93.3	6.6 (0.0-37.5)	1	6.7
≥ 31.5	≥ 501	2	2	100.0	0.4 (0.01-0.8)	0	0.0
Sin dato	Sin dato	4	4	100.0	16.7 (16.7-16.7)	0	0.0
	Total	98	85			13	

Nota: tarea = 628.86 m². * Dentro del paréntesis los valores mínimo y máximo

Tabla 29. Tamaño de finca y su relación con la severidad de la Buba.

Tamaño		Número de fincas según severidad					Total fincas	
Hectárea (ha)	Tarea* (ta)	Nula	Leve	Moderada	Alta	Muy alta		
≤ 0.32	≤ 5	2	2	0	0	0	4	
0.37 a 0.63	6 a 10	4	9	2	0	0	15	
0.69 a 1.26	11 a 20	2	11	3	1	0	17	
1.32 a 3.15	21 a 50	2	16	0	2	1	21	
3.2 a 6.29	51 a 100	2	17	3	0	0	22	
6.35 a 31.45	101 a 500	1	10	1	1	2	15	
≥ 31.5	≥ 501	0	2	0	0	0	2	
No dato	-	0	1	1	0	0	2	
	Total	-	13	68	10	4	3	98

* Igual a 628.86 m²

CONCLUSIONES

Los factores que tuvieron asociados con los mayores porcentajes de incidencia y severidad de la Buba en las fincas fueron:

a) Falta de manejo o manejo inadecuado, en donde están los siguientes escenarios:

- Los productores no le prestan atención, aún conociendo la enfermedad.
- Las herramientas de labor no son desinfectadas después de manejar plantas enfermas y antes de ser utilizadas en plantas sanas, es decir, uso de herramientas infestadas con el patógeno.
- El inicio de la poda, deschuponado y cosecha en áreas enfermas con la Buba,

b) Plantas híbridas susceptibles,

c) La edad de la planta mayor de 40 años,

d) Altitud de la finca \leq 300 msnm,

e) Distanciamiento de siembra aproximado de 4 m x 4 m,

f) Nivel de sombra bajo ($<$ 35 %), y

g) Tamaño de finca mayor.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar un programa de capacitación permanente de los productores de cacao, sobre el manejo de la Buba,
2. Iniciar las labores de poda, deschuponado y cosecha en las áreas con plantas sanas,
3. Desinfectar las herramientas después de manejar plantas enfermas con la Buba y antes de usarlas en plantas sanas,
4. Investigar el efecto de dejar o sacar de la finca los restos cortados de la Buba, en el comportamiento de la enfermedad y en la rentabilidad del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Coniaf) por financiar la realización de este trabajo; a los técnicos del Ministerio de Agricultura (MA) Ramón Padilla y José Alberto Vásquez por su disposición y coordinación con los técnicos extensionistas, Adalberto López, Luís Alvarado (Luiyi), Isidro Ventura Rojas, César Augusto Cruz, Juan Ureña y Sandra Rosario, por acompañarnos en las visitas y localización de las fincas; al Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) por facilitar la logística y recursos humanos, en especial al ingeniero Julio Morrobel, miembro del Comité Técnico del Centro Norte del Idiaf, por realizar la revisión del presente reporte y por sus valiosos aportes al mismo y a la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) por dar el seguimiento requerido.

LITERATURA CITADA

Braudeau, J. 1978. El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Editorial Blume. pp. 97-98.

Brenes, G. 1981. Revisión de literatura sobre la Buba del cacao (*Theobroma cacao* L.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa de estudio de postgrado. Trabajo presentado en el curso de redacción técnica. Turrialba, CR. 17p. (En línea). Consultado 14 mayo 2012. Disponible en: http://books.google.com.do/books?id=KNgO AQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Delgado, A. 1991. Eficacia de fungicidas en el control de agallas de puntos verdes en cacao. Facultad de Agronomía Universidad de Zulia, Maracaibo, VE. Revista de Agronomía (LUZ) 8(3): 87-105 (En línea). Consultado el 10 junio 2012. Disponible en: http://www.revfacagronluz.org.ve/v08_2/0802z020.html

Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR. Pp. 161-162.

Enríquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Manual Nro. 54. Quito, EC. Pp. 267-270.

Escamilla, G. 1960. La Buba del cacao. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto de Investigaciones Agrícolas. Rosario Izapa, Chiapas, MX. 16p.

Hardy, F. 1961. Manual de cacao. Edición español. Editorial Antonio Lehmann. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, CR. Pp. 287-296.

Hutchins, L. 1960. Cushion gall. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Turrialba, CR. 9 p. (En línea). Consultado 2 junio 2012. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?hl=es&id=xfMNAQAIAAJ&q=contenido#v=onepage&q=contenido&f=false>

MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2006. Subsecretaría de producción agrícola y mercadeo. Departamento de cacao. Superficie de cacao sembrada y número de productores por regiones agrícolas y municipios. Datos estadísticos, junio. Santo Domingo, DO.

MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2015. Comportamiento de la producción, exportación, consumo interno, precios y divisas generadas, en el período 2005/2006 al 2014/2015. Datos estadísticos. División de Comercialización, Departamento de Cacao. Santo Domingo, DO.

Marcano, J. 2013. Provincias Dominicanas. Mi país geografía. Duarte. (En línea). Consultado 17 el enero 2014. Disponible en: http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/province/prov_duarte.html

Mitchell, J.; Hutchins, L.; Morth, P. 1965. Growth-regulating substances in green-point gall extracts and the effect of some regulating substances on bud growth of cocoa. En: Cacao. Inter-American Cacao Center. Turrialba, CR. January-March. 10(1): 10-13 (En línea). Consultado el 2 junio 2012. Disponible en: <http://books.google.com.do/books?id=ANcO-AQAIAAJ&pg=PA15&lpg=PA15&dq=calonectria+rigidiuscula++cushion+n+gall+cacao&source=bl&ots=FrqJGyO7Yv&sig=OND0p6SFQyzYZ6QW-hsDH4hGooE&hl=es&sa=X&ei=DH94T52jIMrPgAf30dyVDw&ved=0CEIQ6AEwBA#v=onepage&q=calonectria%20rigidiuscula%20%20cushion%20gall%20cacao&f=false>

Parra, D.; Pérez, S.; Sosa, D.; Rumbos, R.; Gutiérrez, B.; Moya, A. 2009. Avances en las investigaciones venezolanas sobre enfermedades del cacao. RET. Caracas, VE. Revista de Estudios Transdisciplinarios Instituto de Estudios Avanzados IDEA. 1(2): 55-74.

Phillips, W.; Cerda, R. 2009. Catálogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Eduardo Somarriba y Shirley Orozo (eds.). 1a ed. Serie técnica, Manual técnico no. 93. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, CR. 24 p. ISBN 978-9977-57-501-8.

Reyes, H.; Capriles, L. 2000. El cacao en Venezuela. Moderna tecnología para su cultivo. Pp. 168-172. (En línea). Consultado el 2 junio 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/23271157/Cacao-REYES>

Tejada, C.; Andujar, F. 2004. Caracterización del sistema de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia Duarte. In: Resultados de investigaciones en Agroforestería. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. Pp. 81-96.

Características organolépticas de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) ICS introducidos a la República Dominicana

Marisol Ventura y Alejandro María Núñez

Abstract

In the clonal garden of the Cacao Mata Larga Experimental Station of the Dominican Institute of Agricultural and Forest Research (Idiaf), located in San Francisco de Macorís, Dominican Republic, there is a clonal garden with cocoa accessions that have the potential to develop cultivars differentiated by its attributes of organoleptic quality. As part of the collection, there are introduced cacao clones of the ICS, coming from Trinidad and Tobago, obtained from hybrid crosses. These clones are recognized locally and internationally for their productivity and the quality of their almonds for processing. This study aims to determine the organoleptic characteristics of ICS-1, ICS-8, ICS-39, ICS-40, ICS-60 and ICS-95 clones. A sample of cocoa was collected from each of the clones, fermented in nylon bags, dried and roasted, husked, ground and refined to produce cocoa liquor, which was evaluated by a Panel of scavengers. The organoleptic characteristics evaluated were astringency, bitterness, acidity, aromas and special flavors. It was found that the average sensory profile of ICS cocoa liqueurs are characterized by the presence of fruity flavor, especially tropical fruits and light notes of dried fruits. It is concluded that the evaluated cacao show desirable attributes for the niches of special cocoa markets.

Keywords: cocoa clones, aromas, flavors, quality, organoleptic

Resumen

En el jardín clonal de la Estación Experimental Cacaotera Mata Larga del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), localizada en San Francisco de Macorís, República Dominicana, se tiene un jardín clonal con accesiones de cacao que tienen potencial para desarrollar cultivares diferenciados por sus atributos de calidad organoléptica. Como parte de la colección, se disponen de clones de cacao introducidos ICS, provenientes de Trinidad y Tobago, obtenidos a partir cruces híbridos. Estos clones son reconocidos local e internacionalmente por su productividad y la calidad de sus almendras para su procesamiento. Este estudio tiene como objetivo determinar las características organolépticas de los clones ICS-1, ICS-8, ICS-39, ICS-40, ICS-60 e ICS-95. Se tomó una muestra de cacao en baba de cada uno de los clones, se micro fermentaron en bolsas de nylon, posteriormente se secaron y se procedió a su torrefacción, descascarado, molienda y refinado para producir licor de cacao, el cual fue evaluado por un panel de catadores. Las características organolépticas evaluadas fueron: astringencia, amargor, acidez, aromas y sabores especiales. Se encontró que el perfil sensorial promedio de los licores de cacaos de ICS se caracterizan por la presencia de sabor frutal, especialmente frutas tropicales y ligeras notas de frutas seca. Se concluye que los cacaos evaluados muestran atributos deseables para los nichos de mercados de cacao especiales.

Palabras clave: clones de cacao, aromas, sabores, calidad, organoléptica

INTRODUCCIÓN

El cacao de la República Dominicana es reconocido internacionalmente como cacao fino y de aroma. El cacao fino se define como almendras con alto potencial aromático y otras cualidades sensoriales que lo distingue de los demás, Pérez (2006). La calidad aromática de un chocolate es una cualidad que está relacionada con el origen de las almendras, con el tratamiento poscosecha y el tostado, Pérez (2006). Gutiérrez (2007) sostiene que la calidad final de un cacao fino depende de los siguientes factores: 50% de tipo genético, 20% por manejo poscosecha (fermentación y secado), 25% por transformación (tostado y conchado) y 5% se debe al suelo y al manejo agronómico. Romero (2004), resalta que los fabricantes de chocolate realizan pruebas complejas para determinar las cualidades organolépticas del grano.

En el jardín clonal de la Estación Experimental Cacaotera Mata Larga localizada en San Francisco de Macorís, en el noroeste de la República Dominicana, se dispone de clones de cacao ICS, del tipo genético trinitario. Estos clones son resultado del cruzamiento entre cacaos tipos criollo y forastero. Su calidad de almendras y características botánicas son intermedias, Arguello *et al.* (2000). Se utilizan como yemas para injertía para multiplicarlo sin perder sus características. Las mejores cruces identificadas combinan el sabor del cacao criollo con el vigor del forastero, produciendo cacao con alta demanda para su uso en chocolates de alto grado de sabor, Martínez (2007).

¹ Investigadores en cacao. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. Correo electrónico mventura@idiaf.gov.do, marisolventuralopez@gmail.com

Los clones ICS tienen potencial para desarrollar cacao diferenciados por sus atributos de calidad. Su utilización en la formación de híbridos y para injertía, puede contribuir a situar al cacao dominicano en mejores condiciones para su comercialización en los mercados internacionales y contribuir a mejorar los ingresos de los actores en la cadena de comercialización. El objetivo de este estudio es determinar las características organolépticas o perfiles sensoriales de clones de cacao ICS disponibles en el jardín clonal de la Estación Experimental Cacaotera Mata Larga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Este estudio se realizó en el laboratorio de calidad de la empresa Rizek Cacao SAS y la compañía Guittard, de Estados Unidos de América, a partir de clones colectados en el Jardín Clonal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en la Estación Experimental Cacaotera Mata Larga en San Francisco de Macorís.

Material genético

Se evaluaron seis clones de cacao ICS, pertenecientes al cacao Trinitario de Trinidad y Tobago. Estos fueron: ICS-1, ICS-8, ICS-39, ICS-40, ICS-60 e ICS-95.

VARIABLES ESTUDIADAS

Se estudiaron características organolépticas de las semillas de cacao. Estas fueron: astringencia, amargor, acidez, sabor a cacao, aromas y sabores especiales. Para su estudio, se tomó una muestra de un kilo de cacao en baba, las muestras se micro fermentaron en bolsas de nylon, se secaron y se procedió a su torrefacción, descascarado, molienda y refinado para producir el licor de cacao, el cual se utilizó para ser evaluado por un panel de catadores. Para determinar los atributos de cada muestra, los miembros de un panel de catadores autorizados tomaron una pequeña cantidad de licor de cacao en el extremo de una paleta plástica pequeña colocándola sobre su lengua por un espacio de 15 a 20 segundos. Los catadores esperaron de 2 a 3 min después de limpiar la boca para que se pierdan los sabores remanentes de la muestra anterior. Los resultados de cada valoración fueron registrados para su posterior análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producto de las evaluaciones de los catadores, se presenta el perfil sensorial promedio de los licores de cacao ICS evaluados, que en general se caracterizan por la presencia del sabor frutal, especialmente frutas tropicales. Además, se encontró sabores a frutas secas

y ligeras notas florales, figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6. La correspondencia de los sabores agradables manifiesta la influencia del tipo genético en la calidad sensorial de las semillas. En ese mismo orden, Pérez (2006) encontró que la calidad aromática de un chocolate es una cualidad que está relacionada con el origen de las almendras, con el tratamiento poscosecha y el tostado..

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de las evaluaciones del panel de catadores, en relación a las características organolépticas, los cacao evaluados de los clones trinitarios ICS, se concluye que muestran características deseables por los mercados de calidad, por la presencia de sabores frutales, especialmente frutas tropicales. En los clones estudiados se encontró sabores a frutas secas y ligeras notas florales. La correspondencia de los sabores agradables se atribuye al componente genético de la calidad sensorial de las semillas.

Para programas de fomento de cacao orientados a la calidad del cacao dominicano, se recomiendan los clones evaluados para ser utilizados en programas tanto de mejoramiento genético como su utilización de manera directa en el mejoramiento de la calidad en el establecimiento de nuevas plantaciones o planes de renovación de cacao de la República Dominicana.

LITERATURA CITADA

- Arguello, O.; Mejía L.; Palencia, C. 2000. Origen y descripción botánica. *In* Tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Bucaramanga, CO. Pp 10-12. (En línea). Revisado el 12 de octubre 2016. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/3832>
- Gutiérrez, M. 2007. Manual de prácticas de control de calidad de cacao en centros de acopio. Asociación de Productores de Cacao de Piura (Aprocap). San Juan de Bigote Morropoli-Piura, PE. (En línea). Revisado el 10 de octubre 2016. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/handle/minam/1456/BIV01237.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Martínez, W. 2007. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Turrialba, CR. 101p. (En línea). Revisado el 10 de octubre 2016. Disponible en: http://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/julymartinez2007.pdf
- Pérez, R. 2006. Programa de Capacitación en la Cadena del Cacao. Módulo Poscosecha del Cacao. Unidad 1. El Cultivo del Cacao. Ecuador. Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables (Camaren). Quito, EC. 10 p.
- Romero, G. 2004. Mercado nacional e internacional del cacao. *In* Taller internacional de calidad integral de cacao. Teoría y práctica. Memorias Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INAP). Quedo, EC. 20 p.



Figura 1: Perfil sensorial del clon ICS-1



Figura 2: Perfil de sensorial del clon ICS-8



Figura 3: Perfil de sensorial del clon ICS-39

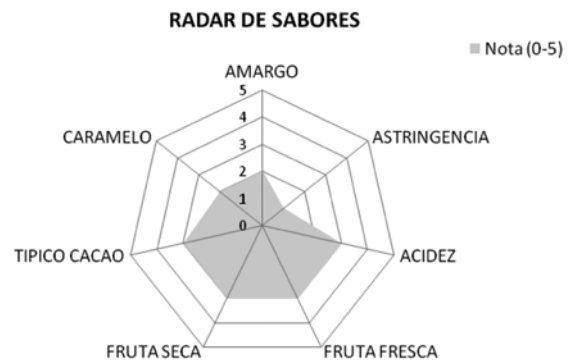


Figura 4: Perfil de sensorial del clon ICS-40

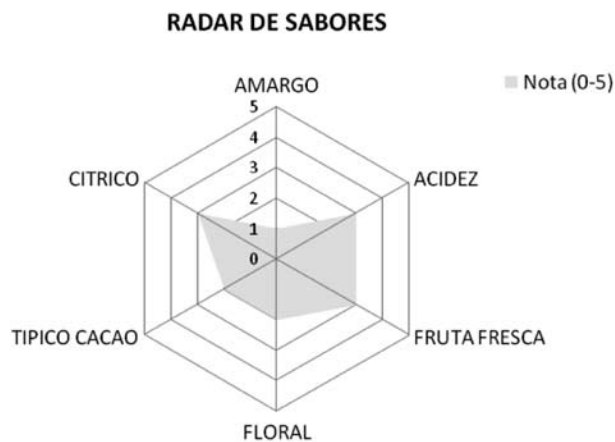


Figura 5: Perfil de sensorial del clon ICS-60



Figura 6: Perfil de sensorial del clon ICS-95

Evaluación de la población de micorrizas nativas asociadas a seis cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) en suelo ácido

Birmanía Wagner¹, Frans Castillo², Valeria Antigua³ y Elfrida Pimentel⁴

Abstract

Among the main problems affecting Dominican livestock are the poor quality of pastures, high raw material costs for the manufacture of concentrated foodstuffs and the lack of fertilizer culture of the pastures by the producers. This study aims to determine the presence and percentage of colonization of native mycorrhizal spores associated with cultivars of *Brachiaria brizantha*, on acid soils of a farm in Higüey, province of Altagracia, Dominican Republic. The variables studied were: spore numbers and percentage of native mycorrhizal colonization in cultivars of *Brachiaria brizantha*, in acid soils. For the study, a completely randomized design with 3 x 6 factorial arrangement and three replicates was used. The first factor was chemical, organic fertilizer based on bovine manure and a control without fertilizer. The second factor was cultivars with 6 levels, represented by *Brachiaria brizantha* cultivars: 'Piatá', 'Marandú', 'Xarae', 'Toledo', 'Mulato II' and 'Sabana'. Isolation of spores was done according to the method of Gerderman and Nicholson (1963). The staining of roots according to Phillips and Hayman (1970). The spore count in 100 grams of dry soil and percentage of colonization was analyzed with InfoStat (2015), with tests of non-parametric analysis of Kruskal Wallis. Eight morphotypes were identified, of which only the genera *Glomus* and *Acaulospora* could be classified. In the roots, no fungal structures were found to confirm the presence of mycorrhizae. There was no difference between the amount of spores associated with the cultivars.

Keywords: bovine manure, chemical fertilizer, *Brachiaria brizantha*, symbiosis, mycorrhizae

Resumen

Entre los principales problemas que afectan la ganadería dominicana están la mala calidad de las pasturas, altos costos de materia prima para la fabricación de los alimentos concentrados y la falta de cultura de fertilización de los pastos por los productores. Este estudio tiene por objetivo determinar la presencia y porcentaje de colonización de esporas de micorrizas nativas asociadas a cultivares de *Brachiaria brizantha*, en suelos ácidos de una finca en Higüey, provincia la Altagracia, República Dominicana. Las variables respuestas estudiadas fueron: número de esporas y porcentaje de colonización de micorrizas nativas en cultivares de *Brachiaria brizantha*, en suelos ácidos. Para el estudio, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 6 con tres repeticiones. El primer factor fue fertilización química, orgánica a base de estiércol bovino y un testigo sin fertilizante. El segundo factor fueron los cultivares con 6 niveles, representados por los cultivares de *Brachiaria brizantha*: 'Piatá', 'Marandú', 'Xarae', 'Toledo', 'Mulato II' y 'Sabana'. El aislamiento de esporas se realizó según el método de Gerderman y Nicholson (1963). La tinción de raíces según Phillips y Hayman (1970). El conteo de esporas en 100/gramos de suelo seco y porcentaje de colonización fue analizado con InfoStat (2015), con pruebas de análisis no paramétrico de Kruskal Wallis. Se identificaron ocho morfotipos, de los cuales solo se pudo clasificar hasta los géneros *Glomus* y *Acaulospora*. En las raíces, no se encontraron estructuras de hongos que confirmaran la presencia de una micorrización. No hubo diferencias entre cantidad de esporas asociadas a los cultivares.

Palabras clave: estiércol bovino, fertilizante químico, *Brachiaria brizantha*, simbiosis, micorrizas

INTRODUCCIÓN

La fertilidad del suelo es uno de los principales factores que afectan la productividad agrícola porque está directamente relacionada con la calidad nutricional de las plantas. En la República Dominicana, los ecosistemas de suelos ácidos constituyen las zonas de uso potencial para la ganadería por su amplitud en el país y por la gran cantidad de especies forrajeras que se adaptan a esas condiciones de pH (Lascano 2002).

El manejo tradicional de esos ecosistemas ha involucrado fertilización química, el uso de maquinaria para el acondicionamiento de los suelos y el establecimiento

de monocultivo, con lo cual se ha generado desgaste y erosión del mismo. Un suelo con un pH entre 5 a 6.5, generalmente, posee baja cantidad de P, N y materia orgánica (Barea y Azcón 1991).

Aprovechar los beneficios de la asociación simbiótica de microorganismos del suelo, es una alternativa de manejo de la pastura que permite un aumento de su calidad nutricional. Mediante estos mecanismos biológicos se logra la restauración de suelos, sin perturbar y/o empeorar su condición. Entre estos mecanismos, se pueden citar las asociaciones simbióticas como las de micorrizas arbusculares (MA) (endomycorriza donde el

¹ Profesora investigadora Facultad Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Escuela de Zootecnia. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

² Trabajo de tesis para optar por el título de ingeniero agrónomo, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

³ Estudiante Zootecnia UASD.

⁴ Profesora investigadora Facultad Ciencias. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

hongo penetra en las células corticales de las raíces de una planta vascular) y otras especies de plantas.

Las micorrizas son asociaciones entre plantas y hongos benéficos, que actúan incrementando el volumen de la raíz y permiten una mayor exploración de la rizósfera. Son considerados los componentes más activos de los órganos de absorción de los nutrientes de la planta, que provee al hongo simbionte de nutrientes orgánicos y de un nicho protector, Corredor (2008).

Los hongos micorrízicos se especializan en ayudar a las plantas en la captación de fósforo del suelo, mejoría en la absorción del agua y facilita la absorción de nutrientes del suelo.

También, existen en el suelo bacterias gran negativas como el *Rhizobium*, que se asocian a leguminosas, son especializadas en la captación del nitrógeno atmosférico y otros microorganismos habitantes de la rizósfera de las plantas, con capacidad de movilizar nutrientes a través de la solubilización de elementos, Franco (2000).

Debido a los efectos negativos en el suelo causados por los fertilizantes químicos, se trabaja desde hace años en la búsqueda de alternativas que disminuyan su uso.

La simbiosis micorrízica aumenta la absorción de nutrientes, tales como: nitrógeno, potasio, calcio, zinc, magnesio y, especialmente, fósforo. Mejora el transporte y la absorción de agua en la planta, la resistencia de la planta huésped a la sequía, Merryweather y Fitter (1996), Alkaraki y Clark (1998), Rivas (1997) y Alkaraki (1998). Adicionalmente, contrarresta el ataque de patógenos, ya sea por la ocupación previa del espacio de las raicillas o por la estimulación de los mecanismos de defensa bioquímica y, finalmente, contribuye a la formación de agregados del suelo, Dassi *et al.* (1998) y Cuenca *et al.* (1998).

La micorrización de las raíces es una de las técnicas biológicas utilizadas para contrarrestar el efecto negativo de los fertilizantes químicos. Sin embargo, en la producción de pastos su uso es limitado. Generalmente, los estudios con micorrizas son dirigidos a leguminosas y muy pocos a gramíneas, Noda (2009). La simbiosis de las endomicorrizas arbusculares es importante para promover la sanidad y la productividad en los cultivos de importancia agrícola, ganadera y forestal, entre otros, Gómez *et al.* (1996).

Esta relación es benéfica tanto para la planta como para el hongo, el hongo contribuye con la planta en la absorción de nutrientes y agua, para sobrevivir y la planta proporciona al hongo carbohidratos producidos a través de la fotosíntesis, Trappe y Schenck (1982).

Resultados de investigaciones con hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA) en relación con la producción de biomasa seca y el contenido químico en especies forrajeras, evidencian el beneficio que proporcionan estos hongos en función a la especificidad, capacidad de infectar, época (lluviosa o seca), fertilización y la dependencia, Jehne (1991).

Este estudio tiene como objetivo determinar la presencia y porcentaje de colonización de esporas de micorrizas nativas asociadas a cultivares de *Brachiaria brizantha* en los suelos ácidos de la Hacienda El Mamey en Higüey, provincia La Altagracia, en el este de la República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Hacienda El Mamey, en el paraje El Mamey, Higüey, provincia La Altagracia, en el este de la República Dominicana. El área de estudio está localizado geográficamente en las coordenadas 18°37'5" latitud N y 68°42'40" longitud O, con una precipitación promedio anual de 1443.8 mm y temperatura media anual de 26.3 °C.

Para el estudio, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 6 con tres repeticiones. El primer factor fertilizante compuesto de 3 niveles: fertilización química, orgánica a base de estiércol bovino y un testigo absoluto, sin fertilización. El segundo factor cultivares, con 6 niveles, representado por los cultivares de *Brachiaria brizantha*, 'Piatá', 'Marandú', 'Xarae', 'Toledo', 'Mulato II' y 'Sabana'.

Las variables respuestas estudiadas fueron: número de esporas en 100 gramos de suelo y porcentaje de colonización en raíces.

El experimento fue realizado en parcelas previamente establecidas de los cultivares de *Brachiaria brizantha*. A los 60 días después de la siembra, se procedió a realizar un primer corte de homogenización de las parcelas e inmediatamente se realizó la primera aplicación del fertilizante químico de la fórmula 16-20-10, a razón de 150 kg/ha/año y el estiércol de bovino razón de 50 ton/ha/año.

Se tomaron muestras de aquellas parcelas cuya fertilización estuvo basada en químico, estiércol y tratamiento testigo, tomando un kilogramo de suelo con raíces por parcela.

Las muestras se depositaron en bolsas plásticas previamente etiquetadas las cuales contenían el tipo de pasto, tratamiento y fecha de recolección. Para el transporte, fueron colocadas en nevera de foam con hielo, para su transporte y conservación.

Las muestras se dejaron a temperatura ambiente por 4 días en secado natural hasta obtener el mínimo de humedad. Posteriormente, se procedió al tamizado utilizando un tamiz malla 250 y 38 μ , respectivamente, a fin de separar las partículas grandes de suelo como piedras y otras no deseadas.

Tamizado de las muestras de suelo

Para este procedimiento, se pesaron 10 g de suelo y se colocó en un erlenmeyer, al cual se le agregaron 100 ml de agua, se llevó a un agitador por 15 minutos, se le agregó más agua y se procedió a su tamizado. Este procedimiento se repitió dos veces, a fin de asegurar la mayor recolección de esporas en el suelo.

Tabla 1. Distribución y arreglo de los tratamientos.

Tratamientos	Siglas	Estiércol bovino	Fertilizante mineral
Piata 100%	PA	Sin aplicación	Con aplicación
	PB	Con estiércol	Sin aplicación
	PC	Sin aplicación	Sin aplicación
Marandú	MA	Sin aplicación	Con aplicación
	MB	Con Estiércol	Sin aplicación
	MC	Sin aplicación	Sin aplicación
Xarae	XA	Sin aplicación	Con aplicación
	XB	Con Estiércol	Sin aplicación
	XC	Sin aplicación	Sin aplicación
Toledo	TA	Sin aplicación	Con aplicación
	TB	Con Estiércol	Sin aplicación
	TC	Sin aplicación	Sin aplicación
Mulato	MuA	Sin aplicación	Con aplicación
	MuB	Con Estiércol	Sin aplicación
	MuC	Sin aplicación	Sin aplicación
Sabana	SA	Sin aplicación	Con aplicación
	SB	Con Estiércol	Sin aplicación
	SC	Sin aplicación	Sin aplicación

A= Fertilizante mineral; B=Estiércol de bovino; C= sin aplicación

Luego del lavado y tamizado del suelo, se recogió del tamiz inferior de 38 μ , el material que quedó depositado y se vertió en un tubo de centrifuga de 50 ml con volumen de agua entre 20 a 25 ml, luego se añadió, con ayuda de una jeringa con una manguerilla rígida adaptada, 20 ml de sacarosa al 72 % con Tween 80 al 2 %; se introdujo la manguerilla adaptada a la jeringa hasta el fondo del tubo, de manera que al añadirle la solución de sacarosa esta quede depositada debajo del material (suelo). Este paso se realiza con el propósito de lograr que las esporas suspendidas en el agua azucarada, queden suspendidas en la parte superior como sobrenadante y puedan ser colectadas con mayor facilidad. Finalmente, se coloca el tubo en la centrifuga y se programa la misma a 2000 revoluciones por 5 minutos, Gerderman y Nicholson (1963).

Aislamiento de las esporas

Terminado el tiempo en la centrifuga, se retiran los tubos de la centrifuga con cuidado para no romper la interface que se forma entre el agua y la sacarosa. Posteriormente, con ayuda de una jeringa con una manguerilla adaptada, se absorbe de la interface la parte del agua que es donde se encuentran las esporas flotando. Se absorbe un poco de la superficie de la solución de sacarosa para extraer las esporas que quedaron atrapadas en esta solución. Luego el contenido de la jeringa se vierte a través de un tamiz de 38 μ , se lava para quitar la sacarosa adherida a las esporas y se colecta el contenido de este tamiz en una caja Petri cuadrículada, para realizar el conteo y caracterización de esporas.

Conteo, identificación de morfotipos y caracterización de esporas

La única estructura de las micorrizas que permiten su identificación morfológica, entre los diferentes géneros y especies, son las esporas que producen y que pueden ser aisladas desde el suelo, ya que no existen claves taxonómicas actualizadas que conlleven a su identificación, Peña *et al.* (2006).

Identificación de morfotipos

Para identificar los morfotipos de las esporas aisladas, se utiliza un estereoscopio y una caja de Petri cuadrículada. El proceso de identificación de los morfo tipos se realizó recorriendo cada uno de los cuadrantes de dicha caja e identificando cada una de las esporas por su color, forma, accesorios presentes y número de paredes.

Caracterización de esporas

El método descrito por Schenck y Pérez (1990), caracteriza las esporas por color, forma y número de paredes, entre otros.

El procedimiento para la caracterización de las esporas consistió en extraer esporas que previamente se había identificado morfológicamente. Esta extracción se hizo con una micro pipeta, después se colocan en un porta objeto y se observan en el microscopio, allí con la ayuda de una aguja de disección se rompen las esporas así se pueden observar las paredes germinales y sus capas lo que permite identificar las esporas taxonómicamente.

El proceso para identificar las esporas utilizado fue descrito en el Manual para Identificación de Hongos Formadores de Micorriza Arbuscular (HMA), Schenck y Pérez (1990) y comparando las esporas observadas con las imágenes y descripciones de las especies descritas por el doctor Joseph Morton, que se encuentran en la Invasión Colección Internacional de Hongos Micorrizogénos Arbusculares, West Virginia University, WV, USA, (<http://fungi.invam.wvu.edu/>).

También se utilizaron las imágenes y descripciones del doctor Janusz Blaszowski (Departamento de Patología de Planta de la Universidad Agrícola de Szczecin, Polonia) (<http://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszowski>).

Conteo de morfotipos identificados

El conteo de esporas fue realizado según el método de Gerderman y Nicholson (1963). Las muestras fueron colocadas en una caja de Petri cuadrada y recorriendo cada cuadrante se determinó el número de esporas de cada cuadrante y se determinó el número de esporas de cada morfotipo con un contador manual.

Porcentaje de colonización en raíz

La tinción de raíces se realizó utilizando el método recomendado por Philips y Hayman (1970), de la siguiente manera:

1. Lavar las raíces con abundante agua corriente, luego se introduce en un tubo de centrifuga de 50 ml se cubren con una solución de KOH al 10 % así se coloca en baño de maría a 90° C por 10 minutos.
2. Después, se lava con agua corriente utilizando un tamiz 38µ para evitar pérdida durante el lavado, a continuación, se vuelve a cubrir con una solución de KOH al 10 % y H₂O₂ al 10 % en proporción 1:1 (v/v), dependiendo de la raíz que sea, dejar de 5 a 10 minutos.
3. Se lava con agua corriente y se cubre con HCL al 1N para acidificar las raíces durante 10 minutos, se descarta el HCL sin lavar las raíces.
4. Se cubre con el azul de tripanal al 0.05 % y se lleva a baño de maría por 10 minutos.
5. Se vierte el colorante en un recipiente y guardar. Se lavan las raíces con agua destilada esta agua se descarta y se le vuelve a agregar más agua destilada para dejar las raíces reposando por 12 horas.
6. Luego de este proceso, se seleccionan 10 fragmentos de raíz de 2 cm de largo cada una y se colocan de forma horizontal en un porta objeto y luego colocamos el cubre objeto, se observa en el microscopio y se describen las estructuras fúngicas que se encuentran dentro de las raíces.
7. El porcentaje de colonización se calcula utilizando la fórmula de Sieverding (1991):

$$\frac{\text{numero de raíces infectadas}}{\text{numero de raíces observadas}} \times 100 = \% \text{ de raíces infectadas}$$

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa informático InfoStat, Di Rienzo *et al.* 2015. Se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas los cuales no se cumplieron, esto condicionó a la realización de un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis de forma individual para las variables número de espora en 100 gramos de suelo seco y porcentaje de colonización en 20 cm de raíz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de morfotipos y caracterización de esporas

En el proceso de aislamiento de esporas se determinaron 8 morfotipos distintos los cuales, por razones de visibilidad, solo fueron caracterizados por género ya que su apreciación en el microscopio no era muy clara y no se observó los detalles que permiten identificar a que especie pertenecen las esporas. Se encontraron esporas que, aunque pertenecían al mismo género, no presentaron las mismas características morfológicas, coincidiendo con reportes por Schenck y Pérez (1990).

A continuación, las esporas junto a ellas sus características, género al que pertenece y una foto que se tomó durante el proceso de caracterización. Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

El análisis de los resultados correspondiente al conteo de las esporas, no muestran diferencias estadísticas significativas para la interacción, los efectos principales de variedad ni fertilizantes evaluados en este estudio ($\text{prob} > F = 0.8001, 0.5365 \text{ y } 0.9192 > \alpha = 0.05$, respectivamente). Es decir, que ninguno de los factores influyó en el número de esporas.

El conteo de las esporas mostró que la población en el área de estudio fue baja y los propágulos de hongos micorrízicos no tuvieron presencia.

Según Auge (2000), la baja presencia de esporas y la ausencia de propágulos puede deberse al sometimiento de perturbaciones del suelo durante el proceso de establecimiento del experimento.

Colonización en raíces

No se observó coloración de raíces. No se observaron estructuras fúngicas como: hifas, arbusculos y vesículas en las raíces. No se observó estructuras, que se atribuye al estado nutricional de las plantas no ocurrió la simbiosis para surtir el efecto de asociación hongo-planta.

Según Kernaghan (2005), son muchos los factores tanto abióticos como bióticos que afectan la colonización de los hongos micorrízicos, entre ellos: la baja cantidad de propágulos presente en los terrenos y tiempo de establecimiento de las pasturas al momento de la recolección de muestras, esto sumado a la posibilidad de que las plantas no exudaran las sustancias químicas que permiten al hongo reconocerlas como su hospedero para que pueda ocurrir la simbiosis, Vierheilig y Piché (2002). Otra posibilidad pudo ser el factor tiempo de establecimiento de las plantas y

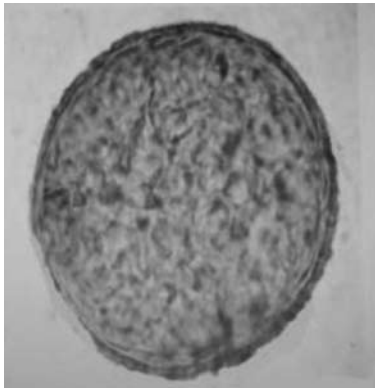


Figura 1. Género *Acaulospora* sp. color amarillo oscuro, forma globosa, número de paredes 2.

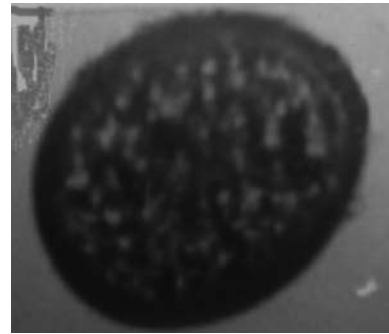


Figura 2. Género *Glomus* sp color castaño oscuro, forma subglobosa, número de paredes 2.

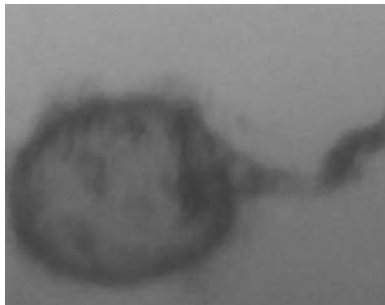


Figura 3. Género *Glomus* sp 1 color transparente, forma oblonga, número de paredes 2.



Figura 4. Género *Glomus* sp 2: color amarillo, forma oblonga, número de paredes 3.

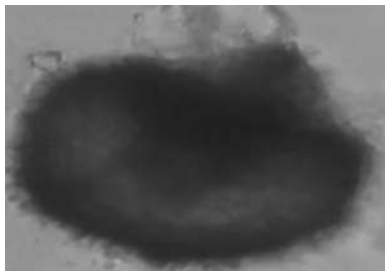


Figura 5. Género *Glomus* sp 3: color castaño, forma oblonga, número de paredes 3.

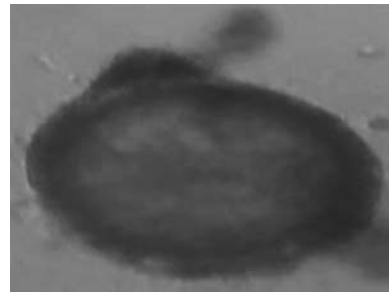


Figura 6. Género *Glomus* sp 4: color amarillo pálido, forma globosa, número de paredes 3.

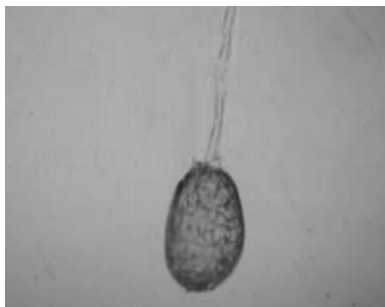


Figura 7. Género *Glomus* sp 5: color amarillo, forma subglobosa, número de paredes 3.

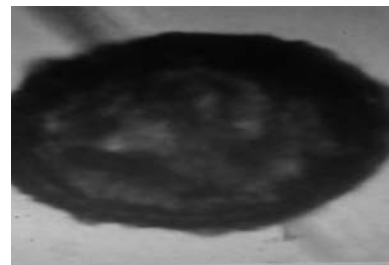


Figura 8. Género *Glomus* sp 6: color castaño oscuro, forma subglobosa, número de paredes 3.

momento de la recolección de muestras, Vierheilig y Piché (2002), esto sumado a la posibilidad de que las plantas no exudaran las sustancias químicas que permiten al hongo reconocerlas como su hospedero y pudiera ocurrir la simbiosis, Horan y Chilvers (1990).

CONCLUSIONES

Se identificaron ocho morfo tipos. De los morfo tipos identificados solo se pudo clasificar los géneros *Glomus*, que representó el 80 % y *Acaulospora* que representó el 20 % de los géneros caracterizados.

En las raíces no se encontró estructuras de hongos como hifas, arbusculos, ni vesícula

Según los resultados no se encontraron diferencias entre cantidad de esporas asociadas a los cultivares y en la colonización en raíces.

RECOMENDACIONES

En vista de que en la República Dominicana no se tienen referencias de investigaciones sobre hongos micorrizicos arbusculares, se recomienda que se continúe con las investigaciones y se extienda a otras especies de pastos, en diferentes suelos y zonas de vida del país, a fin de crear una base de datos sobre el tema.

LITERATURA CITADA

Almeida, R.; De Freire, V.; Vasconcelos, I. 1985. infección de micorrizas vesícula arbuscular en gramíneas y leguminosas herbáceas y arbustivas en dos suelos del estado de Ceara. *Ciencias Agronómica* 16(1): 69-73.

Alkaraki, G.; Clark, R. 1998. Benefit, cost and weater use efficiency of arbuscular mycorrhizal durum wheat grown under drought stress. *Micorrhizal* 8 (1): 41.

Alkaraki, G.; Clark, R. 1998. Growth, mineral acquisition and weater use by micorrhizal wheat grown under weater stress. *J. of Plant Nutrition* 21 (2): 263.

Auge, R. 2000. Stomatal behavior of arbuscular mycorrhizal plants. In: Kapulnik Y and Douds DD Eds. *Arbuscular M ycorrhizas: physiology and function*. Kluwer Academic publishers, Dordrecht, NL. 384 p.

Barea, J.; Azcon-Aguilar, C. 1998. Mycorrhiza and their significance on nodulating nitrogen fixing plants. *Adv. Agron.* 36: 1-54.

Barkworth, M.; Capels, K.; Long, S.; Piep, B. 2003. Magnoliophyta: Commelinidae (in part): poaceae, part 2. 25: i-xxv, 1-783. In *Fl. N. Amer.* Oxford University Press, New York, NY.

Corredor, G. 2008. Micorrizas arbusculares: aplicación para el manejo sostenible de los agrosistemas. (En línea). Revisado el 10 de octubre 2016. Disponible en: <http://www.turipana.org.co/micorrizas.html>

Cuenca, G. 1998. Arbuscular mycorrhizae in the rehabilitation of fragile dregade tropical land. *Biology and Fertily of Soil.* 26 (2): 107.

Dassi, B.; Dumas-Gaudot, E.; Gianinazzi, S. 1998. Do pathogenesis-related (PR) proteins play a role in bioprotection of mucorrhizal tomato roots towards *Phytophthora parasitica*? *Physol. Mol. Plant pathol.* 52:167-183.

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. Infostat, versión 2008. Grupo Infostat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.

Franco, J. 2000. Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas. (En línea). Revisado el 10 de octubre 2016. Disponible en: http://www.bioscripts.net/col/Apuntes/Nutricion_Vegetal/Trabajo_de_nutricion_vegetal.pdf

Gerdeman, J.; Nicolson, T. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by west sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46: 235-244.

Gómez, R. 1996. Principales resultados de la aplicación de biofertilizantes en cultivos de interés económicos en cuba utilizando la tecnología de recubrimiento de las semillas. En: IX Seminario del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Programa y Resúmenes. La Habana. CU. 72 p.

Howler, R.; Sierveding, E.; Safir, S. 1985. aspectos prácticos de la tecnología de las micorrizas en algunos cultivos y pasturas tropicales. *Plant and soil* 100: 249-283.

Kernaghan, G. 2005. Mycorrhiza diversity: Cause and effect? *Pedobiology* 49: 511-520.

Lascano, C. 2002. Cultivar Toledo, *Brachiaria brizantha* (Accesion CIAT 26110): gramíneas de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana: corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Cali, CO. 22p.

Merryweather, J.; Fitter, A. 1996 Phosphorus nutrition of an obligately mycorrhizal plant treated with the fungicide benomyl in the field. *New Phytologist* 132: 307-311.

Noda Y. 2009. Las micorrizas: una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". La Habana, CU. *Pastos y Forrajes* 32(2). 10 p. (En línea). Revisado el 10 de octubre 2016. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001

Phillips, J.; Hayman D. 1970. Improved procedures for clear ringroots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment to infection. *Trans Brit. Mycol. Soc.* 55:158-161.

Safir, G.; Duniway, J. 1984. Evaluation of plant response to colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal research. Florida: thirdprinting, APS, Press. 78 p.

Schenck, N.; Pérez, Y. 1990. Manual for the Identification of Va Mycorrhizal Fungi. Synergistic Publication, Gainesville, FL. 286 p.

Sieverding, E. 1991. Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. *GTZ, Eschborn, DE.* 371 p.

Vierheilig, H.; Piche, Y. 2002. Signaling in arbuscular mycorrhiza: facts and hypotheses. In: manthey, J, buslig, B, eds. *Flavonoids in the living system*. Plenum Press. New York, NY.

Tabla 2. Conteo de esporas/100 gramos de suelo recolectado según cultivar de *Brachiaria brizantha*.

Tratamientos	Piata	Marandu	Xarae	Toledo	Mulato II	Sabana
Químico A	7	8	0	1	2	2
Estiércol B	1	5	8	3	6	4
Testigo C	0	3	2	3	2	3

Producción de forrajes hidropónico de maíz comercial usando tres dosis de cal agrícola para desinfección

Birmanía Wagner**, Jazmín Carela* y Ángel Pimentel ***

Abstract

Hydroponic maize fodder is a fast alternative for producing quality feed for cattle, however, its nutritional and nutritional value is little known by producers in the Dominican Republic. This study was carried out on the farm of a milk producer in Guaraguano, Baní, province of Peravia, Dominican Republic, with the objectives of determining the optimum pre-germination time, yield in green matter, dry matter, forage and cost of production. Commercial maize seeds were used and pre-germinated for 24 hours, planted in 1-m² plastic trays with six pounds of corn in a controlled environment for fourteen days and irrigation was applied until the shoots reached a size of three to four centimeters. For the field study a completely randomized design was used according to split plots. The treatments were lime doses for disinfection, consisting of 4.2, 6.4 and 12.6 grams for the treatments with four replicates. According to the results, there were no significant differences for plant height and productivity at seven days. However, the response changed to fourteen days, where treatment 4.2 g exceeded treatments 6.4 and 12.6 g. 4.2 g is the optimal dose for disinfection of the seeds.

Keywords: commercial corn, pre germination, fodder, cultivation method.

Resumen

El forraje de maíz hidropónico es una alternativa rápida de producción de calidad para la alimentación del ganado, sin embargo, su valor alimenticio y nutricional es poco conocido por los productores en la República Dominicana. Este estudio se realizó en la finca de un productor de leche en Guaraguano, Baní, provincia Peravia de la República Dominicana, con los objetivos de determinar el tiempo óptimo de pre germinación, el rendimiento en materia verde, materia seca, contenido nutritivo del forraje y costo de producción. Se utilizó semillas de maíz comercial y se sometió a un proceso de pre germinación por 24 horas, siembra en bandejas plásticas de 1 m² con seis libras de maíz, en ambiente controlado por catorce días y se aplicó riego hasta que los brotes alcanzaron un tamaño de tres a cuatro centímetros. Para el estudio de campo se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas. Los tratamientos fueron dosis de cal para desinfección, consistentes en 4.2, 6.4 y 12.6 gramos para los tratamientos con cuatro repeticiones. De acuerdo a los resultados, no hubo diferencias significativas para altura de planta y productividad a los siete días. Sin embargo, la respuesta cambió a los catorce días, donde el tratamiento 4.2 g superó a los tratamientos 6.4 y 12.6 g. 4.2 g es la dosis óptima para desinfección de las semillas.

Palabras clave: maíz comercial, pre germinación, forrajes, método de cultivo.

INTRODUCCIÓN

La producción animal es afectada por factores que se interrelacionan entre sí y que, dependiendo de su magnitud, repercuten positiva o negativamente sobre el desempeño general de los animales. Los productores pecuarios jerarquizan en orden de importancia los factores en la producción animal: genética, ambiente, reproducción, sanidad y alimentación y nutrición del ganado en época de sequía. Con Animales bien alimentados mayores beneficios tendrá la explotación, los animales tienden a enfermarse menos, los índices reproductivos son mayores y los ingresos económicos aumentan.

Unas de las alternativas alimenticias rápida y de calidad es el uso de forraje verde hidropónico(FVH). El FVH es el espacio reducido con diferentes especies vegetales y condiciones hostiles, para alimentar animales domésticos, equinos, bovinos, caprinos y conejos (Nava *et al.* 2005).

El FVH es recomendado cuando no se cuenta con suficiente área para producir el pasto y suplir los requerimientos nutricionales de los animales, el cual consiste en la germinación de semillas y su posterior crecimiento, bajo condiciones ambientales controladas, en ausencia de suelo, Rotar (2004).

Según Elizondo (2005), el sistema ofrece una alternativa para la producción rápida y simple de forraje verde de gran valor en época seca o cuando las condiciones climáticas no permitan la cosecha de forraje.

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo, FAO (2001), Sin embargo, en la República Dominicana no se practica la técnica de hidroponía para producir forraje de calidad a pesar de

*Tesis para optar por el título Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo, DO.

** Escuela de Zootecnia. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo, DO.

*** Asesor de tesis. Profesor investigador. Escuela de Agronomía. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo, DO.

las ventajas que ofrece dentro de la dieta alimenticia ofrecida a los animales, en las diferentes etapas de crecimiento, producción y reproducción.

El uso de forraje verde hidropónico es recomendado para la alimentación en animales monogástricos y poligástricos. Estos animales consumen las primeras hojas verdes (parte aéreas), los restos de las semillas y la zona radicular. Estas partes de las plántulas constituyen un alimento completo rico en carbohidratos, proteínas y azúcares. Adicionalmente, su aspecto, sabor, color y texturas (características organolépticas), en adición a su palatabilidad, lo hace atractivo a los animales para su consumo. Con el consumo de FVH, la insalivación es mucho más fácil puesto que la humedad del pasto facilita la masticación al animal, aumentando su digestibilidad y la asimilación de los minerales que quedan como trazas en el colchón radicular, Rodríguez (2006).

En la República Dominicana se han realizado talleres sobre el cultivo hidropónico, su importancia y ventajas de esta técnica de producción, destacando la calidad y rapidez de las hortalizas producidas en ambiente protegido, Ortiz (2009).

La finalidad de este estudio es obtener información sobre la producción y calidad de forrajes hidropónicos de maíz utilizando dosis de cal agrícola para la desinfección de las semillas, para determinar el tiempo óptimo de pre germinación de las semillas de maíz, el rendimiento y el contenido nutritivo de forraje verde y el costo de producción del forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca Guaraguanó del productor Domingo Espinal, ubicada en Nizao, provincia Peravia en el sur de la República Dominicana, temperatura media anual de 27 °C, Indrhi (2000), precipitación media anual de 1,372 milímetros con valores máximos promedios de 2,610 y mínimos de 500 milímetros, Indrhi (2013).

Para establecer el experimento, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas completas fueron las dosis de cal (4.2, 6.4 y 12.6 gramos) y las subparcelas fueron las frecuencias o tiempos de cosecha (7 y 14 días). Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, rendimiento, contenido nutritivo de forraje y costos de producción.

Para el estudio se utilizó maíz comercial de la zona, material de siembra que es una mezcla compuesta por variedades tradicionales locales, mejoradas e híbridas, disponibles para la siembra bajo diferentes condiciones ecológicas y sistemas de producción.

Actividades previas al experimento

Previo al establecimiento del trabajo de campo, se determinó el tiempo óptimo de pre germinación de la semilla. Dos pruebas fueron realizadas, la primera de 24 horas y la segunda de 48 horas. Determinándose que 24 horas fue el tiempo óptimo.

Para la desinfección de las semillas de maíz comercial, se utilizó cal común (CaO), para eliminar esporas o bacterias que causan problemas en su germinación y crecimiento. Las semillas fueron colocadas con 4.2, 6.4 y 12.6 gramos de cal por tratamiento, respectivamente. Se removió y se dejó reposar en agua de cal durante 20 minutos. Pasado ese tiempo, se retiró todo el material que flotó, como: basura, semillas vanas, partidas o en mal estado. Posteriormente, se pasó al lavado definitivo de las semillas con agua corriente hasta eliminar todo residuo de la cal empleado durante el proceso. Cal agrícola o cal apagada (CaO), este producto está compuesto de un 46% de Ca (calcio) y un 64% de CaO (óxido de calcio).

Las semillas tratadas y lavadas se dejaron en agua clara durante 24 horas, agitándolas cada 12 horas a fin de oxigenarlas para extraer los gases. Pasada las 24 horas del proceso de pre germinación, se procedió a colocarlas en bandejas de un metro cuadrado, hechas de polietileno, dentro de un invernadero artesanal de tierra apisonado y tratado con cal común, para evitar contaminación del cultivo en las bandejas por estar ubicadas a nivel de suelo.

Las bandejas, se cubrieron con periódicos para garantizar la humedad en las capas superiores de las bandejas. Estas fueron regadas durante 14 días de ciclo de producción para la producción del forraje de maíz. Distribuidos de la siguiente forma, los primeros tres días se le aplicó riego con agua corriente sobre la cubierta hasta asegurar que el agua llegara a toda la masa de maíz sembrada.

Una vez formado un colchón radicular, a los tres días se procedió a retirar los periódicos con la finalidad de que las plantas iniciaran la fotosíntesis y las primeras hojas tomaran su color verde natural.

Tabla 1. Análisis de agua utilizada para el riego

(Micromhos /cm)						mq/l					
pH	CE	CCa ₂ ⁺	Mg ₂ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃	CO ₃	Na ₂ CO ₃	PSS	RAS
7.7	240	1.54	0.63	0.33	0.02	0.2	2.25	0.1	0.18	3.02	0.31

Fuente: Fertilizantes Químico Dominicano (Ferquido) 2014.

Solución nutritiva o solución madre

Esta solución se aplicó una vez formado un colchón radicular, dos veces al día, en la mañana y en la tarde, asperjado con bomba de mochila. La solución nutritiva estuvo compuesta de la siguiente manera: tanque A, 250 g de nitrato de calcio; tanque B, 430 g de Plamtar macro y tanque C, 15 g de Plamtar micro.

Tanque A). Nitrato de calcio contiene un 15.5% de nitrógeno y 19.0% de calcio. Fertilizante totalmente soluble en agua, recomendado para cualquier cultivo. Además, contiene nitrógeno nítrico y calcio asimilable, requeridos en grandes cantidades para el cultivo.

Tanque B). El Plamtar Macro contiene un 5% de nitrógeno total, 3.67% de nitrógeno nítrico (NO₃), 1.33% de nitrógeno amoniacal (NH₄), 8 % fósforo disponible (P₂O₅), 28% de potasio asimilable (K₂O), 5% magnesio asimilable y 8% azufre asimilable.

La fórmula es 5-8-28+5MgO-8S), soluble en agua, está diseñada para aportar al cultivo los nutrientes primarios necesarios en adición al azufre y magnesio. Su aplicación se combinó con nitrato de calcio y Plamtar Micro, para completar los nutrientes necesarios bajo esta modalidad de cultivo sin suelo.

Tanque C) El Plamtar Micro contiene 0.24% de cobre (Cu), 7.67% hierro (Fe), 2.88% magnesio (Mg), 1.02% zinc (Zn), 0.08% molibdeno (Mo) y 0.02% cobalto (Co). Cuya fórmula es 7% Fe, 1% Zn + S, es soluble en agua y aporta a los cultivos sembrados todos los micro nutrientes que necesita.

Su aplicación se combinó con nitrato de calcio y Plamtar Macro, para completar la gama de nutrientes necesarios bajo la modalidad hidropónica, donde todos los nutrientes deben ser aportados por los fertilizantes, porque se trata de un cultivo sin suelo.

Los datos colectados fueron analizados en un Anova e incluyó pruebas de diferencia mínima significativa (DMS), para establecer diferencias de la media de las fuentes de variación que resultaron significativas, para cual se utilizó el programa Infostat (versión 2013), Di Rienzo (2008).

VARIABLES EVALUADAS

1. Altura de planta a los siete y catorce días luego de germinadas las semillas. A los siete días después de la siembra, se realizó la primera medida de altura de planta. Se tomaron tres muestras en diferente sitio de la bandeja y luego se sacó un promedio por bandeja. La segunda se realizó a los catorce días (al momento de la cosecha).
2. Producción de forraje. La primera medida de producción del forraje se realizó a los siete días después de la siembra, se procedió al pesado en una balanza por bandeja y según tratamiento. La segunda medida se realizó a los catorce días siguiendo el procedimiento anterior. De cada tratamiento se tomaron submuestra para análisis de nutrientes.
3. Para el análisis de costo, se tomó en consideración el precio de los insumos: precio de maíz, precio de la cal y precio de los fertilizantes. No se tomó en cuenta la construcción del galpón y mano de obra, debido a que es parte de la infraestructura y personal de la finca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de los datos indican que no detectó diferencias estadísticas significativas entre las diferentes dosis de cal utilizadas para la desinfección.

En la Tabla 2, se observan comportamientos iguales para la frecuencia de 7 días con la diferentes dosis de cal, igual comportamiento se observa para la frecuencia de 14 días.

El análisis estadístico determinó que existe diferencias entre la frecuencia de siete y catorce días para los tratamientos de cal, esta frecuencia superó a la de 14 días dosis de cal. Los resultados de altura de planta a los 14 días de cosecha, coinciden con los trabajos realizados por Izquierdo (2002), donde reporta alturas promedio de 30 cm con cosecha a los 14 días.

Tabla 2. Relación entre la varianza dosis de cal y variable alturas de planta a los siete y catorce días.

Dosis-Cal*	Frec.	Media	n	E.E
4.2g	7	20.25	4	0.97
12.6g	7	20.25	4	0.97
6.4g	7	21	4	0.97
6.4g	14	29.75	4	0.97
12.6g	14	30	4	0.97
4.2g	14	32.25	4	0.97

*A= 4.2, B= 6.4 y C= 12.6 g de cal

Con respecto al rendimiento de forraje, Tabla 3, el tratamiento con 4.2g de cal difiere significativamente a los tratamientos 6.4g de cal y 12.6g de cal.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 4, no hay diferencias significativa entre los tratamientos 4.2g de cal, 12.6g de cal y 6.4g de cal, a los siete días, ni entre los tratamientos 6.4g de cal y 12.6g de cal a los catorce días. El tratamiento 4.2g de cal (14 días) superó a los demás tratamientos en la variable producción. Los datos de rendimiento a los 14 días de cosechas concuerdan con Vargas (2008), que reporta una relación de semillas de maíz a 1-3.4 a los 14 días.

Los resultados de la Tabla 4, muestran que no hay diferencias significativas entre los tratamientos 4.2g de cal, 12.6g de cal y 6.4g de cal a los siete días, ni entre los tratamientos 6.4g de cal y 12.6g de cal a los catorce días, el tratamiento 4.2g de cal (14 días) superó a los demás tratamientos en la variable producción. Los datos

de rendimiento a los 14 días de cosechas concuerdan con la investigación que, realizada por Vargas, (2008) donde reportan datos similares a los 14 días.

En cuanto al costo de producción, estos variaron según tratamiento tal como se muestra en la tabla 5.

CONCLUSIONES

- a) No hay diferencias significativas para la variable altura según dosis de cal.
- b) El rendimiento más efectivo resultó ser con la dosis de cal de 4.2 gramos y 14 días, obteniéndose una relación de 5 libras de forraje por cada libra de maíz (5:1).

RECOMENDACIONES

Continuar estos experimentos utilizando la dosis de cal optima y probar con otras fuentes de desinfección.

Tabla 3. Varianza dosis de cal y frecuencia de cosecha.

Dosis-Cal	Media	N	E.E	
12.6g	20.13	8	0.53	a
6.4g	20.69	8	0.53	a
4.2g	23.5	8	0.53	b

Tabla 4. Relación de varianza para evaluar dosis de cal y frecuencia de cosecha en el rendimiento de siete días y los catorce días.

Dosis-Cal*	Frec.	Media	n	E.E	
4.2g	7	20	4	0.73	a
12.6g	7	20.01	4	0.73	a
6.4g	14	20.13	4	0.73	a
12.6g	14	20.26	4	0.73	a
6.49g	7	21.25	4	0.73	a
4.2g	14	27	4	0.73	b

*A= 4.2, B= 6.4 y C= 12.6 g de cal

Tabla5. Costos de producción por tratamiento

Costos	Tratamiento A (4.2)	Tratamiento B (8.6)	Tratamiento C (12.8)
Maíz	78	78	78
Tratamientos (cal)	0.28	0.56	0.83
Muestras (fert.)	1.54	1.54	1.54
Total	79.82	80.1	80.37

LITERATURA CITADA

- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El Maíz en Cuba. Instituto Nacional de Ciencias (INCA). La Habana, CU. Cultivos Tropicales 30 (2): 113-120. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v30n2/ctr160209.pdf>
- Carballo, C. 2001. Manual de procedimientos para la elaboración de forraje verde hidropónico. Ganadería Holística. Sinaloa, MX. 17 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://200.26.174.77/assets/repositorioPdfs/DO-AGN-CONALE-0037.pdf>
- Castañeda, F. 1997. Manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin uso de tierras. Instituto de nutrición de centro América y panamá (Incap) y Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guatemala, GT. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.depadresahijos.org/INCAP/Hidroponicos.pdf>
- Castro, A. 2005. Forraje hidropónico para alimentar cabras. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. San José, CR. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cabra_hidro.html
- Cedaf (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, DO). 1998. Cultivo de maíz. Guía Técnica No. 33, Serie Cultivos. 51 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/maiz.pdf>
- Cruz, O. 2013. El cultivo de maíz. Manual para el cultivo del maíz en Honduras. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Dicta), Secretaría de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, HN. 27 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013.pdf>
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. Infostat, versión 2008. Grupo Infostat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- Elizondo, J. 2005. Forraje verde hidropónico: Una alternativa para la alimentación animal. Revista ECAG informa. 2005; (32): 36-39. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <https://antoniovyckovilchez.files.wordpress.com/2011/12/forraje-verde-hidroponico.pdf>
- Fuentes, M. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala, una guía para su manejo agronómico. Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas (ICTA). Guatemala, GT. 45 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2001. Forraje verde hidropónico (manual técnico). Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago, CL. 55 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>
- Izquierdo, J. 2002. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago, CL. 55 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>
- Indrhi (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, DO). 2013. Semana del 28 de enero al 3 de febrero 2013. Boletín Hidrológico Semanal. Santo Domingo, DO. 5 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.acqweather.com/BOLETIN%20SEMANAL%203%20DE%20FEBRERO%202013.pdf>
- Indrhi (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, DO). 2000. Estudio hidrogeológico de la planicie de Baní, República Dominicana. Indrhi. Santo Domingo, DO. 151 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/299825687/Estudio-Hidrogeologico-de-la-Planicie-de-Bani>
- Juárez, P.; Morales, H.; Sandoval, M.; Danés, A.; Cruz, E.; Juárez, C.; Aguirre-Ortega, J.; Gelacio, S.; Ortiz, M. 2013. Producción de forraje verde hidropónico. Revista Fuente nueva época 4 (13): 16-26. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Porfirio_Juarez-Lopez/publication/275715557_PRODUCION_DE_FORRAJE_VERDE_HIDROPONICO/links/554518420cf23ff716869954/PRODUCCION-DE-FORRAJE-VERDE-HIDROPONICO.pdf
- Nava, J.; Nava, Zavaleta J. Córdova, A. 2005. Alimento balanceado-forraje verde. Instituto de Investigación de Ciencias Naturales. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET VI (10): 1-6. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101005/100506.pdf>
- Ortiz, W. 2009. Ocoa desarrolla tecnología de producción con invernaderos. Listín Diario. Santo Domingo, DO. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.listindiario.com/economia/2009/03/04/93120/ocoa-desarrolla-tecnologia-de-produccion-con-invernaderos>
- Rodríguez, A. 2006. Forraje verde hidropónico. Editorial Diana, México, MX. 128 p.
- Rotar, P. 2004. Hydroponic techniques sprout healthy, inexpensive fodder. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.isar.org/isar/archive/ST/hydroponics47.html>

Factores de riesgo asociado a la vía de introducción de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4 tropical (FOCR4T) a la República Dominicana

Dionicia Abreu¹, Rosalba Rodríguez¹, Concepción Sánchez² y Katia Espinosa³

Abstract

Fusarium oxysporum f. sp. cubense tropical race 4 (FOC-R4T) is a dangerous phylogenetic fungus affecting species of the genus *Musa* and *Heliconia*. This fungus causes diseases in cultivars of economic importance of the musaceae family, such as: 'Gross Michel', 'Bluggoe' and 'Cavendish'. This research was based on an extensive review of the literature, as well as analyzes and recommendations subject to the International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM, in english). The routes of introduction to new areas are plants or propagating plant material, banana rhizomes, other musaceae and even other types of plants that have been planted in infested soils, adhered contaminated soil, clothing of persons and tourists originating and / or coming from Countries with presence of the disease, as well as soil samples for research purposes, non-sterilized vegetable substrates, handicrafts made from musaceae material, means of transport from affected countries. The probability of entry into the Dominican Republic, in seeding material and contaminated soil, is high. The probability of establishment, once in contact with susceptible plants is high. It is recommended to forbid the importation of plants and vegetative material of musaceae and other plant species that may carry the pathogen from countries with Foc-R4T presence, with the exception of botanical seeds. Only allowed to import part of plants by pest risk analysis. The tourist is considered the most important risk factor, followed by sowing material and contaminated soil.

Keywords: surveillance, plant health, risk, living organisms, musaceae

Resumen

Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 4 tropical (FOC- R4T) es un peligroso hongo fito patógeno que afecta especies del género *Musa* y *Heliconia*. Este hongo causa enfermedades en cultivares de importancia económica de la familia de las musáceas, tales como: 'Gross Michel', 'Bluggoe' y 'Cavendish'. Esta investigación se basó en revisión extensa de literatura, así como análisis y recomendaciones sujeto a las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF, en español e ISPM, por sus siglas en inglés). Las vías de introducción a nuevas áreas son: plantas o material vegetal propagativo, rizomas de bananos, otras musáceas e inclusive otro tipo de plantas que han estado sembradas en suelos infestados, suelo contaminado adherido, ropa de personas y turistas originarios y/o procedentes de países con presencia de la enfermedad, así como muestras de suelo con fines de investigación, sustratos vegetales no esterilizados, artesanías elaboradas con material de musáceas, medio de transporte procedentes de países afectados. La probabilidad de entrada a la República Dominicana, en material de siembra y suelo contaminado, es alta. La probabilidad de establecimiento, una vez estuviera en contacto con plantas susceptibles es alta. Se recomienda prohibir importación de plantas y material vegetativo de musáceas y de otras especies de plantas, que puedan acarrear el patógeno, de países con presencia Foc-R4T, a excepción de semillas botánicas. Sólo permitirse la importación de parte de plantas mediante el análisis de riesgo de plagas. El turista se considera el factor de riesgo más importante, seguido del material de siembra y suelo contaminado.

Palabras clave: vigilancia, sanidad vegetal, riesgo, organismos vivos, musáceas

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa* spp.) es el cuarto cultivo alimenticio más importante a nivel mundial después del maíz, el arroz y el trigo, siendo América Latina y el Caribe la región desde donde se exporta el mayor volumen de fruta. Aproximadamente 20 millones de toneladas (64 % de la producción) es de consumo local y siete países de la región están entre los 10 primeros países exportadores de banano. Adicionalmente, el 99 % de los plátanos exportados se produce en América Latina, FAO (2009) y Lara

(2009). Estas cifras muestran la importancia que tanto los cultivos de plátano como de banano tienen para la economía y la seguridad alimentaria en el continente americano, Dita *et al.* (2013).

Entre los hongos de mayor importancia en las musáceas (*Musa* spp., *Musa textiles*, *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, entre otras) están: la Sigatoka negra, *Paracercospora fijiensis* (Teleomorfo: *Mycosphaerella*

¹Analistas de Riesgo de Plagas, Ministerio de Agricultura de la República Dominicana.

² Encargado de la División de Análisis de Riesgo, Ministerio de Agricultura

³Técnico de la División de Fitopatología, Ministerio de Agricultura

fijiensis) y del Mal de Panamá, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, ICA (2012). El Mal de Panamá, es la enfermedad más destructiva de las musáceas y está considerada entre las diez enfermedades más importantes en la historia de la agricultura, ICA (2012). A principio de los años 90, se observaron ataques severos al subgrupo Cavendish de una raza en condiciones de los trópicos, la cual se ha llamado, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc-R4T). Esta es una enfermedad de importancia cuarentenaria, accionable y ausente en la región.

El objetivo de este estudio es determinar las vías de introducción del Foc R4T para una adecuada implantación en la prevención y manejo de esta enfermedad en la República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es basada en revisión de literatura de pruebas y diagnósticos presentada en países con presencia del Foc-R4T, así como en los análisis de riesgos de plagas y recomendaciones, sujeto en la normatividad internacional contenida en el artículo 5° del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Además de las normas internacionales, NIMF No. 11 sobre análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados; NIMF No. 5 sobre glosario de términos fitosanitarios; NIMF No. 6 sobre directrices para la vigilancia; NIMF No. 8 sobre determinación de la situación de una plaga en un área y NIMF No. 17 sobre notificación de plagas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución geográfica

En los últimos diez años *Fusarium oxysporum* raza 4 tropical, se ha reportado en zonas productoras del sudeste de Asia, Taiwán, China, Portugal, Indonesia, Malasia, Australia, Singapur, Filipinas y, actualmente según FAO (2014), se reporta en África y el Medio Oriente, Jordania y Mozambique, afectando la mayoría de las musáceas comestibles, Sagarpa (2013) y Agrocalidad (2013).

Generalidades

Tanto Foc-R4T como el Foc-R3T produce micelios que crecen en rangos de temperatura variables, desde 9 a 38 °C, Pérez *et al.* (2003). La raza tropical es casualmente la enfermedad más intensa durante los meses más cálidos y húmedos del año, en condiciones de los trópicos. Stover (1972) reportó que el hongo puede sobrevivir como clamidiosporas en el suelo por más de 20 años.

Dispersión

Las principales vías de dispersión de Foc-T4R son mediante movimiento de material contaminado, muerto o vivo de una zona infectada al campo, por personas y/o animales, maquinarias o mecánicamente mediante herramientas contaminadas.

Una vez que la enfermedad se ha introducido, el movimiento del suelo en el transporte de maquinarias y el sistema de riego son las principales fuentes de dispersión locales.

La introducción de Foc-T4R en cualquier país podría significar la devastación de los cultivos que no poseen resistencia y su sustitución por genotipos resistentes o tolerantes, pero en la mayoría de los casos menos aceptados por los consumidores.

Otra hipótesis que se ha planteado a tomar en cuenta, es la presencia estacional de huracanes. Este hongo pueda ser transportado por el viento o partículas de suelo, Pérez-Vicente *et al.* (2014).

Otra posibilidad de difusión es por insectos vectores. Meldrum *et al.* (2013) confirmó mediante PCR la presencia de R4T en exoesqueleto del Picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* Germar, en los campos de banano en Australia. Este insecto se encuentra en el cultivo de plátano y banano, y se mueve a través del suelo, alimentándose de las raíces y cormos de las plantas, Gold *et al.* (2001).

Vías de entrada

Por la naturaleza del patógeno puede transportarse a través del comercio internacional:

- En plantas o material vegetal propagativo (cormos) de bananos, otras musáceas e inclusive otros tipos de plantas sembradas en suelos infestados.
- En suelo contaminado adherido a contenedores, tarimas, herramientas de trabajo, equipo, o bien en suelo en los zapatos y ropa de personas y turistas originarios y/o procedentes de países con presencia de la enfermedad, así como en muestras de suelos con fines de investigación.
- Sustratos vegetales no esterilizados, por ejemplo, fibra de coco y paja de arroz, entre otros.
- Artesanías elaboradas con material de musáceas y materiales de empaque como tarimas o cajas en contacto con suelo infestado.
- Medios de transporte procedentes de países afectados por la enfermedad y de países vecinos, pueden traer suelo contaminado con el patógeno.

- Pasajeros al ingresar al país provenientes de países con presencia de R₄T en los últimos 2 meses, Pérez *et al.* (2014).
- El factor de riesgo de entrada a un país del Foc-T₄R más importante es a través del suelo, ya que las clamidosporas pueden sobrevivir por más de 20 años, sin embargo, hay evidencia empírica de que este período de tiempo puede ser mayor. Las clamidosporas poseen paredes celulares gruesas lo que les permite sobrevivir ante condiciones ambientales adversas, además, su producción es abundante sobre los tejidos infectados en estados avanzados de la enfermedad, Urías *et al.* (2015).

Probabilidad de entrada

La probabilidad de entrada a la República Dominicana en material de siembra y suelo contaminado con Foc-R₄T es alta. Debido a que puede sobrevivir en el suelo o en las raíces durante un largo período de tiempo.

Probabilidad del establecimiento en área de producción

Una vez el Foc-R₄T llegue al país y este en contacto con plantas susceptibles, la probabilidad de establecerse es alta, debido a que las condiciones climáticas del país son favorables para el patógeno.

Impacto en las áreas de producción

El Foc-R₄T causa importantes pérdidas en plantaciones comerciales en Asia, Molina (2009). Se reporta la afección de más de 8 millones de plantas de la variedad 'Cavendish', con pérdidas anuales superiores a los 75 millones de dólares. En Sumatra, país asiático, se reportó pérdidas de 11 millones de dólares, Pérez-Vicente *et al.* (2014). La enfermedad tiene como consecuencia la reducción de los ingresos de las familias y trabajadores, Lara (2009).

Impacto potencial

Tomando en consideración las condiciones agroclimáticas del caribe y en las que se desarrolla la enfermedad, de entrar en un país productor de musáceas ocasionaría una reducción considerable de la producción del plátano y el banano para la exportación, lo que puede desestabilizar todo el sistema de producción, llevando a la quiebra a productores y generando desempleo en la población, además desestabilizando el comercio internacional basado en oferta y demanda, Oirsa (2013).

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra las pautas necesarias para regular las vías de riesgo de introducción a áreas libres del Foc-R₄T, siendo el turista el factor de riesgo más importante, seguido del material de siembra y suelo contaminado.

LITERATURA CITADA

Agrocalidad (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro). 2013. Plan Nacional de Contingencia para *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc R₄T). Agrocalidad. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. Quito, EC. 104 p. (En línea). Consultado el 11 abril 2016. Disponible en: https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi1nbfwhubVAhVFbSYKHTu1B0wQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Ffileadmin%2Ftemplates%2Fbanana%2Fdocuments%2FDocs_Resources_2015%2FPLAN-DE-CONTINGENCIA-COMPLETO-REVISION-11.pdf&usq=AFQjCNF2e-nPMQ33cilhLYE-gqU5-BHbLg

Buddenhagen, E. 2009. Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense and history of introduction of tropical race 4 to better manage banana production. *Acta Horticulturae*, 828:193-204. (En línea). Consultado el 3 de febrero 2016. Disponible en: http://www.ishs.org/ishs-article/828_19

CEI-RD (Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana). 2012. Perfil Económico del Banano. Gerencia de Investigación de Mercados Dominicana Exporta. CEI-RD. Santo Domingo, DO. (En línea). Consultado el 01 de enero 2016. Disponible en: https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiFqDuiObVAhXKfCYKHUQUAh0QFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cei-rd.gov.do%2Festudios-economicos%2Festudios_productos%2Fperfiles%2FBANANO.pdf&usq=AFQjCNEgawP50WqU1J1B0MDZfZcus8aHSA

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2014. Regional Workshop on the Diagnosis of *Fusarium Wilt* (Panama disease) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4: Mitigating the Threat and Preventing its Spread in the Caribbean. Technical Manual Prevention and diagnostic of *Fusarium Wilt* (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4 (TR4). (En línea). Consultado el 01 de enero 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-br126e.pdf>

Gold C.; Pena, J.; Karamura, E. 2001. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). *Integrated Pest Management Review* 6 (2):79-155

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2012. Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de plátano. In Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa* spp.). Medidas para la temporada invernal. Bogotá, CO. 51 p. (En línea). Consultado el 1 de febrero 2016. Disponible en: https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEw1a-N3Bi-bVAhWJdSYKHTqNCIEQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Ffileadmin%2Ftemplates%2Fbanana%2Fdocuments%2FDocs_Resources_2015%2FTR4%2Fcartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf&usq=AFQjCNFIJ8Pitx2E_zkb-PzZ4VbDZqF76Q

IPPC (International Plant Protection Convention, IT). 2013. New banana disease found in Mozambique (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense-Tropical Race 4). IPPC Official Pest Report, No. MOZ-03/1. Roma, IT. (En línea). Consultado 3 de febrero 2016. Disponible en: <https://www.ippc.int/en/countries/mozambique/pestreports/2013/09/new-banana-disease-found-in-mozambique-fusarium-oxysporum-fspcubense-tropical-race-4/>

Lara, D. 2009. Uso de bacterias endofíticas para el control biológico del Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense) en el cultivar Gros Michael (AAA). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). Tesis de maestría en ciencias. 81 p. Consultado el 01 marzo 2016. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3774e/A3774e.pdf>

Lin, H.; Chang, J.; Liu, E. Chao, C.; Huang, J.; Chang P. 2009. Development of a molecular marker for specific detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense race 4. *European Journal of Plant Pathology*, 123(3):353-365.

- Meldrum, R.; Daly, A.; Tran-Nguyen, L.; Aitken, E. 2013. The effect of surface sterilants on spore germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4. *Crop Protection* 54: 94-198.
- Molina, A. 2009. *Fusarium* Wilt Of Banana. Renewed Threat And Renewed R&D Interest. Abstract Presented at V International Symposium on Banana: International Society for Horticultural Science (ISHS)-Promusa Symposium on Global Perspectives on Asian Challenges, 14-18 Sept 2009. Guangzhou, CH.
- Oirsa (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2013. Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense, en un país de la región del Oirsa. Sanidad Vegetal. San Salvador, ES. 169 p. (En línea). Consultado el 1 marzo 2016. Disponible en: <http://infoagro.sag.gob.hn/dmsdocument/4516>
- Pegg, K.; Moore, N.; Sorensen, S. 1994. Variability in populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense from Asia/Pacific region 70-82 pp. In: The improvent and testing of musa: a global partnership. Jones, D. R. (ed.). Proceedings of the first global conference of the international musa testing program. HN.
- Pérez-Vicente, D.; Martínez, E. 2014. Technical Manual Prevention and diagnostic of *Fusarium* Wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4 (TR4). (Workshop). Mitigating the Threat and Preventing its Spread in the Caribbean Food And Agriculture Organization Of The United Nations. (En línea). Consultado el 1 marzo 2016. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/caribbeanr4/13ManualFusarium.pdf
- Thurston, D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Turrialba, CR. 236 p.
- Urías, C.; Romero, R.; Dita, M.; Guzmán, M.; Sandoval, J.; Tapia, A.; Solano, X. 2015. Plan de acción de América Latina y el Caribe para la prevención y preparación contra el *Fusarium oxysporum* R4T. Taller para la Elaboración del Plan de Acción Continental ante la Amenaza de R4T de *Fusarium*, organizado por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (Oirsa), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), del 9 al 13 de marzo de 2015, en el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Tecámac, Estado de México, MX. 69 p. (En línea). Consultado el 1 marzo 2016. Disponible en: https://www.scidev.net/filemanager/root/site_assets/docs/plan_de_accio_n_de_ame_rica_latina_y_el_caribe_para_la_prevencio_n_y_preparacio_n_contra_el_mal_de_panama_fusarium_oxysporum_f_sp_cubense_raza_4_tropical.pdf

Cambio climático y financiamiento verde

José Méndez*

Abstract

The author presents the advances of the program of green credits for the mitigation and adaptation to climate change in rural communities of the Dominican Republic, implemented by the Banco de Ahorro y Crédito, ADOPEM, a bank specialized in microfinance, founded by professional women concerned about the conditions of poverty in which the less fortunate Dominicans live and whose purpose is to sow hope. The author concludes by stating that climate change and its effects have become a reality, fostering financing that promotes sustainable practices, microfinance institutions (MFIs) can collaborate with the sustainability of agricultural ecosystems and increase incomes of rural populations and, finally, "Green" initiatives can be achieved with serious institutional commitment.

Keywords: climate change, mitigation, financing

El patrón climatológico tradicional de la República Dominicana ha cambiado de manera significativa, por las variaciones de los períodos de sequía y de lluvia que se registra. El fenómeno es consecuencia del cambio climático producido por los gases de efecto invernadero, que han alterado la atmósfera del planeta. Esas alteraciones del clima obligan a que se varíen los ciclos de siembra de los productores agropecuarios. El cambio climático afecta la agricultura, ya que ha cambiado los patrones naturales del clima; las épocas de sequía y de lluvia se han trasladado a otros tiempos, trastornando los periodos de cultivo.

Las acciones de mitigación no implican necesariamente un "dejar de usar", muchas de ellas están ligadas con el ahorro energético mediante el uso eficiente de la energía, lo que produce, además, menores costos para las personas, las empresas y los gobiernos. Las medidas de respuesta al cambio climático deben estar en líneas con las percepciones y conocimientos locales. Esto requiere una discusión en profundidad sobre los impactos potenciales del cambio climático en las prácticas tradicionales, tales como aquellas orientadas a garantizar los medios de subsistencia. De esta manera, se apunta al fortalecimiento de las capacidades locales existentes, mediante un ajuste en las prácticas tradicionales.

Los pequeños agricultores pueden reducir su vulnerabilidad al cambio climático, si cuentan con información, financiamiento y asistencia técnica que les permita im-

Resumen

El autor presenta los avances del programa de créditos verdes para la mitigación y adaptación al cambio climático en comunidades rurales de la República Dominicana puesto en ejecución por el Banco de Ahorro y Crédito ADOPEM, un banco especializado en microfinanzas, fundado por mujeres profesionales preocupadas por las condiciones de pobreza en que viven las dominicanas menos afortunadas y cuyo propósito es sembrar esperanza. Concluye afirmando que el cambio climático y sus efectos se ha convertido en una realidad palpable, fomentando financiamiento que promuevan prácticas sostenibles, las instituciones microfinancieras (IMFs) pueden colaborar con la sostenibilidad de los ecosistemas agropecuarios y aumentar de ingresos de poblaciones rurales y finalmente, las iniciativas "verdes" pueden ser impulsadas con compromisos institucionales serios.

Palabras clave: cambio climático, mitigación, financiamientos.

plementar medidas adecuadas de adaptación. En este sentido, las instituciones microfinancieras (IMFs) son un vehículo atractivo para facilitar la adaptación, debido a que cuentan con redes de acceso a las poblaciones más pobres, a las que ayudan a hacer crecer sus activos, desarrollar pequeños negocios y protegerse de riesgos. Adicionalmente, las IMFs son flexibles: por ejemplo diseñan productos novedosos adaptados a las necesidades específicas de sus clientes, como es el caso de remesas y microseguros. Esta flexibilidad también les permite formar alianzas estratégicas con otras organizaciones para complementar sus servicios financieros, Pagiola (1985)

Se enfatiza en la urgencia de planificar e invertir tanto en la adaptación al cambio climático, para minimizar el impacto negativo en los sistemas de producción y la calidad de vida, como en aprovechar oportunidades que surgen en un ambiente de clima cambiante. Asimismo, los portafolios de crédito de las IMFs se ven beneficiados del desarrollo de productos financieros para la adaptación, ya que, a través de éstos, se estabilizan o mejoran los ingresos de sus clientes, lo que evita que su capacidad de repago se vea comprometida. En el sector agropecuario el riesgo crediticio está ampliamente ligado al riesgo climático por lo que las medidas EbA son esenciales para disminuir ambos riesgos de manera sostenible.

* Banco de Ahorro y Crédito ADOPEM, Heriberto Pieter No. 12, Ensanche Naco, Santo Domingo, DO. Teléfono 809 543 5368. Correo electrónico jmendez@adopem.com.do.



Existen numerosas propuestas y fondos para la promoción de microfinanzas para la adaptación basada en ecosistemas, las cuales representan oportunidades innovadoras para promover el manejo adecuado de ecosistemas como una estrategia de adaptación al cambio climático de pequeños agricultores en zonas vulnerables, Ibrahim *et al* (2012).

El objetivo de este artículo es presentar avances del programa de créditos verdes para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Basados en las informaciones recientes sobre tendencias de mercado y sobre la problemática del cambio climático, en una primera fase el enfoque será en el desarrollo de productos crediticios con enfoque "Verde". Estos productos se basan en actividades de adaptación destinadas a reducir el riesgo climático. En la actualidad son muy pocas las entidades de micro finanzas las que incorporan el riesgo climático en su metodología de evaluación crediticia con el fin de atender las necesidades y disminuir la incertidumbre de los pequeños productores agropecuarios, Mendez (2014)

En este sentido, en el marco del programa propuesto, se procedió a ajustar la metodología de crédito del banco, incorporando principalmente variables de riesgo climático y de identificación de prácticas sostenibles y llevar a cabo el diseño de productos financieros adecuados a las necesidades de los productores agropecuarios. Esto permitirá fortalecer su resiliencia al cambio climático y mantiene o incrementar sus ingresos. Además, se pro-

pone una metodología crediticia más eficiente a través la estandarización de la evaluación crediticia. Ambos aspectos permitirán a las IMF's asegurar la calidad de sus carteras de crédito y, en lo posible, bajar los costos que implica la provisión de servicios financieros en zonas rurales. Entre otros aspectos, la metodología propuesta introduce una capa adicional a la estructura de decisión de crédito: un equipo de expertos como una unidad dentro del departamento de gestión de riesgos.

Pasos y estrategia:

1. Elaboración de propuesta o iniciativa
2. Identificación de fuentes de financiamiento (a lo interno o fuentes externas)
3. Contratación de expertos (si no se dispone a lo interno)
4. Establecimiento de un piloto
5. Expansión o escalamiento.

Como forma de contribuir al fomento de actividades económicas respetuosas del medio ambiente, y en consonancia con nuestro planteamiento de responsabilidad social-ambiental, el Banco ADOPEM definió la "Línea de Financiamiento Verde" *Con esta línea, el Banco ADOPEM se ha propuesto "Contribuir al desarrollo sostenible y competitivo del campo dominicano, con servicios financieros y tecnológicos innovadores para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, de forma respetuosa*

con el medio ambiente”. Los proyectos donde se contemplan las líneas, prácticas y/o elementos de Créditos Verdes son los siguientes:

1. Financiamiento a plantaciones sostenibles de macadamia para pequeños productores.
2. Créditos Verdes como estrategia de inclusión financiera en zonas rurales de la República Dominicana.
3. Proyecto “Promoviendo la Competitividad de las Cadenas de Valor Agropecuarias en la República Dominicana”.
4. Gestión de medios de vida como estrategia de inclusión social y financiera de población residente en la frontera.
5. Ampliación del programa de “Educación Financiera para Población Rural”.
6. Implementación de política de responsabilidad social-ambiental del Banco ADOPEM
7. Disminución de la huella de carbono en clientes remotos.
8. Implementación de programas de resiliencia climática y seguro basado en índices
 - Un producto de seguro contra la sequía en la línea noroeste
 - Un producto de seguro contra inundaciones y otras amenazas climáticas en el sur
 - Un producto de seguro paramétrico de cartera rural.

Estos productos se orientan al sector agropecuario de pequeña escala, por ser la actividad económica más importante en zonas rurales de la República Dominicana. Son pobladores de escasos recursos económicos, dependientes de actividades sujetas a riesgos climáticos y cuyas actividades impactan a los ecosistemas y sus servicios, según la forma de ejecución de estas actividades. Existen opciones que se pueden financiar a través de productos MF y que cumplan, sea por sí mismas o en sinergia con otras, los criterios de adaptación basada en ecosistemas y MF:

- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen
- Incrementar la resiliencia socioeconómica de las poblaciones rurales vulnerables al CC
- Reducir riesgos asociados a eventos climáticos en las actividades productivas
- Mediante su implementación, proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable.
- Contribuir al logro de impactos positivos en la economía de las personas en el corto plazo.

LECCIONES APRENDIDAS

El financiamiento verde son tipos de créditos orientados a proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático. En el caso de adaptación, se prioriza mejorar la resiliencia en medios de vida de residentes en comunidades vulnerables, temas como: salud y bienestar, seguridad alimentaria y de los recursos hídricos; así como infraestructura, ecosistemas y servicios eco sistémicos.

El sector de micro finanzas representa una oportunidad y un aliado estratégico en el financiamiento y ejecución de acciones de adaptación, a nivel muy local y en una escala significativa de pequeños productores. El objetivo del programa es *“proporcionar a poblaciones vulnerables rurales y periurbanas, productos y servicios micro financieros que les permitan realizar inversiones en actividades relacionadas con la sostenibilidad de los ecosistemas, mejorando sus ingresos y su resiliencia a los efectos del cambio climático”*.

CONCLUSIONES

- El cambio climático y sus efectos han dejado de ser tema de conferencias y talleres y se ha convertido en una realidad palpable.
- La mayoría de los clientes de IMF tienen marginación socioeconómica y ubicados en zonas vulnerables, lo cual representa riesgos para la sostenibilidad de sus medios de vida.
- Fomentando líneas de financiamiento que fomenten prácticas sostenibles, se colabora con la salud de ecosistemas agropecuarios y el aumento de ingresos de poblaciones rurales.
- El compromiso institucional es el motor impulsor de las iniciativas “verdes”.

LITERATURA UTILIZADA

Ibrahim, M.; Echeverría, J.; Sepúlveda, C.; Villanueva, C. 2012. Incentive and market-based mechanisms to promote sustainable land management: framework and tool to assess applicability. Global Mechanism of the United Nations Convention to Combat Desertification, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). (En línea). Consultado el 10 de octubre 2016. Disponible en: <http://www.besnet.world/incentive-and-market-based-mechanisms-promote-sustainable-land-management-framework-and-tool-assess>

Méndez, J. 2014. Eco Crédito: la línea de financiamiento verde del Banco ADOPEM. 22 p. (Mimeografiado).

Pagiola, S. 1995. The effects of subsistence requirements on sustainable land use practices. Presented at the Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association. Indianapolis, Indiana. USA.

Tippmann, R.; Fehse, J. 2005. Identification of Investment Opportunities through Payment for Environmental Services. Technical Paper by EcoSecurities Ltd to the Global Mechanism.

Revista APF

Instrucciones para autores

La Revista APF es editada por la Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales de la República Dominicana (SODIAF). Se publica dos veces al año, tanto impresa como digital. El contenido de la Revista aparece publicado, en texto completo y de libre acceso, en el sitio web de la SODIAF www.sodiaz.org.do. Los manuscritos que se sometan a la Revista APF se deben escribir en español.

Los trabajos que se publican en la Revista APF pueden ser de instituciones o personas dominicanas o extranjeras. Los manuscritos son sometidos a una revisión por pares anónimos que fungen de árbitros para el Comité Editorial. Los árbitros son profesionales destacados en sus disciplinas en forma individual y proceden de instituciones nacionales o internacionales. Sólo el Editor Principal conoce cuáles árbitros evalúan cada manuscrito. Las decisiones del Comité Editorial de publicar o no un manuscrito son inapelables y de acuerdo a las recomendaciones de los revisores. La Revista APF publicará artículos originales que no hayan sido publicados, parcial o totalmente, en ninguna otra revista científica nacional o internacional. Se aceptan artículos que hayan sido presentados pero no publicados en congresos, seminarios y simposios, ofreciendo el crédito correspondiente. Los autores, tanto individuales como corporativos, cederán los derechos de publicación a la Revista y se responsabilizarán por el contenido de sus trabajos.

El objetivo de la Revista APF es contribuir con la comunicación de resultados, parciales o finales, de trabajos investigación y transferencia de tecnologías en la comunidad científica nacional e internacional. Los trabajos sometidos deben aportar nuevo conocimiento al desarrollo científico o tecnológico. Se aceptan trabajos de todas las disciplinas biofísicas y socioeconómicas en los sectores agrícola, pecuario, incluyendo pesca y acuicultura, y forestal. La Revista APF incluirá trabajos en cinco secciones: Artículos Científicos, Revisiones Bibliográficas, Notas Técnicas, Revisiones de Libros y Artículos de Opinión. Los manuscritos sometidos a las primeras tres secciones serán revisados por pares calificados. Todos los manuscritos deben someterse en formato digital con una comunicación de solicitud formal al: Editor Revista Científica APF, Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF), correo electrónico: editor.revista@sodiaz.org.do.

Sobre el estilo de los manuscritos para la revista

El lenguaje de escritura de las publicaciones debe caracterizarse por su claridad, concisión y precisión. La extensión máxima de los trabajos debe ser de 15 páginas para los Artículos Científicos y Revisiones Bibliográficas y 10 páginas para las Notas Técnicas. El texto y las tablas de los manuscritos deben prepararse en Microsoft Word, tipografía Arial, tamaño 12, a 1.15 espacios entre líneas y en papel tamaño carta. A fin de asegurar la integridad de la información original, se deberá someter también un ejemplar en formato 'pdf'. Los márgenes superior e inferior deben ser de 2.5 cm, mientras el izquierdo y derecho deberán ser de 3 cm. Las páginas deberán numerarse en el centro de la parte inferior y utilizar la numeración continua de líneas en el margen izquierdo.

1. La escritura debe hacerse siguiendo las normas y reglas establecidas por la Real Academia de la Lengua Española en las ediciones más recientes de su 'Diccionario de la Lengua Española' y sus manuales de gramática y ortografía.
2. Para la expresión de valores de unidades, se utilizarán las normativas oficiales del Sistema Internacional de unidades de pesos y medidas (SI). Se preferirá la forma exponencial de expresión de estas unidades (25 kg ha⁻¹ de K). Utilice el punto decimal, en lugar de la coma decimal. Utilice el 0 antes del punto decimal (0.567). Limite el número de cifras significativas a lo estrictamente necesario para entender la magnitud de las diferencias. La escritura de números también debe hacerse siguiendo esas normativas. Los números del 0 al 9 se escriben textualmente (ocho tarros), con la excepción de cuando están en una serie (3, 5 y 14 semanas) o cuando se incluyen unidades de medida del SI (6 kg). No comience una oración con un número, escríbalo.
3. El sistema de referencias bibliográficas a utilizar será el del IICA-CATIE. En el texto, las citas se basan en el método Harvard (autor-año) y la lista de referencias (Literatura Citada) se organiza siguiendo un arreglo alfabético y cronológico por año de publicación. La alfabetización se hace por apellido e iniciales del nombre del autor.
4. Se usarán los términos 'Tabla', en vez de Cuadro, y 'Figura', en lugar de Gráfica o Ilustración. Las tablas y las figuras deben ser autosuficientes, o sea deben poder entenderse sin necesidad de recurrir al texto. Tablas y figuras deben numerarse secuencialmente

Instrucciones para autores

en el orden que aparecen en el texto, utilizando números arábigos, y colocarse lo más próximo posible al lugar donde se hace referencia a ellas. En ningún caso los títulos se consideran oraciones, pero debe asegurarse una sintaxis adecuada y su correcta legibilidad. Los títulos no se escriben en negritas ni se pone punto final. Las tablas y las figuras deben tener sus fuentes de referencias. Las notas al pie deben referirse con números arábigos.

5. Las tablas deben prepararse con sólo tres líneas horizontales (ver ejemplo más abajo). Los títulos de las tablas deben colocarse siempre arriba. Si hay notas al pie, el orden preferido de secuencia es: 1) En el título, 2) Cabezas de columnas, 3) Cabezas de filas, y 4) Cuerpo de la tabla. Para estas notas pueden utilizarse números o caracteres. No use más de tres decimales en cifras en el cuerpo de la tabla, si no es imprescindible.
6. El término 'figura' incluye gráficas, fotografías, dibujos, mapas o diagramas. Los títulos de las figuras deben colocarse siempre abajo. No use más de dos decimales en los ejes de las figuras. Las figuras se deben preparar en blanco y negro, y utilizando patrones para el relleno de formas. Las figuras que sean imágenes deben someterse como archivos en formato 'jpg' de alta resolución (no menos de 300 dpi), para evitar su pixelación en la impresión. Aquellas que se preparen en Excel también deben salvarse como archivos 'jpg'. Las figuras deben someterse en archivos aparte del texto. La Revista APF se imprime en blanco y negro, por lo que las figuras no deben someterse en colores, sino en tonos de gris o patrones para rellenar formas. Se debe identificar en el texto el lugar donde colocar las figuras.
7. La primera vez que se mencionan los nombres de plantas, artrópodos o agentes patógenos se debe referir su nombre común y su nombre científico,

este último en cursiva y en paréntesis, con su clasificador, siguiendo las normativas de las sociedades especializadas en cada caso. Las veces subsiguientes que se mencionen se pueden referir con sus nombres comunes o con el nombre científico, utilizando la inicial del género y la especie. Esto es aceptable, si no causa confusiones con otros géneros y especies mencionadas en el trabajo.

8. Para referirse por primera vez a nombres de productos químicos, plaguicidas, fertilizantes, hormonas, entre otros, incluya el nombre técnico o genérico, así como el fabricante. De ahí en adelante utilice los nombres técnicos.
9. En el caso de la mención de la taxonomía de suelos, refiera la serie y la familia de suelos en su primera mención.
10. Refiera las horas utilizando el sistema horario de 12 horas, con a.m. y p.m., y usando dos dígitos para horas y minutos (hh:mm).

TIPOS DE MANUSCRITOS ACEPTADOS

1. Artículos Científicos

El artículo científico es el manuscrito más importante a publicar en la Revista APF. Se caracteriza por sus contribuciones al conocimiento científico o tecnológico. Consiste en una profunda, actualizada y detallada revisión de literatura con aportes nuevos al conocimiento. Los epígrafes que constituyen un artículo científico son:

Título

Debe representar el contenido y los objetivos o resultados del artículo. No debe exceder de 15 palabras. No deben usarse abreviaciones ni fórmulas químicas. Se pueden usar nombres comunes, nombres de cultivos,

Ejemplo de tabla:

Tabla 1. Emisión de NH_3 desde el suelo en una pradera manejada con pastoreo

Tratamiento ¹	Emisión de NH_3	
	Annual kg ha ⁻¹ año ⁻¹	Diaría kg ha ⁻¹ día ⁻¹
C	31.2 c ²	0.085 c ²
FI	39.9 a	0.109 a
FS	41.4 a	0.113 a
PFI	36.1 b	0.099 b
PFS	37.9 b	0.103 b

¹ C = Control sin pastoreo; FI = frecuente intenso; FS = frecuente suave; PFI = poco frecuente intenso; PFS = poco frecuente suave.

² Medias dentro de una columna seguidas por letras diferentes difieren significativamente entre sí (Tukey, $\alpha=0.05$).

Instrucciones para autores

plagas o enfermedades, siempre que sean reconocidos en el mundo hispano.

Autores y Filiación

Indicar el primer nombre seguido del primer apellido de cada autor. Incluir dirección, institución y correo electrónico del autor de contacto, como nota al pie de la primera página. El primer autor se considerará el autor principal de la investigación. Se entiende que cada coautor aprobó la versión final del manuscrito y que es igualmente responsable del trabajo.

Resumen

Es la sección más leída de un artículo, después del título. Los hallazgos importantes del estudio deben de estar reflejados en el resumen. No debe contener más de 250 palabras y la estructura recomendada es la siguiente: importancia del estudio, los objetivos, metodología de investigación, principales resultados o hallazgos (cuantificados y con su soporte estadístico) y conclusiones. Ya en esta sección las abreviaciones se definen cuando se mencionan por primera vez. No se deben poner referencias de tablas ni figuras, como tampoco referencias documentales.

Palabras Claves

Incluir no más de cinco palabras claves que puedan ser utilizadas para la indización bibliográfica. Evitar poner palabras claves que ya están en el título.

Introducción

Defina claramente el problema que se estudió y que justificó hacer el estudio. Presente una discusión teórica actualizada y detallada basada en los hallazgos más recientes de otros autores. Presente su estrategia metodológica y los objetivos del estudio. Mantenga la introducción corta y ofrezca información esencial y actualizada.

Materiales y Métodos

Esta sección debe proveer información suficiente que permita a otros investigadores repetir el estudio, basándose únicamente en la lectura del artículo, obtener resultados parecidos y llegar a conclusiones similares. Se deben describir de manera clara los materiales y los métodos biológicos, analíticos y estadísticos utilizados para realizar la investigación. Debido a la fuerte interacción del ambiente, es recomendable repetir en el tiempo y/o el espacio los ensayos que se realizan a campo abierto. Esto garantiza mayor estabilidad y consistencia en los resultados. Establezca con claridad si su estudio es experimental o no experimental, y de qué tipo. Diga con claridad cuáles fueron los tratamientos, si los hubo; cuáles fueron las unidades experimentales; cuáles las

unidades de muestreo (o de análisis); plantee con claridad el tipo de muestreo que hizo para levantar los datos; y describa con claridad las variables respuesta que estudió y cómo se midieron.

Resultados y Discusión

En esta sección se presenta y discuten los resultados obtenidos. Discuta sus resultados, o sea diga cuál es su interpretación de por qué se obtuvieron los resultados que presenta. Explique cómo se puede entender el comportamiento de las variables respuesta, en relación a los tratamientos que se evaluaron y a los objetivos del estudio. Esta sección debe estar sustentada por tablas, figuras, análisis estadísticos de este estudio. Relacione sus resultados con los de otros autores. Una buena discusión presenta los resultados relacionados a los objetivos del estudio y discute los resultados o hallazgos de otros autores con los del estudio, tanto para apoyarlo como manifestar contradicciones. Se debe mantener la claridad y la concisión del escrito. No se debe presentar la misma información en diferente formato (texto, tabla o figura). Al presentar resultados, y siempre que sea posible, acompañe las medidas de tendencia central con alguna medida de variación o dispersión. En los análisis estadísticos, presente la probabilidad a la que hubo significación en la comparación de la diferencia de medias ($P = 0.0514$) en lugar de decir que la diferencia fue significativa (* o $P \leq 0.05$) o altamente significativa (** o $P \leq 0.01$). Dé la oportunidad al lector de decidir si declara o no significativa una diferencia o magnitud. Recuerde que la probabilidad representa el peso de la evidencia, aportada por el análisis estadístico, de las diferencias entre medias o magnitudes.

Conclusiones

Deben estar relacionadas con los objetivos del estudio. Para cada objetivo planteado, deben redactarse conclusiones. Establezca cuáles son las implicaciones de los resultados, o si estos no tienen ninguna implicación. No convierta esta sección en una lista de los principales resultados. Las conclusiones deben dar respuestas a los objetivos e hipótesis planteadas. Se deben basar, exclusivamente, en los resultados del estudio en cuestión, no en experiencias previas de los investigadores o en especulaciones.

Agradecimientos

Esta sección, que es opcional, puede aparecer antes de la Literatura Consultada. Se incluyen aquí personas, instituciones, organizaciones y laboratorios, entre otros, que han contribuido total o parcialmente a la realización del estudio.

Literatura Citada

El propósito de este epígrafe es ofrecer al lector un listado de documentos relevantes, utilizados por los autores, de manera que se pueda acceder a la información utilizada. Liste alfabéticamente las referencias bibliográficas citadas en el artículo. Se recomienda utilizar citas con aportes relevantes, publicadas y actualizadas. Si una referencia bibliográfica no está disponible de una fuente impresa o electrónica reconocida, no debe incluirse. Las referencias bibliográficas se deben presentar siguiendo el formato que se sugiere en el documento *Redacción de Referencias Bibliográficas*:

Normas Técnicas del IICA y CATIE, 4^a Edición.

En este documento se pueden ver ejemplos de referencias de diversos tipos de documentos. Adicionalmente, cuando los documentos en línea dispongan de un número identificador DOI, inclúyalo en la referencia en lugar de la dirección URL. Asegúrese de que todos los documentos referidos en el texto se encuentran en esta sección. Así mismo, todos los documentos que se incluyen en este Epígrafe, deben estar referidos en el texto. No incluya en esta sección referencias a comunicaciones personales. Estas van como notas al pie de la página donde se refieren. En esta sección, trate de incluir, principalmente, artículos científicos. Limite a lo estrictamente necesario la inclusión de libros sobre tópicos clásicos, memorias de congresos, seminarios o tesis. No incluya revistas de divulgación. Se pueden incluir manuscritos que ya han sido aceptados para publicación por revistas científicas, especificando '*En imprenta*'. El Comité Editorial de la Revista APF puede pedir pruebas de esto último a los autores.

2. Notas Técnicas

Son publicaciones cortas sobre temas científicos o tecnológicos, tales como: reportes de plagas y enfermedades, nuevos cultivares, investigaciones en ejecución y descripciones de métodos, entre otros. Normalmente se preparan sobre investigaciones en curso y avances de investigación. Deben ser escritas siguiendo las mismas normas para Artículos Científicos.

3. Revisiones Bibliográficas

En esta sección se publicarán revisiones bibliográficas relevantes. Debe estar basada en bibliografía actualizada.

4. Revisiones de Libros

Revisiones cortas sobre libros recientemente publicados y cuyos planteamientos son importantes para el desarrollo del conocimiento científico.

5. Artículos de Opinión

Son artículos cuyo contenido aborda algún tema científico-tecnológico de interés para la comunidad de investigación agropecuaria y de recursos naturales, en el que el autor expresa su opinión técnica tratando de aportar luz al tema y ayudar a los lectores a formar su propia opinión.

Si le interesa recibir referencias o documentos digitales para apoyar la preparación de sus manuscritos siguiendo estas recomendaciones, como el uso del Sistema Internacional de unidades (SI), la redacción de referencias bibliográficas, la preparación de tablas y gráficas, la escritura de nombres científicos de agentes biológicos, entre otros, puede dirigirse al Editor de la Revista APF. Los artículos que se publican en la Revista sirven de ejemplos para muchas de estas normas.

