



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro



Año III
No. 13





M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado
Rector

Dr. Manuel de Jesús Joya Ábrego
Vicerrector Académico

Ing. Agr. Nelson Bernabé Granados Alvarado
Vicerrector Administrativo

Maestro Cristóbal Hernán Ríos Benítez
Secretario General

Lic. Iván Hernández
Presidente Asamblea General Universitaria (AGU)

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas
**Secretario de Investigación Científica de la
Universidad de El Salvador (SIC-UES)
Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones
Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES)**



Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla
Decano Facultad de Ciencias Agronómicas

Dr. Francisco Lara Ascencio
Vicedecano Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M.Sc. Luis Fernando Castaneda Romero
Secretario Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillén
**Jefe de la Unidad de Investigación
Facultad de Ciencias Agronómicas**



Revista Agrociencia, una publicación de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.
Agosto - Septiembre 2019

COMITÉ EDITORIAL

Fidel Ángel Parada Berrios,
Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.

Blanca Eugenia Torres de Ortiz,
Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.

Ma. Mónica Lara-Uc
Profesora-Investigadora, Universidad Autónoma de Baja
California Sur Universidad Autónoma de Baja California Sur, La
Paz, Baja California Sur, México.

Víctor D. Carmona Galindo.
Director of Sustainability and Associate Professor Biology
Department. University of Detroit Mercy, Detroit
Michigan, United States.

Andrea L. Joyce
Assistant Professor, University of California, Merced. United
States.

Leopoldo Serrano Cervantes.
Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Aisur Ignacio Agudo Padrón.
Gerente Investigador del Projeto Brasileiro Autônomo "Avulsos
Malacológicos - AM, Brasil.

Rudy Anthony Ramos Sosa.
Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Miguel Ángel Hernández Martínez.
Escuela de Posgrado y Educación Continua, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador.

José Miguel Sermeño Chicas.
Secretario de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
y Director ejecutivo (CIC-UES) Universidad de El Salvador.

Alternativas para el manejo fitosanitario del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en la zona de San Luis Talpa, Departamento de La Paz.

Pág.
5

Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) con bajo contenido de lignina.

17

Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica.

33

Inducción de resistencia al virus del mosaico dorado del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) mediante el uso de preparados orgánicos y *Trichoderma harzianum* Rifai en fase de vivero.

50

Insectos xilófagos y su incidencia en la muerte de mangle en Barra Salada del Área Natural Protegida “Los Cóbanos”, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

64

🌐 <https://revistaagrocienza.wordpress.com/>



Automeris metzli (Sallé, 1753), es una polilla nocturna de la Familia Saturniidae y sus larvas en El Salvador se alimentan de las hojas de los árboles frutales: mango (*Mangifera indica* L.), jocote corona (*Spondias* sp.) y mamón (*Melicoccus bijugatus* Jacq.).

Fotografía de portada: Sermeño-Chicas, J.M.

Director:
José Miguel Sermeño Chicas

Editor gráfico:
Luis Alberto Sánchez Alfaro

Editor digital:
Saúl Antonio Vega Baires

Corrector de estilo:
Isidro Galileo Romero Castro



Alternativas para el manejo fitosanitario del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en la zona de San Luis Talpa, Departamento de La Paz

Alternatives for the phytosanitary management of the cucumber crop
(*Cucumis sativus* L.) in the area of San Luis Talpa, Department of La Paz

Alas-Henríquez, F.R.¹, Deras-Rodríguez, N.D.², Paniagua-Cienfuegos, M.R.³, Gómez-Orellana, R.E.⁴

Resumen

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, en el periodo de marzo a septiembre de 2017. Se estableció un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de 3x4, haciendo un total de 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se utilizaron combinaciones entre dos enmiendas orgánicas (lombriabono y bokashi), un fertilizante químico y cuatro tipos de insecticidas (botánico, químico, M5 y microbiológico). Se realizaron muestreos semanales (planta completa y trampas amarillas), las variables a medir fueron: la incidencia de insectos

plaga y enemigos naturales en los programas fitosanitarios, con los diferentes tipos de fertilización y con la interacción entre programas fitosanitarios y tipos de fertilización. Las plantas tratadas con el programa fitosanitario químico (Imidacloprid, Spinetoram) fueron las que presentaron la menor proporción de órganos con insectos fitófagos. Los fertilizantes que tuvieron efecto sobre la proporción de insectos fitófagos fueron: lombriabono (*Frankliniella occidentalis* en brotes) (X^2 gl (2) = 7.919, $P = 0.0190$), bokashi (*Frankliniella occidentalis* en brotes > 5) (X^2 gl (2) = 48.227, $P = 3.371e-11$) químico (*Diaphania hyalinata* en flores) (X^2 gl (2) = 14.34, $P = 0.00076$) y lombriabono (*Diaphania hyalinata* en brotes) (X^2 gl (2) = 13.86, $P = 0.0009$). Las interacciones

1 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. falash.92@gmail.com
2 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. nelderas90@gmail.com
3 Asesor, DISAGRO. mrpaniagua@gmail.com
4 Asesor, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

que tuvieron efecto sobre la proporción de insectos fitófagos fueron: enmienda lombriabono + insecticida químico (áfidos en follaje) (X^2 gl (8) = 44.15, $P = 5.327e-07$), enmienda lombriabono + insecticida químico (*Polymerus* sp. en follaje) (X^2 gl (8) = 15.543, $P=0.04941$), fertilizante químico + insecticida químico (*Frankliniella occidentalis* en brotes) (X^2 gl (6) = 13.982, $P = 0.0298$) y fertilizante químico + insecticida químico (*Frankliniella occidentalis* en follaje > 5) (X^2 gl (8) = 52.45, $P = 1.376e-08$). El uso del programa fitosanitario químico (Imidacloprid, Spinetoram) fue el que presentó la menor proporción de órganos con insectos fitófagos en la plantación, lo que evidencia su efectividad en aplicaciones oportunas, con base a los muestreos previos semanales.

Palabras claves: *Diaphania hyalinata*, *Diaphania nitidalis*, *Frankliniella occidentalis*, *Orius* sp., *Polymerus* sp., *Cucumis sativus* L.

Abstract

The research was carried out in the Experimental and Practical Station of the Faculty of Agronomic Sciences, located in the canton of Tecualuya, municipality of San Luis Talpa, department of La Paz, from March to September 2017. A design was established of divided plots with factorial arrangement of 3x4, making a total of 12 treatments with three repetitions, these consisted of combinations between two organic amendments (earthworm humus and bokashi) and a chemical fertilizer and four types of insecticides (botanical, chemical, M5 and microbiological). Two weekly samplings were carried out (complete plant and yellow traps) where the variables to be measured were the incidence of

insect pests and natural enemies in the phytosanitary programs, with the different types of fertilization and with the interaction between phytosanitary programs and types of fertilization. The plants treated with the chemical phytosanitary program (Imidacloprid, Spinetoram) had the lowest proportion of organs with phytophagous insects. The fertilizers that had an effect on the proportion of phytophagous insects were: earthworm humus (*Frankliniella occidentalis* in shoots) (X^2 gl (2) = 7.919, $P = 0.0190$), bokashi (*Frankliniella occidentalis* in shoots > 5) (X^2 gl (2) = 48.227, $P = 3.371e-11$) chemical (*Diaphania hyalinata* in flowers) (X^2 gl (2) = 14.34, $P = 0.00076$) and earthworm humus (*Diaphania hyalinata* in shoots) (X^2 gl (2) = 13.86, $P = 0.0009$). The interactions that had an effect on the proportion of phytophagous insects were: amendment earthworm humus + chemical insecticide (Aphids in foliage) (x^2 gl (8) = 44.15, $P = 5.327e-07$), amendment earthworm humus + chemical insecticide (*Polymerus* sp. in foliage) (X^2 gl (8) = 15.543, $P = 0.04941$), chemical fertilizer + chemical insecticide (*Frankliniella occidentalis* in shoots) (X^2 gl (6) = 13.982, $P = 0.0298$) and chemical fertilizer + chemical insecticide (*Frankliniella occidentalis* in foliage > 5) (X^2 gl (8) = 52.45, $P = 1.376e-08$). The use of the chemical phytosanitary program (Imidacloprid, Spinetoram) was the one that presented the lowest proportion of organs with phytophagous insects in the plantation, which shows its effectiveness in timely applications, based on the previous weekly samples.

Keywords: *Diaphania hyalinata*, *Diaphania nitidalis*, *Frankliniella occidentalis*, *Orius* sp., *Polymerus* sp., *Cucumis sativus* L.

Introducción

El grado de uso de una determinada estrategia de manejo de plagas es consecuencia del diseño del sistema agrícola. Este enfoque ha sacrificado la defensa natural de las plantas en pro de variedades de alto potencial de rendimiento. El manejo agroecológico de la salud de los cultivos incluye aspectos como el diseño de sistemas equilibrados, el manejo de la salud ambiental y humana y el uso racional de los plaguicidas y fertilizantes, sean estos sintéticos o naturales (Arauz 1996).

Las prácticas para mejorar la fertilidad de los suelos pueden impactar directamente la susceptibilidad fisiológica del cultivo a los insectos plaga, ya sea afectando la resistencia al ataque de las plantas individuales o alterando la susceptibilidad de algunas plantas hacia ciertos herbívoros (Nicholls 2010).

El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) posee gran importancia ya que tiene un alto índice de consumo en nuestra población, sirve de alimento tanto en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para los agricultores. En cuanto a su valor nutricional es una de las hortalizas que contiene vitaminas A, B, C y minerales, que son indispensables en la vida humana (CENTA 2003).

Para finales del año 2014, la producción de pepino era de 124,342 quintales, con un precio de mercado de \$19,87 el saco de 125 libras (MAG 2015). En cada época de siembra los problemas fitosanitarios son similares pero varían en incidencia y severidad según las condiciones climáticas existentes, como la humedad relativa, la temperatura, además de la presencia o no de vegetación aledaña que sirven como hospederos alternos de diversidad de organismos,

que pueden afectar al cultivo como: gusano perforador (*Diaphania hyalinata*, *D. nitidalis*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), tortuguillas (*Diabrotica* spp., *Acalyma* sp.), trips (*Frankliniella occidentalis*), pulgones (*Aphis gossypii*) (CENTA 2003).

En la siguiente investigación se evaluaron cuatro programas fitosanitarios: insecticida químico, extracto de *Piper tuberculatum*, M5 y un insecticida microbiológico (*Beauveria bassiana* y *Metharhizium anisopliae*) combinados con dos tipos de enmiendas orgánicas (bokashi y lombriabono) y una fertilización convencional con fertilizante químico para observar la incidencia de insectos fitófagos y benéficos en los diferentes órganos de las plantas.

Materiales y métodos

Descripción del estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz; con una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte, -89°05'8" Longitud Oeste y coordenadas planas de 261.5 km Latitud Norte, 489.6 km Longitud Oeste. Con una temperatura promedio mensual de 25.7°C (Amparo *et al.* 2005).

Metodología experimental

Se estableció un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial

mediante la función Anova del paquete car, por comparación pareadas se realizaron utilizando la función lsmeans del paquete lsmeans (Lenth 2016), los gráficos se elaboraron utilizando el paquete ggplot2 (Wickham 2009) y multcompview (Graves *et al.* 2015). La asociación entre los insectos fitófagos y depredadores con las diferentes partes de la planta se evaluó utilizando un Análisis de Componentes Principales mediante el paquete FactoMineR (Le *et al.* 2008), el biplot fue realizado utilizando el paquete factoextra (Kassambara y Mundt 2017).

Metodología económica

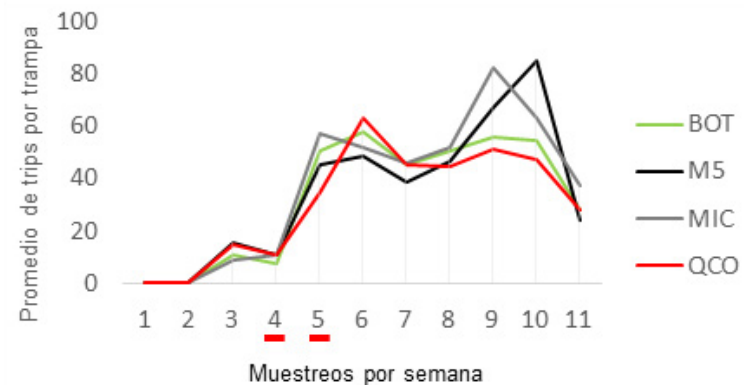
Se utilizó la metodología de análisis costo-efectividad propuesta por el programa de economía del CIMMYT, en el cual se calcularon los costos variables de los programas de manejo fitosanitario (costo de productos y costo de aplicación), y se realizó un análisis de dominancia, en el cual en lugar del beneficio neto, se colocaron los valores de efectividad de los controles de mayor a menor y se señaló la efectividad de los tratamientos sobre el control de los diferentes insectos, y de esta manera se determinó el mejor índice de costo-efectividad (CIMMYT 1988).

Resultados y discusión

Distribución espacial y temporal de trips (*Frankliniella occidentalis*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci* L.)

Las capturas de *Frankliniella occidentalis* en trampas fueron en aumento conforme las plantas desarrollaron más sus órganos. Las parcelas tratadas con diferentes fertilizantes fueron similares en las capturas semanales de trips, no así en las parcelas de los

programas fitosanitarios químico (Spinetoram e Imidacloprid) y botánico, donde se presentaron reducciones en la cantidad de individuos capturados. Esto indica que los programas de fertilización no afectan la preferencia de los trips por las plantas. Los insecticidas botánicos (*Piper tuberculatum*) y químico reflejaron una reducción de trips capturados en trampas entre las semanas ocho y 11 (Figura 2).



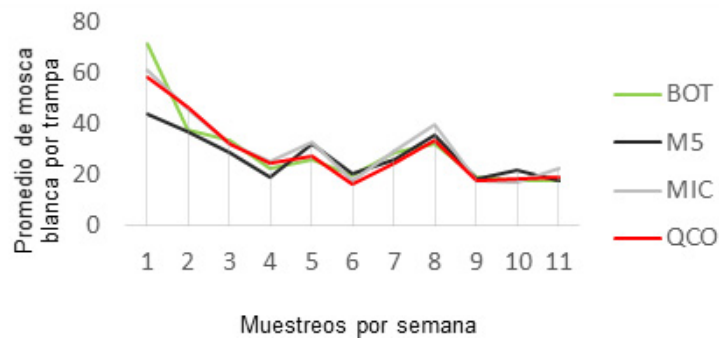
*Las barras representan las semanas en las cuales se realizaron las aplicaciones de los insecticidas químico y botánico.

Figura 2. Distribución en el tiempo de trips (*Frankliniella occidentalis*) en trampas amarillas.

Las trampas amarillas presentaron un elevado número de capturas de mosca blanca al inicio del cultivo, sin embargo, las capturas fueron disminuyendo gradualmente durante el ciclo del cultivo. Las aplicaciones de los programas, tanto de fertilización como el fitosanitario, se comportaron de manera similar, esto quiere decir que no influyeron en la reducción de las poblaciones. Esto puede deberse a que algunas especies de cucurbitáceas no

son hospederos predilectos de mosca blanca y otras (*Cucumis melo*) muestran ciertos niveles de resistencia para *B. tabaci* L. (Soria et al. 1999).

El comportamiento de mosca blanca en trampas fue muy similar en los diferentes insecticidas (botánico, M5, microbiológico y químico) (Figura 3).



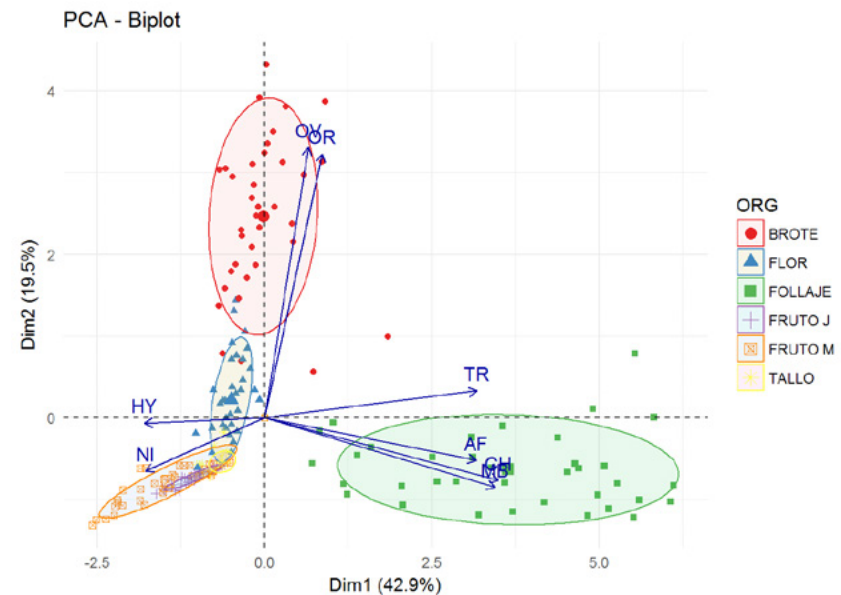
*Las barras representan las semanas en las cuales se realizaron las aplicaciones de los insecticidas químico y botánico.

Figura 3. Distribución en el tiempo de mosca blanca (*Bemisia tabaci* L.) en trampas amarillas.

Distribución de los insectos asociados por órgano de la planta

Existió una división entre los insectos asociados a los órganos vegetativos y reproductivos, lo que indica cierta preferencia por algunos organismos a determinados órganos de la planta. Se pueden observar dos dimensiones, en la primera con un 42.9% de variación de los datos, se encuentran principalmente *Frankliniella occidentalis*, áfidos y la chinche *Polymerus sp.*, que están más asociados a hojas desarrolladas. En la segunda dimensión, con un 19.5% de la variación de los datos, se observa una preferencia de *Orius sp.*, en los brotes, además de encontrarse oviposturas

de *Diaphania sp.*, en hojas en crecimiento; *Diaphania hyalinata* y *Diaphania nitidalis* se encuentran en flores y frutos (Figura 4).



*OV: Oviposturas, OR: *Orius sp.* HY: *Diaphania hyalinata*, NY: *Diaphania nitidalis*, TR: Trips, AF: Afidos, CH: chinche *Polymerus sp.*, MB: Mosca Blanca, NI: *O. pumilio*

Figura 4. Esquema de componentes principales, insectos asociados a diferentes órganos en plantas de pepino.

Efecto de los programas de fertilización en la incidencia de organismos fitófagos

Las menores incidencias de insectos fitófagos se observaron en las parcelas fertilizadas con lombriabono y bokashi. Las plantas fertilizadas químicamente presentaron un mejor desarrollo en comparación a las otras parcelas y por ello existió una mayor preferencia por parte de los insectos fitófagos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Significancia de los programas de fertilización en los organismos fitófagos.

Fertilizantes	Bokashi	Lombriabono	Químico
<i>Diaphania hyalinata</i> (brotes)	3.28%, ES= 0.61% (X^2 gl (2) = 13.86, P = 0.0009)	5.22%, ES= 0.84%	7.86%, ES= 1.12%
<i>Frankliniella occidentalis</i> (brotes >5)	0.35%, ES= 0.17% (X^2 gl (2) = 48.227, P = 3.371e-11)	0.56%, ES= 0.23%	3.84%, ES= 0.96
<i>Frankliniella occidentalis</i> (brotes)	14.78%, ES= 1.25% (X^2 gl (2) = 48.227, P = 3.371e-11)	14.38%, ES= 1.25% (X^2 gl (2) = 7.919, P = 0.0190)	17.13%, ES= 1.45

Las enmiendas lombriabono y bokashi tuvieron una menor proporción de brotes con presencia de trips (*Frankliniella occidentalis*) y *Diaphania hyalinata*; según Durán y Henríquez 2007, la materia prima utilizada para la elaboración de lombriabono es el factor que determina la efectividad de dicha enmienda, se pudo observar que para las parcelas tratadas con lombriabono se dio un menor desarrollo de las plantas, es decir, plantas con tallos más delgados y menor número de brotes, que pudiera deberse a la cantidad de nutrientes que el lombriabono le aporta. En ambos casos, la mayor cantidad de brotes con presencia de trips (*Frankliniella occidentalis*) y *Diaphania hyalinata* fueron las parcelas fertilizadas con químico (15-15-15).

Efecto de los programas fitosanitarios en la incidencia de organismos fitófagos

La menor incidencia de insectos se presentó en las parcelas que fueron tratadas con el programa químico para tallos, frutos jóvenes, flores y brotes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Significancia de los programas fitosanitarios en los organismos fitófagos en el cultivo de pepino.

Programas / insectos	Químico	Botánico	M5	Microbiológico
<i>D. hyalinata</i> (tallos)	0.52%, ES = 0.22% (X^2 gl (3)= 13.2104, P = 0.0042)	1.53%, ES = 0.46%	1.53%, ES = 0.46%	2.33%, ES = 0.63%
<i>D. hyalinata</i> (frutos jóvenes)	1.49%, ES = 0.29% (X^2 gl (3)= 52.083, P = 2.875e-11)	5.81%, ES = 0.64%	5.53%, ES = 0.62%	6.64%, ES = 0.7%
<i>D. nitidalis</i> (flores)	0.4%, ES = 0.22% (X^2 gl (3)= 14.59, P = 0.002196)	1.24%, ES = 0.37%	2.59%, ES = 0.57%	1.92%, ES = 0.48%
<i>D. nitidalis</i> (frutos jóvenes)	0.94%, ES = 0.22% (X^2 gl (3)= 44.37, P = 1.254e-09)	4.72%, ES = 0.52%	4.24%, ES = 0.49%	4.29%, ES = 0.50%
<i>Frankliniella occidentalis</i> (brotes)	7.51%, ES = 0.88% (X^2 gl (3)= 59.8689, P = 6.27e-13)	18.88%, ES = 1.38%	18.56%, ES = 1.36%	20.22%, ES = 1.44%
<i>Frankliniella occidentalis</i> (follaje > 5)	0.74%, ES = 0.18% (X^2 gl (3)= 113.83, P = 2.2e-16)	5.52%, ES = 0.83%	6.14%, ES = 0.92%	6.75%, ES = 0.99%
<i>Frankliniella occidentalis</i> (flores)	0.052%, ES = 0.05% (X^2 gl (3)= 14.59, P = 0.002196)	0.37%, ES = 0.22%	0.97%, ES = 0.51%	0.53%, ES = 0.30%

El programa fitosanitario químico mostró una menor incidencia de poblaciones de *Polymerus sp.* y áfidos, mediante la aplicación de Imidacloprid. Bajo dosis subletales se afecta el comportamiento alimenticio de los áfidos, resultando en la supresión de la excreción de miel de rocío, desorientación, hambre y posteriormente la muerte (Ishaaya y Degheele 1998). *Orius sp.*, fue el depredador más abundante en el cultivo, sin embargo en las parcelas tratadas con el programa químico, se observó una reducción en sus poblaciones, sin embargo se registró una recuperación en menor cantidad en sus poblaciones en comparación a los fitófagos. Esto pudo estar relacionado a las aplicaciones tipo drench de Imidacloprid, lo cual es similar a lo observado por Srivastava, et al. 2007, donde se aplicó Imidacloprid al suelo en plantas de chile trasplantadas suprimiendo en gran medida las poblaciones de chinches piratas [*Orius insidiosus* (Say) y *O. pumilio* (Campeón)].

Efecto de las interacciones en la incidencia de organismos fitófagos

Las interacciones entre cada tipo de fertilizante con el programa de insecticida químico presentaron las menores incidencias de insectos fitófagos, siendo la combinación fertilizante químico con insecticida químico la que presentó la menor incidencia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significancia de las interacciones en los organismos fitófagos en el cultivo de pepino.

Interacciones	> 5 Trips: follaje	Trips: brotes	Chinche: follaje	Áfidos: follaje
(F) Químico- (I) químico	0.56%, ES = 0.26% (X ² gl (8)= 52.4, P = 1.376e-08)	5.42%, ES = 1.28% (X ² gl (6)= 13.982, P = 0.0298)	6.15%, ES = 1.07% (X ² gl (8)= 15.543, P = 0.04941)	0.5%, ES = 0.27% (X ² gl (8)= 44.15, P = 5.327e-07)
(F) Lombriabono- (I) químico	0.64%, ES = 0.28%	7.54%, ES = 1.51%	5.03%, ES = 0.93%	0.35%, ES = 0.02%
(F) Bokashi- (I) químico	1.12%, ES = 0.42%	10.26%, ES = 1.73%	7.38%, ES = 1.21%	0.000006263314%, ES = 0.00000202%
(F) Químico- (I) M5	4.53%, ES = 1.23%	22.96%, ES = 2.55%	16.5%, ES = 2.16%	4.73%, ES = 1.41%
(F) Lombriabono- (I) M5	10.82%, ES = 2.53%	16.91%, ES = 2.23%	14.2%, ES = 1.94%	3.79%, ES = 1.17%
(F) Bokashi- (I) M5	4.64%, ES = 1.25%	16.31%, ES = 2.94%	14.45%, ES = 1.97%	6.39%, ES = 1.82%
(F) Químico- (I) botánico	4.82%, ES = 1.29%	25.01%, ES = 2.65%	13.89%, ES = 1.91%	7.01%, ES = 1.97%
(F) Lombriabono- (I) botánico	6.34%, ES = 1.16%	17.52%, ES = 2.27%	17.84%, ES = 2.27%	5.36%, ES = 1.57%
(F) Bokashi - (I) botánico	5.5%, ES = 1.44%	15.05%, ES = 2.11%	16.55%, ES = 2.16	4.34%, ES = 1.31%
(F) Químico- (I) microbiológico	9.64%, ES = 2.23%	24.18%, ES = 2.61%	13.39%, ES = 1.86%	3.33%, ES = 1.05%
(F) Lombriabono- (I) microbiológico	5.39%, ES = 1.42%	18.43%, ES = 2.32%	16.56%, ES = 2.16%	4.07%, ES = 1.24%
(F) Bokashi- (I) microbiológico	5.88%, ES = 1.52%	18.43%, ES = 2.32%	14.85%, ES = 2.09%	10.18%, ES = 2.7%

* (F) Fertilizante, (I) Insecticida

La interacción entre el uso de lombriabono como tratamiento al suelo e insecticida químico, presentó la menor incidencia de chinches y áfidos. Todos los programas fitosanitarios tuvieron un mejor efecto cuando fueron combinados con fertilizante químico, debido a que las plantas presentaban mejor desarrollo (Castellanos González *et al.* 2015), considera que una planta bien nutrida posee varias ventajas en cuanto a su resistencia a las plagas con relación a una planta con deficiencia nutricional.

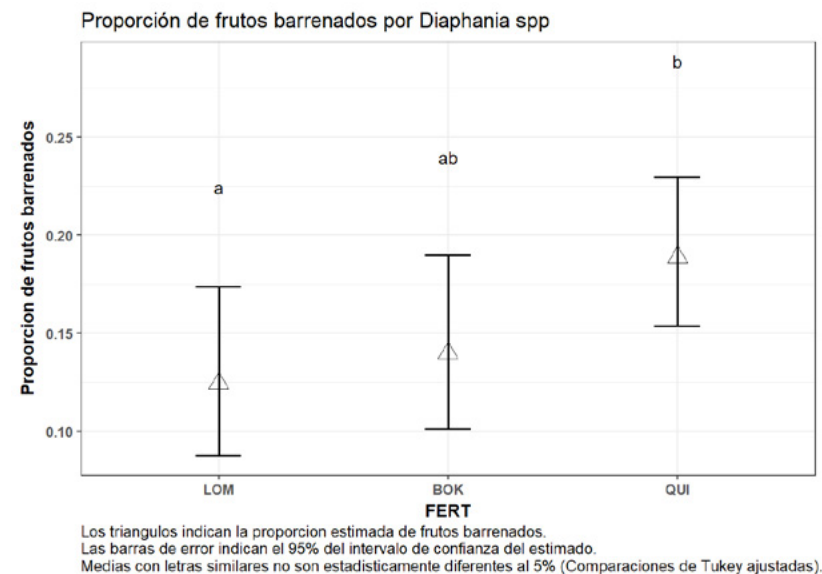
En la interacción de fertilizante e insecticida químico, las poblaciones de trips presentaron la menor incidencia en brotes y follaje, debido al desarrollo pobre de estos órganos, lo cual nos indica que como no existían las condiciones favorables para el establecimiento de estos organismos, presentaron una preferencia por las plantas fertilizadas químicamente, que presentaron un mejor desarrollo en todos los órganos vegetativos, lo cual concuerda con Nicholls 2010, encontrando que la resistencia está directamente ligada a la fisiología de la planta. Por ello, cualquier factor que afecte la fisiología de la planta (p. ej., la fertilización), puede en potencia cambiar su resistencia a los insectos plaga.

Daños totales en frutos cosechados

La cosecha tuvo una duración de seis semanas, de las cuales se obtuvieron un total de 1,372 frutos. Los frutos dañados por *Diaphania hyalinata* fueron 164, mientras que por *Diaphania nitidalis* fueron 69.

El modelo completo que contenía todas las variables (efecto insecticida, más el efecto del fertilizante, más el efecto de la interacción), no mostró diferencia en cuanto a su ajuste a los

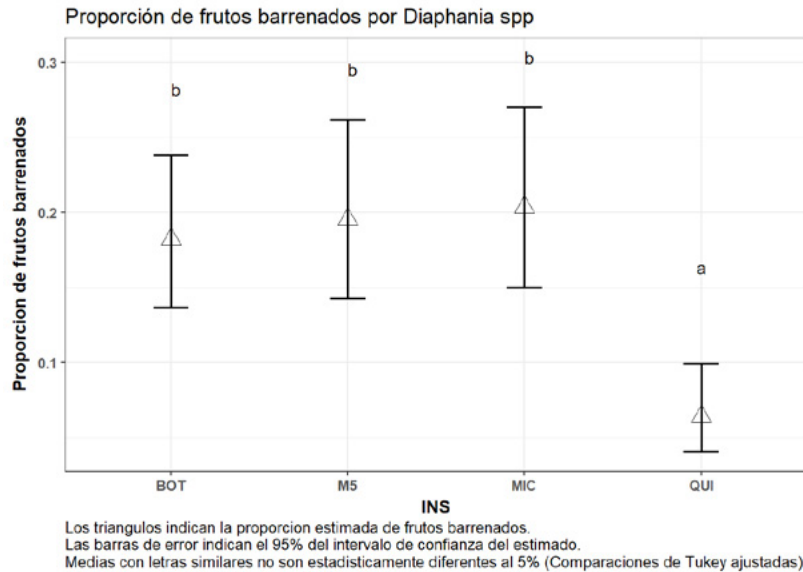
datos (AIC) con respecto al modelo sin inclusión de la interacción de factores Fertilización: Insecticida (X^2 gl (6) = 9.405, $P=0.152$). Esto implica que el efecto de los insecticidas evaluados fue similar en cada tipo de fertilización utilizada. La proporción de frutos dañados se vio afectada por el tipo de Fertilización (X^2 gl (2) = 8.1182, $P=0.01726$), pero principalmente por el tipo de Insecticida utilizado (X^2 gl (3) = 38.1994, $P=2.565 \times 10^{-8}$). En el caso del factor Fertilizante, las parcelas tratadas con fertilización química presentaron mayor proporción de frutos dañados (18.86% $ES=1.58\%$), con respecto a los tratados con lombriabono ($P=0.0185$) (Figura 5).



* Los datos en las gráficas fueron transformados de probabilidad a porcentaje.

Figura 5. Proporción de frutos de pepino barrenados por *Diaphania* sp., relacionado con la fertilización del cultivo.

En el caso del factor Insecticida, las parcelas tratadas con insecticidas químicos presentan menor proporción de frutos dañados (6.37% ES=1.14%), con respecto a las parcelas tratadas con M5, extracto botánico y microbiológico (Figura 6).



* Los datos en las gráficas fueron transformados de probabilidad a porcentaje.

Figura 6. Proporción de frutos de pepino barrenados por *Diaphania* sp., relacionado con los insecticidas.

Costo efectividad

El tratamiento que presentó un menor índice de costo efectividad fue el insecticida químico (Spinetoram) para el control de *Diaphania hyalinata* y *D. nitidalis*, obteniendo un valor de 3.25, esto quiere decir que ejerció un control con un 93% de efectividad al menor costo (\$304.58) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Índice de Costo-Efectividad para el control de *Diaphania hyalinata* y *D. nitidalis* en el cultivo de pepino.

Tratamientos (insecticidas)	% de efectividad	Costo variable (\$)	Índice costo / efectividad
Químico	93.63	304.58	3.25
M5	80.45	615.14	7.65
Microbiológico	79.65	444.44	5.58

El programa químico no solo tiene un costo en concepto de producto más bajo que otros programas evaluados, sino que también reduce la cantidad de mano de obra requerida para su aplicación, sin embargo, la efectividad del uso de Spinetoram está basado principalmente en su aplicación oportuna, lo cual se logró tomando decisión a partir de los muestreos semanales. La diferencia en los jornales utilizados para la aplicación de los programas fitosanitarios (microbiológico, M5, botánico), pueden ser utilizados para realizar monitoreo de las plagas del cultivo del pepino y determinar el momento oportuno de la aplicación.

Las parcelas fertilizadas químicamente presentaron la mayor cantidad de frutos dañados con *D. hyalinata* y *D. nitidalis*, debido a que también fueron las que presentaron la mayor cantidad de frutos cosechados. Sin embargo, el programa de Spinetoram presentó la mayor reducción de *Diaphania* sp. en los frutos, ya que, por su forma de acción al entrar en contacto con el insecto, éste deja inmediatamente de alimentarse y muere en pocas horas. El programa fitosanitario con Imidacloprid presentó una reducción en poblaciones de mosca blanca, sin embargo, no fue significativamente diferente a los otros programas (M5,

microbiológico y botánico), pero si presentó un control en las poblaciones de chinches *Polymerus sp.* y mantuvo las poblaciones de trips (*Frankliniella occidentalis*) bajas en el ciclo del cultivo. Si bien las poblaciones de mosca blanca no justifican la aplicación de Imidacloprid, en cuanto a las poblaciones de chinches *Polymerus sp.* es el programa con menor incidencia.

Conclusiones

El uso del programa fitosanitario químico (Imidacloprid, Spinetoram) fue el que presentó la menor proporción de órganos con insectos fitófagos en la plantación, lo que evidencia su efectividad en aplicaciones oportunas.

El uso de insecticidas químicos afectó las poblaciones de *Orius sp.* considerablemente en todo el ciclo del cultivo, no así en los programas tratados con microbiológicos, M5, botánico.

Los fertilizantes que tuvieron efecto sobre la proporción de insectos fitófagos fueron: lombriabono (trips en brotes), bokashi (trips en brotes >5), químico (*Diaphania hyalinata* en flores) y lombriabono (*Diaphania hyalinata* en brotes).

Las interacciones que tuvieron efecto sobre la proporción de insectos fitófagos fueron: enmienda lombriabono + insecticida químico (áfidos en follaje), enmienda lombriabono + insecticida químico (chinches en follaje), fertilizante químico + insecticida químico (trips en brotes) y fertilizante químico + insecticida químico (trips en follaje >5).

El uso de insecticidas químicos demostró ser la alternativa más económica para el manejo de fitófagos en pepino, obteniendo un índice de costo efectividad de 3.25 ejerciendo una efectividad de

93% al menor costo \$304.58.

La preferencia de los fitófagos por los distintos órganos de la planta está influenciada por su biología y principalmente forma de alimentación.

Recomendaciones

Antes de realizar una aplicación ya sea de productos químicos o biorracionales, se recomienda hacer muestreos previos de plagas con la finalidad de tener una mayor eficiencia en el control, así como también de reducir costos, tanto de producto como de mano de obra para la aplicación.

Promover la combinación y alternancia en la aplicación de productos fitosanitarios en el cultivo, con el objetivo de mejorar el establecimiento de organismos benéficos en el agroecosistema.

Colocar trampas amarillas cromáticas o cultivos trampa en los alrededores del cultivo, con la finalidad de reducir la entrada de insectos fitófagos a la plantación.

Bibliografía

Amparo, A; Martínez, A; Zelada, E; Herrera, M. 2005. Creación de un Modelo de Sistemas de Información Geográficos (Sig) para una Finca, Caso Campo Experimental y de Prácticas de La Facultad de Ciencias Agronómicas: 116.

Arauz, LF. 1996. Hacia un uso racional de los plaguicidas sintéticos: una perspectiva agroecológica. Centro de Investigaciones de Protección de Cultivos, Universidad de Costa Rica: 7-10.

Bates, D; Maechler, M; Bolker, B; Walker, S. 2015. Fitting Linear

- Mixed-Effects Models Using (lme4). *Journal of Statistical Software* 67: 1-48.
- Castellanos González, L; de Mello, R; Silva, C. 2015. El Silicio en la resistencia de los cultivos. *Cultivos Tropicales* 36: 16-24.
- CENTA. 2003. Guía técnica del cultivo de pepino. Eds. HE Amaya; CM Garcia; MA Martinez; Vásquez, S; Orellana, J. 1 ed. San Andres, SV, s.e., 44 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz) 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Mexico D.F., CIMMYT, 79.
- Durán, L; Henríquez, C. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 31(1): 41-51.
- Graves, S; Piepho, H; Selzer, L. 2015. MultcompView: Visualizations of Paired Comparisons.
- Ishaaya, I; Degheele, D. 1998. Insecticides with novel modes of action : mechanisms and application. s.l., s.e., 289.
- Kassambara, A; Mundt, F. 2017. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses.
- Le, S; Josse, J; Husson, F. 2008. FactoMineR: A Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1): 1-18.
- Lenth, R. 2016. Least-Squares Means: The R Package lsmeans. *Journal of Statistical Software* 69(1): 1-33.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2015. Anuarios de estadísticas agropecuarias 2014-2015. (En línea). Consultado 20 abr. 2016. Disponible en <http://www.mag.gob.sv/anuarios-de-estadisticas-agropecuarias/>
- Nicholls, C. 2010. Contribuciones agroecológicas para renovar las fundaciones del manejo de plagas. *Agroecología* 5: 7-22.
- R. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Soria, C; López-Sesé, AI; Gómez-Guillamón, ML. 1999. Resistance of *Cucumis melo* Against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology* 28(5): 831-835.
- Srivastava, M.; Lara B.; Olson, S.; Weiss, A. 2007. *Spinetoram* Is Compatible with the Key Natural Enemy of *Frankliniella* Species Thrips in Pepper. *Plant Health Progress*.
- Wickham, H. 2009. *Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York, Springer-Verlag.



Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) con bajo contenido de lignina

Morfoagronomic characterization of 15 sorgo accessions
(*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) with low lignine content

Villeda-Castillo, D.A.¹, Parada-Berrios, F.A.², Lara-Ascencio, F.³, Rodríguez-Urrutia, E.A.⁴

Resumen

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental San Andrés No. 1, del CENTA, Ciudad Arce, departamento de La Libertad, El Salvador, durante los meses de diciembre de 2011 a marzo de 2012, con el objetivo de caracterizar 15 accesiones de sorgo bmr, con bajo porcentaje de lignina; utilizando descriptores morfoagronómicos para definir su identidad; ocho de los cuales son cuantitativos y 17 cualitativos, sugeridos por el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT). Se sembraron dos surcos por accesión de cinco metros lineales, a un distanciamiento

de 0.80 m entre surco y 0.15 m entre plantas. La metodología estadística, consistió en el uso del método de multivariantes. El análisis determinó, que las 15 accesiones están agrupadas en tres componentes principales que explican el 78.02% de la variabilidad total; donde el primero está formado por las accesiones CI0938, CI0936, CI0916, CI0910, que sobresalen por tener mayor número de tallos, menor longitud de inflorescencia y peso de grano; al relacionarlas con los descriptores cualitativos sobresalen por presentar buen vigor de cruzamiento, color de glumas claras, plantas parcialmente cerosas, inflorescencia compacta semi elípticas y jugosidad dulce. Al segundo grupo, corresponden las

1 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. dorisvilleda01@gmail.com
2 Asesor, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. faparadaberrios@yahoo.com
3 Asesor, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. fcolaraa@yahoo.es
4 Asesor, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. earu_1663@yahoo.com.mx

accesiones CI 0970, CI 0919, CI 0973, CI 0925, CI 0914, CI 0972 y CI 0968, mostrando similitud en mayor longitud y excursión de la inflorescencia, peso de grano intermedio, menor altura de la planta, ancho de inflorescencia, menos días a floración y número de granos por panoja. Además, se caracteriza por presentar un vigor de cruzamiento medio, inflorescencia compacta elíptica, plantas de parcial o total serosidad, no suculentas y generalmente insípidas. Al tercer grupo pertenecen las accesiones CI 0932, CI 0943, CI 0947, CI 0929, que presentaron los valores más altos en la altura de planta, ancho de inflorescencia, días a floración, peso de grano y número de granos por panoja; este grupo se caracterizó por presentar buen vigor de cruzamiento, inflorescencia semi elíptica compacta; plantas parcialmente serosas con una jugosidad y sabor intermedio. Por lo que se concluye que las 15 accesiones de sorgo mostraron diversidad en el comportamiento, según los descriptores cuantitativos y cualitativos. Como hallazgo relevante se encontraron cuatro accesiones con potencial para la producción de grano (CI 0932, CI 0943, CI 0947 y CI 0929), que corresponden al componente dos y el resto de accesiones para la producción de forraje (componentes uno y tres).

Palabras claves: Descriptor, Caracterización, Accesión, Método multivariante, Sorgo bmr, componentes principales.

Abstract

This research was carried out at the CENTA, San Andrés No.1, Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador, during the months of december 2011 to march 2012, with the objective of characterizing 15 sorghum accessions bmr, with low percentage

of lignin; using morphoagronomic descriptors to define their identity; eight of which are quantitative and 17 qualitative, suggested by the ICRISAT. Two rows were planted by accession of five linear meters, at a distance of 0.80 m between furrow and 0.15 m between plants. The statistical methodology consisted in the use of the multivariate method. The analysis determined that the 15 accessions are grouped into three main components that explain 78.02% of the total variability; where the first is formed by accessions CI0938, CI0936, CI0916, CI0910, which stand out for having a greater number of stems, shorter inflorescence length and grain weight; when related to qualitative descriptors, they stand out for having good crossbreeding vigor, color of clear glumes, partially waxy plants, semi-elliptical compact inflorescence and sweet juiciness. To the second group, the accessions CI 0970, CI 0919, CI 0973, CI 0925, CI 0914, CI 0972 and CI 0968 correspond, showing similarity in greater length and exceeding of the inflorescence, intermediate grain weight, lower plant height, inflorescence width, less days to bloom and number of grains per panicle. In addition, it is characterized by a medium cross vigor, elliptical compact inflorescence, partial or total serosity plants, not succulent and generally tasteless. Accessions CI 0932, CI 0943, CI 0947, CI 0929 belong to the third group, which presented the highest values in plant height, inflorescence width, days to flowering, grain weight and number of grains per panicle; This group was characterized by presenting good cross vigor, compact semi-elliptical inflorescence; partially serous plants with juiciness and intermediate flavor. Therefore, it is concluded that the 15 accessions of sorghum showed diversity in behavior, according to quantitative and qualitative descriptors.

As a relevant finding, four accessions with potential for grain production were found (CI 0932, CI 0943, CI 0947 and CI 0929), which correspond to component two and the other accessions for forage production (components one and three).

Keywords: Descriptor, Characterization, Accession, Multivariate method, Sorghum bmr, main components.

Introducción

Los recursos genéticos constituyen las bases biológicas para la seguridad alimentaria mundial y están conformados por la diversidad de material genético que contienen las variedades tradicionales y los cultivares modernos. Estos recursos son la materia prima de los fitomejoradores y el mayor aporte para la producción y diversidad genética que utilizan los agricultores (FAO 1996, IBPGR 1981).

El sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) ocupa el quinto lugar entre los cereales del mundo, pero en El Salvador es el segundo grano en volumen producido, después del maíz blanco. Para el periodo 2012-2013 la producción alcanzó 3.1 millones de kilogramos, en 103,365.73 hectáreas sembradas, con un rendimiento promedio de 1,318.18 kg.ha⁻¹ (DGEA 2012-2013).

Por ello, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), a través del Programa de Granos Básicos y con el apoyo del Instituto para la Investigación del Sorgo y Mijo de Estados Unidos (INTSORMIL), promueve la incrementación de nuevas variedades particularmente, con el propósito de mejorar la digestibilidad y palatabilidad del ensilaje para consumo

animal, en el 2004 inician los trabajos de incorporación de ocho líneas donantes de genes bmr a las variedades de sorgo de doble propósito nacionales y extranjeras (Clará 2011); este gen posee la característica de disminuir la lignina que se encuentra en los tejidos de las hojas y de los tallos, pues los sorgos actuales contienen altos niveles de lignina (Compton 1990).

En la actualidad, los sorgos bmr se utilizan en forma de híbrido por las empresas de semillas transnacionales y su costo en América Central es el limitante para que los productores de sorgo utilicen esta tecnología, sin embargo, con la producción de estas variedades de polinización libre, la accesibilidad será mayor debido a que los agricultores podrán producir su propia semilla para sembrarla en unas cuatro generaciones sin perder su potencial de producción y calidad (Clará 2008; Clara y Zeledón 2010.).

Sin embargo en el país, la información básica para describir las características morfológicas y agronómicas del *Sorghum bicolor* es escasa, esta especie a través de los años ha cambiado considerablemente como resultado de mutaciones naturales y trabajos efectuados por los fitomejoradores. Este recurso fitogenético es de vital importancia si se conserva y se utiliza adecuadamente y esto es posible si se conocen las características que permiten diferenciar una especie de otra.

La presente investigación está orientada a caracterizar morfológicamente 15 accesiones de sorgo que poseen el gen "bmr-12", describiendo sus atributos morfoagronómicos a fin de generar información cuantitativa y cualitativa, que determinen la identidad fenotípica de las accesiones.

Materiales y métodos

Ubicación del área experimental

La investigación se realizó en el período comprendido entre diciembre de 2012 a marzo de 2013, en la Estación Experimental San Andrés No.1, del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA), ubicado en el municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, a una elevación de 460 metros sobre el nivel del mar (msnm), una temperatura promedio de 26° C y un promedio de lluvia de

1,600 mm anuales; suelos de textura franco arenosa, fertilidad moderada (Morales 2011).

Material vegetal utilizado

Para esta investigación se utilizaron 15 cultivares del género *Sorghum*, las accesiones provenientes del Banco de Germoplasma del CENTA, introducidas de diferentes países, siendo elegidas con base a su adaptación en las zonas agroecológicas de procedencia, características agronómicas y comerciales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos de pasaporte del material de *Sorghum bicolor* caracterizado en la localidad de la Estación Experimental San Andrés No.1 CENTA, 2012-2013

Número de identificación	Nombre del cultivar	Genealogía	País de introducción
1	CI 0968 bmr	(RCV*BO3290) S-11-7	El Salvador
2	CI 0972 bmr	(RCV*BO3290) S-13-9	El Salvador
3	CI 0970 bmr	(RCV*BO3290)	El Salvador
4	CI 0973 bmr	(RCV*BO2043) S-19-1	El Salvador
5	CI 0916 bmr	(VG-146*BO2043) S-2-2	México
6	CI 0919 bmr	(VG-146*BO2043) S-26-1	México
7	CI 0914 bmr	(VG-146*BO3289) S-5-4	México
8	CI 0910 bmr	(CENTA S-2*BO2043) S-27-5	El Salvador
9	CI 0925 bmr	(CENTA S-3*BO3289) S-21-4	El Salvador
10	CI 0929 bmr	(CENTA S-3*BO3288) S-30-12	El Salvador
11	CI 0932 bmr	(CENTA S-3*BO3288) S-95-9	El Salvador
12	CI 0936 bmr	(Tortillero*BO3292) S-2-5	Nicaragua
13	CI 0938 bmr	(Tortillero*BO2043) S-5-2	Nicaragua
14	CI 0943 bmr	(Tortillero*BO3292) S-12-4	Nicaragua
15	CI 0947 bmr	(Tortillero*BO328 S-64-13	Nicaragua

Procedimiento experimental

La preparación del terreno fue mecanizada, con dos pasos de rastra y un surcado; el área total de la parcela fue de 140.8 m². Como tratamientos fueron considerados las 15 accesiones, con dos surcos por accesión con una longitud de 5 metros lineales, haciendo un total de 30 surcos, separados a 0.80 m y 0.15 m entre plantas. La unidad experimental fue de 1.60 m; para la evaluación se utilizaron las plantas de los surcos centrales, despreciándose un metro de la parte inicial y final de los surcos, para evitar el efecto de borde y cabecera; dejando 12 plantas por metro lineal y surco por accesión, para tener 72 plantas por unidad experimental. La fertilización se realizó con fórmula 16-20-0 al momento de la siembra; aplicando 4.54 kg.parcela-1 y durante el crecimiento se aplicó sulfato de amonio a razón de 5.68 kg.parcela-1; el control de malezas fue manual.

Variables evaluadas

Las variables evaluadas resultaron de la selección de 25 descriptores de los cuales ocho fueron cuantitativos y 17 cualitativos, se evaluaron en base a lo propuesto por el (ICRISAT 1984).

Variables cuantitativas

Altura de la planta (alpa); el número de tallos florales por planta (ntallos); la longitud de la inflorescencia (longinflor); ancho de la inflorescencia (anchoinflor); días a floración (díasflor); exerción de la inflorescencia (exerinflor); peso de granos (pesograno) y número de granos por panícula (nugrapa).

Variables cualitativas

Las variables cualitativas del descriptor para sorgo se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Descriptores cualitativos para sorgo con su respectiva escala

Descriptor cualitativo	Escala del descriptor
Vigor de cruzamiento después de 15 días de emergidas las plantas	3= malo, 5= media, 7= alto
Inflorescencia compacta y forma de la floración	1= panícula laxa, 2= muy suelto rama primaria erecta, 3= muy floja rama primaria caída, 4= ramas primarias erectas, 5= suelta cayendo de ramas primarias, 6= semi-sueltas ramas primarias erectas, 7= semi-suelta cayendo ramas primarias, 8= semi-elíptica compacta, 9= compacto elíptica, 10= ovalada compacto, 11= la mitad broom, 12= broom maíz.
Aspecto de todas las plantas al momento de la cosecha	3= pobre, 5= medio, 7= bueno
La cutina o cera	0= no ceroso, 3= medio, 5= parcialmente ceroso y 9= completamente ceroso
La senescencia de la hoja	0= No senescente, 1= muy poco senescente, 3= un poco envejecido, 5= intermedio, 7= sobre todo senescente y 9=hoja completamente senescente.
Color de las plantas	1= Pigmentada, 2= no pigmentada.
Jugosidad del tallo	0= Seco, 2= jugoso
Sabor del jugo del tallo	1= Dulce, 2=insípido
Color del grano	se utilizó la tabla Munsell
Color de la gluma	1= Blanco, 2= tan, 3= caoba, 4= rojo, 5= púrpura, 6= negro y 7= gris.
La cubierta del grano	1= 25% de cobertura, 3=50%, 5=75% y 7= 100% de cobertura
Gordura del grano	3= Cóncavo 7= convexo
La forma del grano	1= Individual, 2= en pareja
Textura del endospermo	1= Completamente córnea, 3= parcialmente córnea, 5= intermedia, 7= sobre todo con almidón, 9= completamente con almidón
Color del endospermo	1= blanco, 2= amarillo
Tipo de endospermo	1= normal, 2= cerado, 3= azucarado
Plagas y Enfermedades	3= baja susceptibilidad, 5= susceptibilidad media, 7=alta susceptibilidad.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los descriptores cuantitativos consistió en el uso de tres herramientas del método multivariante:

a) El análisis descriptivo, que incluye medidas de tendencia central y de dispersión: media, máximo, mínimo, coeficiente de variación y desviación estándar; donde el coeficiente de variación, si es mayor significa que habrá mayor heterogeneidad y por el contrario entre menor sea el coeficiente significa que habrá mayor homogeneidad (Cuadro 3).

b) Análisis de componentes principales (ACP), en el cual se tomó como criterio los indicadores que presentaron valores propios superiores a 1.

c) Análisis de conglomerados para la agrupación y selección de las accesiones utilizando como índice de similitud la distancia Euclidiana, determinando la media y desviación estándar para las variables. De esta forma se dispuso de grupos de accesiones que permitieron hacer el análisis más sencillo y objetivo de su comportamiento. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 19 e INFOSTAT.

Para los 17 descriptores cualitativos se realizó un cuadro de frecuencias absolutas y relativas para determinar las categorías más frecuentes de las accesiones en estudio (López *et al.*, 2008).

Finalmente se hizo una relación entre los descriptores cualitativos y por conglomerado.

Cuadro 3. Promedio de los descriptores, desviación estándar, coeficiente de variación, mínimos y máximos, para las 15 accesiones de *Sorghum bicolor* [L.] Moench.

Fase fenológica	Descriptor cuantitativo	Número de observaciones	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)	Mínimo	Máximo
Vegetativo	Altura de la planta	15	1.40	0.12	8.89	1.24	1.64
	Número de tallos	15	1.31	0.83	63.75	0.00	2.00
Floración	Longitud inflorescencia	15	22.24	4.21	18.93	15.40	28.50
	Ancho inflorescencia	15	4.80	0.94	19.47	2.50	6.54
	Días a floración	15	71.67	3.09	4.31	63.00	77.00
	Exerción de la inflorescencia	15	13.46	5.04	37.43	6.13	23.93
Cosecha	Peso del grano	15	2.99	0.38	12.77	2.34	3.86
	Número de granos por panoja	15	1125.93	394.65	35.05	527	2200

Resultados y discusión

Según el análisis descriptivo del Cuadro 3 y los coeficientes de variación, se denota que existe un comportamiento distinto de los descriptores de acuerdo a las fases fenológicas del sorgo, manteniéndose, el principio, que los altos valores del coeficiente de variación indican heterogeneidad en el comportamiento de las accesiones.

Para los descriptores altura de las plantas (alpa), días a floración (diasflor) y peso del grano (peso grano) se obtuvo un coeficiente de variación bajo (8.89, 4.31 y 12.77), es decir, todas las accesiones manifestaron homogeneidad en su comportamiento. Similares respuestas encontraron Zapata y Orozco (1991); Clará, *et al.* (2009), manifestando que esta variación depende más de los factores genéticos que de los factores ambientales. Caso contrario sucedió con el descriptor número de tallos florales por planta estos resultados inciden en la manifestación heterogénea del descriptor, expresando un alto coeficiente de variación (63.75%) y una desviación estándar (0.83) respectivamente; además el rango de rebrotes varió entre 0.0 y 2.0.

Este comportamiento fue válido para las accesiones CI 0929, CI 0932, CI 0943 y CI 0937 quienes presentaron un solo tallo (26.7%), a diferencia del 73.3% de las accesiones cuyo rango varió entre 1.45 a 2.0 tallos; con un promedio de 1.31, lo que implica que el 26.7% son accesiones que genéticamente no expresan rebrotes aun siendo las condiciones ambientales favorables para esta característica (Figura 1).

Sin embargo, esta aptitud de las plantas, es influenciada por el grado de dominancia apical, por tanto, es una característica

heredable que puede ser modificada por factores ambientales como: la temperatura, fotoperíodo, humedad del suelo y manejo agronómico (Gutiérrez 2004; Harding 1996 y House 1985).

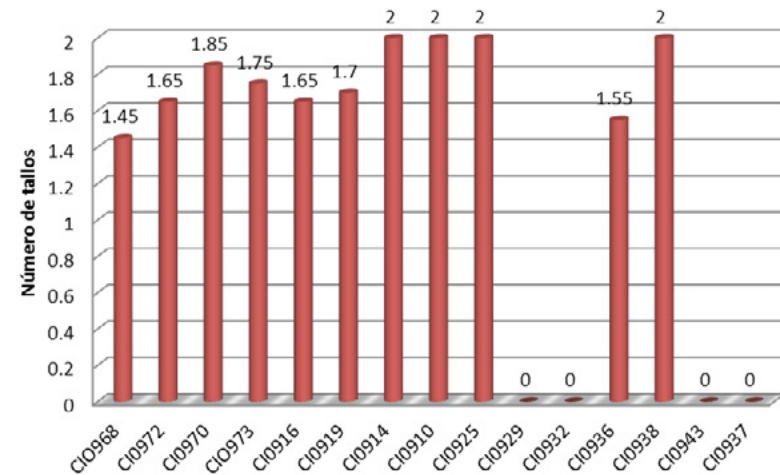


Figura 1. Número de tallos o rebrotes producidos durante el ciclo del cultivo.

El análisis factorial mediante el método de componentes principales (Cuadro 4), se incorporaron ocho descriptores cuantitativos sujetos del análisis descriptivo, obteniéndose los resultados que permiten visualizar el número de componentes principales adecuados y su relación con la varianza total explicada. De los ocho puntos de varianza originales, a los primeros tres componentes principales le corresponden 3.247, 1.852 y 1.143 que representan el 40.58%, 23.15% y 14.28% de la varianza original respectivamente, en total explican el 78.0% de la misma.

Cuadro 4. Promedio de los descriptores, desviación estándar, coeficiente de variación, mínimos y máximos, para las 15 accesiones de *Sorghum bicolor* [L.] Moench.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3.247	40.583	40.583	3.247	40.583	40.583	2.557	31.885	31.885
2	1.852	23.148	63.732	1.852	23.148	63.732	2.455	30.686	62.571
3	1.143	14.284	78.016	1.143	14.284	78.016	1.236	15.445	78.016
4	0.826	10.319	88.335						
5	0.374	4.671	93.007						
6	0.318	3.970	96.977						
7	0.173	2.161	99.138						
8	0.069	0.862	100.000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Considerando la matriz de componentes principales (Cuadro 5), se muestra claramente que el primer componente se asocian los descriptores número de tallos (ntallos), longitud de la inflorescencia (longiflor), ancho de inflorescencia (anchoinflor), excursión de la inflorescencia (exerinflor) y número de granos por panícula (nugrapa), explicando el 40.58% de la variabilidad total, equivalente al 52.02% del total explicado por los tres componentes relacionados, con cargas factoriales de -0.842, -0.658, 0.702, -0.870 y 0.713 respectivamente.

El segundo componente se asocian los descriptores altura de planta (alpa) y días a floración (díasflor), explicando el 23.15% de

la variabilidad total, equivalente al 29.67% del total explicado por los tres componentes, con cargas factoriales de 0.725 y -0.791 respectivamente.

Al tercer componente principal le corresponden el descriptor peso de grano (pesograno) explicando 14.28% de la variabilidad total, equivalente al 18.31% del total explicado por los tres componentes, con una carga factorial de 0.929. Este componente se relaciona con el peso de grano perteneciente a la fase fenológica de cosecha.

Cuadro 5. Matriz de componentes principales por descriptor.

Descriptores	Componente		
	1	2	3
ALPA	0.292	0.725	0.075
NTALLOS	-0.842	-0.037	-0.286
LONGINFLOR	-0.658	0.450	0.294
ANCHOINFLOR	0.702	0.482	-0.271
DIASFLOR	0.467	-0.791	0.054
EXCERINFLOR	-0.870	0.271	-0.025
PESOGGRANO	0.208	0.060	0.929
NUGRAPA	0.713	0.434	-0.167

La Figura 2, muestra la relación gráfica entre componentes principales donde el primer y segundo componente separa días a floración y altura de planta, del resto de los descriptores, por lo tanto, la mayor variabilidad entre las accesiones de sorgo involucradas se explica con estas variables. La accesión CI 0929 está más asociada con los descriptores número de granos por panoja y ancho de la inflorescencia (nugrapa y anchoinflor); la accesión CI0968 está más asociada con el descriptor altura de la planta (alpa); Las accesiones CI 0919, CI 0943, CI 0932 y CI 0937 están más asociadas con el descriptor peso de grano y las accesiones CI 0968, CI 0925, CI 0970, C I0973, CI 0914, CI 0972 y CI 0919 están más asociados con los descriptores excersión de la inflorescencia, longitud de la inflorescencia y número de

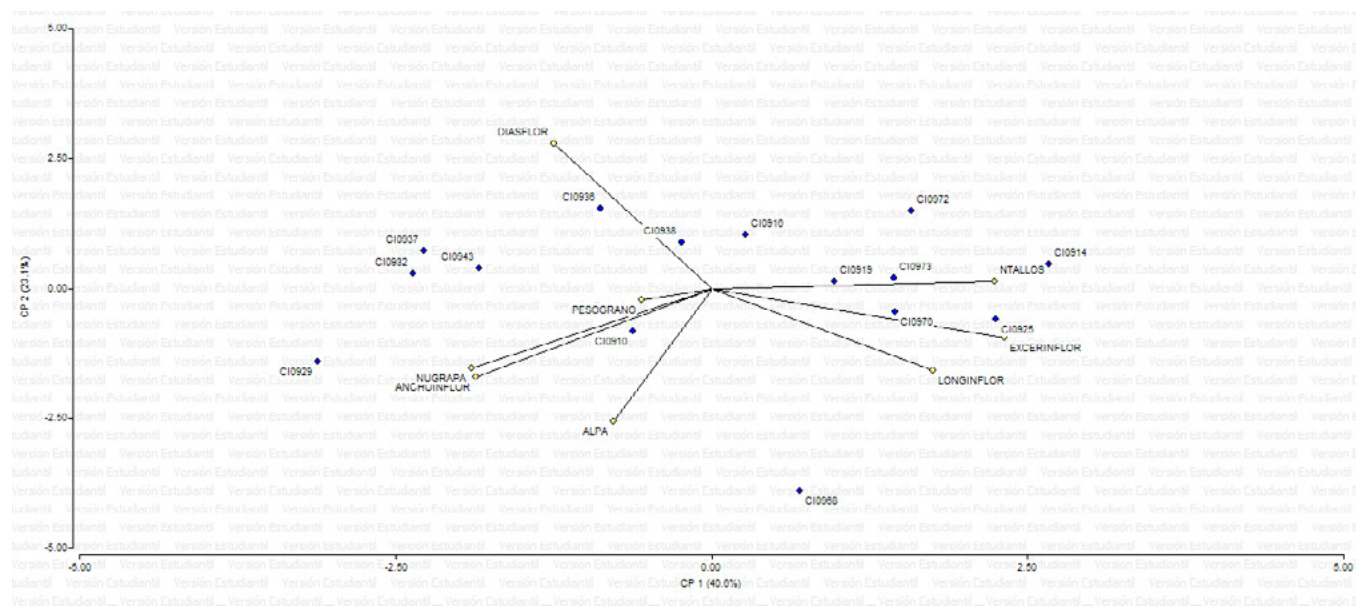


Figura 2. Relación entre el primer y segundo componente principal.

tallos(excerinflor, longiflor, ntallos); y CI 0936, CI 0938, CI 0916 están más relacionadas con días a floración (díasflor). Aun cuando la accesión CI 0910 no parece estar asociada a algún descriptor en particular, guarda alguna aproximación con el descriptor peso de grano (pesograno), en los ejes de los componentes principales uno y dos (CP1 y CP2).

Por su parte, el componente tres aporta menos a la varianza total. Estos resultados podrían estar más vinculados a aquellas accesiones con el mayor pesograno como son: CI 0937, CI 0910, CI 0970 y CI 0972 (Figura 3).

En el dendograma generado mediante el análisis de conglomerado y la distancia euclídea, se observan 3 grupos de accesiones bien diferenciados (Figura 4).

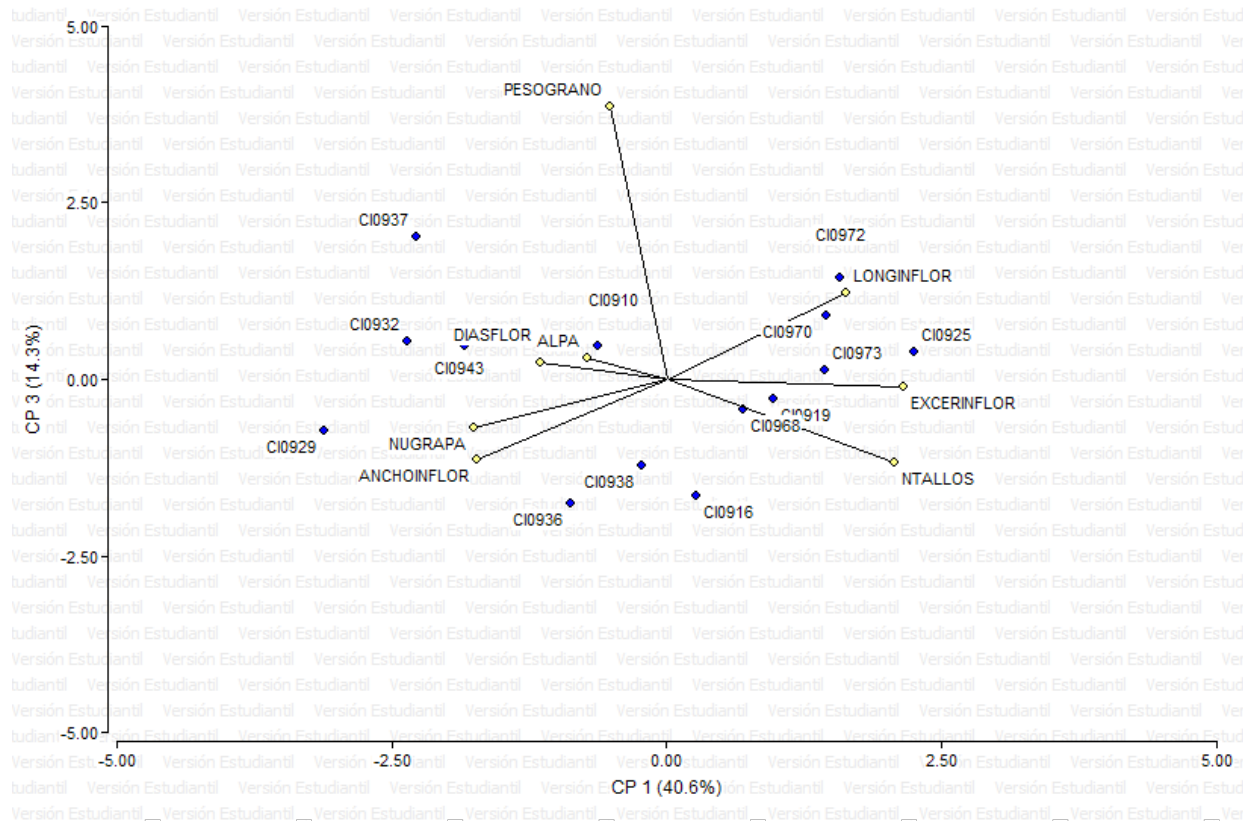


Figura 3. Relación entre el primer y tercer componente principal.

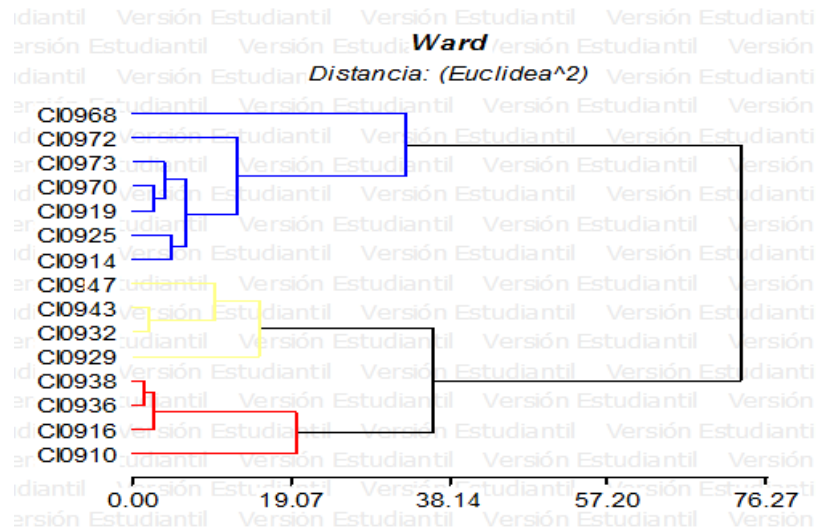


Figura 4. Dendrograma según conglomerados de los descriptores cuantitativos y accesiones.

El dendrograma establece, que el primer grupo está conformado por las accesiones CI 0938, CI 0936, CI 0916 y CI 0910, logrando las dos primeras, de acuerdo a los descriptores involucrados, mayor homogeneidad (1.55), que al relacionarse con la accesión CI 0938 y CI 0916 con una distancia de 2.42 y 2.55 respectivamente. Sin embargo, el comportamiento de la accesión CI 0910 con relación al resto del grupo representó la mayor heterogeneidad (19.71) (Figura 4).

Considerando la estadística descriptiva para los descriptores cuantitativos; y frecuencias absolutas y relativas para los descriptores cualitativos (Tabla 5 y 6) según los conglomerados, se destaca que el primer grupo incluye cuatro accesiones (CI 0938, CI 0936, CI 0916 y CI 0910) y estas sobresalen por presentar el mayor

número de tallos, la menor longitud de inflorescencia y peso de grano; para el resto de descriptores las accesiones tuvieron un comportamiento intermedio. Analizando los descriptores cualitativos se observó que las accesiones involucradas presentan buen vigor de cruzamiento, con una inflorescencia de forma semi elíptica compacta y un aspecto medio de las plantas; senescencia de hojas intermedia con presencia de cera o cutina de poco a parcialmente presente y color de la planta con predominancia no pigmentada, aunque en este grupo de accesiones, fue donde se presentó aquella accesión que manifestó pigmentación; con una jugosidad indeterminada y en el caso de las jugosas su sabor fue dulce.

En cuanto al grano se presentó un color que va de amarillo a rojo amarillento con glumas color claro y una cobertura del grano que va desde descubierto hasta el 50% de cobertura; sin embargo, la forma del grano fue individual y una gordura convexa, con un tipo de endospermo normal de color blanco y textura intermedia; en cuanto a la susceptibilidad respecto a plagas en este conglomerado hubo desde baja hasta alta susceptibilidad, sin embargo, en el caso de las enfermedades todas las accesiones de este conglomerado presentaron alta susceptibilidad al tizón foliar de la hoja, provocado por el hongo *Helminthosporium* sp. (Tabla 6).

El segundo grupo, según el dendrograma, está formado por siete accesiones CI 0970, CI 0919, CI 0973, CI 0925, CI 0914, CI 0972 y CI 0968, las cuales presentaron un mejor grado de homogeneidad en el comportamiento según los descriptores. Las accesiones CI 0970 y CI 0919 manifestaron un comportamiento más homogéneo del grupo (2.58); seguido por la relación entre CI 0970, CI 0919

y CI 0973 que fue de 2.58 y 3.79 respectivamente. Un poco más distante, se relacionaron con las accesiones CI 0973 y CI 0925, que alcanzó valoraciones de 4.88, CI 0925 y CI 0914 que fue de 4.73. Aún, cuando los valores extremos podrían omitirse del análisis, la relación entre las accesiones CI 0914 y CI 0968 es tan heterogénea que alcanzó valoraciones de 32.87 (Figura 4).

Este grupo de accesiones presentó la mayor longitud y excursión de inflorescencia, número de tallos, peso de grano intermedio; por otro lado, se manifiesta la menor altura de planta, ancho de inflorescencia, días a floración y número de granos por panoja que pudieran afectar la producción de semilla si fuera el caso. En los descriptores cualitativos, este grupo reflejó un vigor de cruzamiento entre medio y bueno; una inflorescencia compacta elíptica un aspecto de plantas medio, una senescencia intermedia y vainas de las hojas de parcial a completamente cerosa; el color de la planta en un 100% fueron no pigmentadas sin jugosidad en los tallos y de sabor insípido.

El grano presentó un color amarillento con color de gluma rojo y una cobertura desde descubierto hasta el 25% de cobertura; la forma del grano individual con una gordura convexa, con un tipo de endospermo normal de color blanco y textura intermedia; en cuanto a plagas las accesiones se comportaron de baja susceptibilidad y alta susceptibilidad para el caso del tizón foliar de la hoja (Tabla 5 y 6).

El tercer grupo según el dendograma está conformado por cuatro accesiones: CI 0932, CI 0943, CI 0947 y CI 0929. La distancia entre las primeras dos accesiones (CI 0932 y CI 0943) fue de 2.15, lo que indica un alto grado de homogeneidad; siendo la proximidad de

CI 0943 con la accesión CI 0947 una distancia de 7.22 y con la CI 0932 una distancia de 9.22. La máxima distancia corresponde a las accesiones extremas CI 0947 y CI 0929, alcanzando un valor de 16.47 (Figura 4).

Estos grupos expresaron valores más altos con respecto a los descriptores altura de planta, ancho de inflorescencia, días a floración, peso de grano y número de granos por panoja. Sin embargo, presentaron un solo tallo y la menor excursión de la inflorescencia y una longitud de inflorescencia intermedia; siendo las accesiones CI 0932, CI 0943, CI 0947 y CI 0929 quienes forman parte de dicho grupo. Cualitativamente el conglomerado presentó un vigor de planta bueno, con inflorescencia semi elíptica compacta, un aspecto medio en todas las plantas y una senescencia de las hojas intermedia; en cuanto a la cera o cutina se presentó parcialmente, con ausencia de pigmentación y una jugosidad y sabor indefinido.

En relación al grano, este presentó un color amarillo con una cubierta indefinida desde descubierto hasta el 75% de cobertura y un color de la gluma claro; en cuanto a la forma del grano fue individual con una gordura indefinida entre cóncavo y convexo; el tipo de endospermo fue normal de color blanco y una textura intermedia; las accesiones correspondientes a este grupo se comportaron con baja susceptibilidad respecto a plagas y alta susceptibilidad al *Helminthosporium sp.* (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Estadística descriptiva para descriptores cuantitativos según agrupación de accesiones de sorgo.

Conglomerado	Variable	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
1	ALPA	1.40	0.16	1.30	1.64
	NTALLOS	1.80	0.23	1.55	2.00
	LONGINFLOR	17.34	1.76	15.40	19.68
	ANCHOINFLOR	4.98	0.38	4.45	5.33
	DIASFLOR	72.50	1.29	71.00	74.00
	EXCERINFLOR	11.15	1.37	9.28	12.20
	PESOGRAÑO	2.74	0.48	2.34	3.42
	NUGRAPA	1050.75	75.55	971.00	1150.00
2	ALPA	1.37	0.13	1.24	1.61
	NTALLOS	1.77	0.20	1.45	2.00
	LONGINFLOR	26.19	1.50	23.85	28.50
	ANCHOINFLOR	4.30	1.01	2.50	5.58
	DIASFLOR	69.86	3.34	63.00	73.00
	EXCERINFLOR	17.84	3.53	13.02	23.93
	PESOGRAÑO	3.00	0.23	2.73	3.33
	NUGRAPA	845.2	348.34	527.00	1641.00
3	ALPA	1.44	0.09	1.32	1.52
	NTALLOS	0.00	0.00	0.00	0.00
	LONGINFLOR	20.25	1.24	19.03	21.43
	ANCHOINFLOR	5.50	0.80	4.60	6.54
	DIASFLOR	74.00	2.16	72.00	77.00
	EXCERINFLOR	8.12	1.33	6.13	8.98
	PESOGRAÑO	3.23	0.43	2.88	3.86
	NUGRAPA	1493.50	474.99	1172.00	2200.00

Conglomerado 1 formado por las accesiones: CI 0938, CI 0936, CI 0916 y CI 0910.

Conglomerado 2 formado por las accesiones: CI0970, CI0919, CI0973, CI0925, CI0914, CI0972 y CI0968

Conglomerado 3 formado por las accesiones: CI0932, CI0943, CI0947 y CI0929

Cuadro 7. Descriptores cualitativos por categoría y por conglomerado que se relacionan con las accesiones.

Descriptor	Categoría	Conglomerado 1 y accesiones	Conglomerado 2 y accesiones	Conglomerado 3 y accesiones	Total
Vigor de cruzamiento	Media	0	4	1	5
	Bueno	4	3	3	10
Inflorescencia compacta y forma	Compacta elíptica	1	6	1	8
	Semi suelta erecta		1		1
	Semi elíptica compacta	3		3	6
Aspecto de todas las plantas	Pobre	1			1
	Medio	14	Ídem	Ídem	14
Senescencia de las hojas	Poco	1			1
	Intermedia	14	Ídem	Ídem	14
	Un poco presente	1			1
Cera o cutina vaina de las hojas	Media	1		1	2
	Parcialmente	2	3	3	8
	Completamente		4		4
Color de la planta	Pigmentada	1			1
	No pigmentada	14	Ídem	Ídem	14
Jugosidad del tallo	No jugosa	2	5	2	9
	Jugosa	2	2	2	6
Sabor del jugo del tallo	Dulce	3	2	2	7
	Insípido	1	5	2	8
Color de la gluma	Claro	3	3	3	9
	Rojo	1	4	1	6

Descriptor	Categoría	Conglomerado 1 y accesiones	Conglomerado 2 y accesiones	Conglomerado 3 y accesiones	Total
Cubierta del grano	Grano descubierto	2	1	1	4
	0.25 grano cubierto	1	4	1	6
	0.50 grano cubierto	2		1	3
	0.75 grano cubierto		1	1	2
Color del grano	Amarillo	2	6	3	11
	Rojo amarillo	2	1	1	4
Forma del grano	Individual	15	Ídem	Ídem	15
Gordura del grano	Cóncavo	1	1	2	4
	Convexo	3	6	2	11
Textura del endospermo	Intermedia	15	Ídem	Ídem	15
Color del endospermo	Blanco	15	Ídem	Ídem	15
Tipo de endospermo	Normal	15	Ídem	Ídem	15
Plagas	Baja susceptibilidad	2	6	4	12
	Media susceptibilidad	1	1		2
	Alta susceptibilidad	1			1
Enfermedades	Alta susceptibilidad	15	Ídem	Ídem	15

Conglomerado 1 formado por las accesiones: CI 0938, CI 0936, CI 0916 y CI 0910.

Conglomerado 2 formado por las accesiones: CI0970, CI0919, CI0973, CI0925, CI0914, CI0972 y CI0968

Conglomerado 3 formado por las accesiones: CI0932, CI0943, CI0947 y CI0929

Conclusiones

Con la caracterización se generó la identidad de cada una de las 15 accesiones a partir del análisis con las metodologías estandarizadas en el descriptor generado por el ICRISAT, partiendo de los atributos cualitativos y cuantitativos de cada uno de los materiales de sorgo.

Las accesiones de sorgo de la colección evaluada, mostraron diversidad en sus caracteres morfoagronómicos, determinando que existen algunas accesiones muy afines, no obstante, el análisis de conglomerado aplicado a los descriptores cuantitativos y cualitativos permitieron separar en tres grupos las 15 accesiones de sorgo, lo que indica la existencia de características diferentes entre ellas también.

En los descriptores cuantitativos, altura de la planta, peso del grano y días a floración, se encontró en la mayoría de las accesiones un comportamiento homogéneo, mientras, que con el número de tallos, longitud de floración, excersión de la inflorescencia y número de granos por panoja, mostraron un comportamiento heterogéneo demostrado por sus coeficientes de variación, principalmente en las accesiones CI 0968, CI 0910, CI 0914 y CI 0929.

Se determinó por el análisis de frecuencias que las variables cualitativas con la mayor capacidad discriminante para separar los grupos de accesiones fueron el vigor de cruzamiento, aspecto de las plantas, senescencia de la hoja, color de la planta, cera o cutina de la vaina de la hoja, color del grano, cubierta del grano, gordura del grano y plagas y enfermedades.

Recomendaciones

El uso de descriptores morfológicos cuantitativos y cualitativos discriminantes de este estudio, generan información necesaria para determinar la variabilidad existente en la población, se recomienda su uso para futuros trabajos en otros periodos de tiempo y en ambientes diferentes, para validar si los descriptores influyen en la respuesta de las accesiones.

Difundir los resultados de la investigación a las diferentes instituciones encargadas en la conservación de germoplasma, para identificar accesiones con alto potencial agronómico y evitar pérdida por factores edáfico-climáticos.

Las accesiones CI 0932, CI 0943, CI 0947 y CI 0929 se pueden recomendar para la producción de granos porque estas presentaron las características de mayor altura de planta, ancho de inflorescencia, peso de grano y número de granos por panoja.

De igual manera se recomiendan para producción de forraje las accesiones CI0938, CI 0936, CI 0916, CI 0910. CI 0970, CI 0919. CI 0973, CI 0925, CI 0914, CI 0972 y CI 0968 por las características de mayor número de tallos, longitud y excersión de la inflorescencia.

Bibliografía

Compton, LP 1990. Agronomía del Sorgo. San Andrés. CENTA. El Salvador. 97-104 p.

Clará, R. 2008. Generan nuevas variedades de sorgo para grano y forraje tipo "bmr" INTSORMIL-CENTA San Andrés, La libertad, El Salvador. 7 p.

Clará, R.; Bill, W; Rooney, L. 2009. Control Genético del Color del

- Grano de Sorgo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). L Libertad El Salvador.
- Clara, R; Zeledón, HS. 2010. Protocolo para Incorporación de genes bmr (vena central café) y B1b1-B2b2 (taninos) a variedades comerciales de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.), CENTA, San Andrés, La libertad, El Salvador. 9 p.
- Clará, R. 2011. Sorgo CENTA S-2 bmr, Nueva variedad forrajera. CENTA, San Andrés, La libertad, El Salvador. 7 p.
- DGEA (Dirección General de Economía Agropecuaria, sv). 2012-2013. Anuario de estadísticas agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Santa Tecla, El Salvador. 989p
- FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas) 1996. Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos: Plan de acción mundial e informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. IT. 10p.
- Gutiérrez, ND. 2004. Caracterización del fotoperiodismo y agromorfología de 14 variedades de sorgo millón (*Sorghum bicolor* [L] Moench.) en tres épocas de siembra en CNIA. Tesis Ing. Agrónomo Generalista. Managua, Nicaragua. 68p.
- Harding, K. 1996. Approaches to assess the genetic stability of plant genetic recovered from in vitro culture. In: In vitro Conservation of Plant Genetic Resources. M. Normah; M. Narimah y M. Clyde (Eds.) 135-168 pp.
- House, LR 1985. A guide to sorghum breeding. 2nd edn: ICRISAT, India IBPGR. 1981. Oat descriptors. International Board for plant Genetic Resources, Roma 150 p.
- IBPGR (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos) 1981. Oat descriptors. International Board for plant Genetic Resources, Roma 150 p.
- ICRISAT (Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas) 1984. Revised sorghum descriptors. Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las zonas tropicales semiáridas. AGPG: IBPGR/84/142
- López, JF.; Fernández, H.; Lozada, C. López, J.F, 2008. Analisis factorial con componentes principales para interpretación de imágenes satelitales 2008. Analisis factorial con componentes principales para interpretación de imágenes satelitales "Landsat tm 7". Scientia et technica, Universidad Tecnologica de Pereira (15):38, 241-246 p.
- Morales, AJ. 2011. Caracterización de materiales criollos de sorgo. CENTA, San Andrés, La libertad, El Salvador. 16 p. Sin publicar.
- Zapata M.; Orozco, H. 1991. Evaluación diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común. Tesis de Ing. Agron. UNA. Managua, Nicaragua. 72 p.



Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica

Evaluation of three potato varieties (*Solanum tuberosum* L.), three planting densities and two substrates for prebasic seed production

Vásquez-Ramírez, W.¹, Pérez-Ascencio, M.A.², Lara-Ascencio, F.³

Resumen

La investigación se desarrolló en los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, en los meses de mayo a septiembre de 2017; el objetivo fue evaluar tres variedades de papa: Soloma, Tollocan y Granola, en tres densidades de siembra (6, 8 y 10 plantas en 0.16 m²), con dos combinaciones de sustrato (escoria volcánica 60% más fibra de coco 40%) y (piedra pómez 60% más fibra de coco 40%), en un volumen de 98.75 L.m⁻², aplicando la técnica de hidroponía para la producción de minitubérculos como semilla prebásica. El diseño utilizado fue de bloques completamente al azar con arreglo trifactorial, con 18 tratamientos, cuatro bloques y la prueba de

comparación de medias de Tukey al 5% de significancia. Variables evaluadas: diámetro de tallo, número de hojas, altura de plantas, total de minitubérculos, número de tubérculos por planta, peso total de minitubérculos y se determinó porcentaje de materia seca. Para analizar la información generada se utilizó el software estadístico InfoStat. Como resultados en las variables número de plantas, total de minitubérculos por tratamiento, número total de minitubérculos por planta y peso total de minitubérculos la variedad de papa Soloma, fue superior, mostrando diferencias significativas ($p < 0.05$) con relación a las variedades Granola y Tollocan. Asimismo, la densidad de siembra de seis minitubérculos en 0.16 m² (37.5 minitubérculos.m⁻²) fue superior con relación a

1 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. wilfredo_vr@hotmail.com
2 Asesor, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. mario.perez@ues.edu.sv
3 Asesor, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. fcolaraa@yahoo.es

las densidades de ocho y diez minitubérculos para la variable número de hojas, total de minitubérculos por tratamiento y peso de minitubérculos. Con relación al sustrato, escoria volcánica 60% más fibra de coco 40% mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) para la variable, número de hojas, total de minitubérculos, respecto al sustrato piedra pómez 60% más fibra de coco 40%. Se concluye que la variedad Soloma, presentó mayores rendimientos de minitubérculos por metro cuadrado con densidad de 37.5 plantas, utilizando la combinación escoria volcánica 60% más fibra de coco 40%.

Palabras claves: Papa, Soloma, Tollocan, Granola, Combinaciones de sustratos, Densidad de siembra.

Abstract

The research was carried out in the greenhouses of the Faculty of Agronomic Sciences, University of El Salvador, in the months of may to september 2017; the objective was to evaluate three potato varieties: Soloma, Tollocan and Granola, in three planting densities (6, 8 and 10 plants in 0.16 m²), with two substrate combinations (60% volcanic slag plus 40% coconut fiber) and (Pumice stone 60% plus coconut fiber 40%), in a volume of 98.75 L.m⁻², applying the hydroponics technique for the production of mini tubers as a prebasic seed. The experimental design used was completely randomized blocks with a three-factor arrangement, with 18 treatments, four blocks and the Tukey mean comparison test at 5% significance. Variables evaluated: stem diameter, number of leaves, height of plants, total of mini-tubers, number of tubers per plant, total weight of mini-tubers and percentage

of dry matter was determined. To analyze the information generated, the statistical software InfoStat was used. As results in the variables number of plants, total of mini-tubers per treatment, total number of mini-tubers per plant and total weight of mini-tubers, the Soloma potato variety was higher, showing significant differences ($p < 0.05$) in relation to Granola varieties and Tollocan. Likewise, the sowing density of six mini-tubers in 0.16 m² (37.5 mini-tubers.m⁻²) was higher in relation to the densities of eight and ten mini-tubers for the variable number of leaves, total of mini-tubers per treatment and weight of mini-tubers. In relation to the substrate, volcanic slag 60% plus coconut fiber 40% showed significant statistical difference ($p \leq 0.05$) for the variable, number of leaves, total minituber, with respect to the pumice stone substrate 60% plus coconut fiber 40%. It is concluded that the Soloma variety showed higher yields of mini-tubers per square meter with a density of 37.5 plants, using the combination 60% volcanic slag plus 40% coconut fiber.

Keywords: Potato, Soloma, Tollocan, Granola, Substrate combinations, Planting density.

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es el cuarto cultivo sembrado en más de 100 países y es el alimento básico de países desarrollados, en Europa y Estados Unidos consumen 75 kg per cápita anual, mientras que en El Salvador este valor es de 2.2 kg per cápita anual. En el ámbito mundial, se producen 290 millones de TM en 13.85 millones de hectáreas (Cortez y Hurtado 2002).

La mayor parte de los tubérculos de papa utilizados como semilla, que usan los agricultores en la mayoría de países en desarrollo, provienen del sistema tradicional, quienes emplean tubérculos para consumo sin las características deseables de una “buena semilla”, por esta razón, los bajos rendimientos promedios obtenidos, se atribuyen especialmente a la falta de uniformidad en la calidad del tubérculo para siembra (Horton 1992).

En nuestro país el cultivo de la papa es uno de los rubros de mayor importancia económica en la zona alta de Chalatenango. Sin embargo, las áreas de siembra y los rendimientos han ido disminuyendo, debido a que los productores carecen de semilla de buena calidad y el material de papa que utilizan para tal fin, no reúne las condiciones para propagar plantas en huertos productivos, por otra parte al importar semilla de papa de países vecinos también se corre el riesgo de introducir nuevas plagas y enfermedades o proliferar focos de infección de las ya existentes¹.

Según la Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA) 2016, actualmente se siembran entre 500 a 572 hectáreas anuales, en la zona alta de Las Pilas, San Ignacio, Chalatenango (2000 a 2400 msnm), superficie de producción, cubriendo el 20% de la demanda total de papa; razón por la cual año con año se importan, sin embargo para el año agrícola 2015-2016 se importaron 79,397,672 Kg haciendo un valor de \$7,241,410.65, para cubrir la demanda nacional.

Por esta razón y con el fin de garantizar a los productores, la obtención de semilla de calidad, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) y la Universidad de El Salvador, a través de la Facultad de Ciencias Agronómica, con el apoyo

internacional de la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), realizan investigaciones en la producción y manejo de semilla prebásica mejorada de papa en condiciones protegidas, permitiendo a los productores continuar con la reproducción e incrementar las áreas de siembra de papa para consumo.

Por lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo evaluar tres variedades de papa, tres densidades de siembra y dos combinaciones de sustrato para la producción de semilla prebásica, utilizando la técnica de hidroponía en condiciones de invernadero con la finalidad que los productores tengan semilla tubérculo libre de plagas y enfermedades.

Materiales y Métodos

Lugar de la investigación

La investigación se realizó en el período comprendido de mayo a septiembre del año 2017, en los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador (UES), a una elevación de 750 msnm, con coordenadas geográficas 13°43.7' 68" LN, 89°12.1' 53" LO; con una temperatura promedio de 24.2°C, humedad relativa del aire del 82% y una precipitación promedio anual de 1,695 mm (MARN 2016).

Descripción del invernadero

El ensayo se realizó bajo condiciones protegidas en un invernadero de forma semi-circular, con una ventana cenital en la parte superior del techo, con dimensiones de 5 m de ancho por 10 m de largo, haciendo un área total de 50 m², cuenta con dos alturas una

lateral de 3.0 m y altura central de 4.10 m. El invernadero está construido de tubos galvanizados de 3.81 y 5.08 cm de diámetro (1.5 y 2.0 pulgadas), con una orientación de este a oeste.

El material de recubrimiento consta de un plástico (Etileno-Vinilo de Acetato, EVA) ultravioleta de 180 micrones en la parte superior y un sombreo con tela sarán del 50% para reducir incidencia de la radiación solar. En los costados laterales y frontales recubiertos con malla anti-virus de 120 mesh. Consta de un sistema de riego por goteo y nebulizadores, controlado con un programador de riego electrónico (EZ PROjr-8300 SERIES). Asimismo, se instalaron 125 jabas de polietileno con dimensiones de 0.31 m x 0.51 m x 0.10 m distribuidas en cinco líneas, de las cuales 72 formaron parte del experimento. El invernadero dispone de un Hidrotérmo grafo (OAKON), equipo e instrumento que mide temperatura en grados Celsius y humedad relativa expresada en porcentaje durante las 24 horas del día.

Obtención de minitubérculos semilla

La obtención de minitubérculos semillas provenientes de la generación (G1), se produjo en los invernaderos de la Facultad, clasificándolos visualmente: por su estado de madurez (tubérculo joven), por su tamaño y brotación lateral (vigor). Las variedades utilizadas fueron: Soloma, Tollocan y Granola.

Establecimiento y manejo del cultivo

Previo a la siembra, se realizó una limpieza y desinfección de la infraestructura y sus accesorios. Las combinaciones de sustrato (escoria volcánica 60% más fibra de coco 40%) y (piedra pómez

60% más fibra de coco 40%), se desinfectaron con Ditiocarbamato en una dosis 1.42 L.ha⁻¹. Cada jaba con capacidad de 15.8 litros de sustrato. El sustrato se llevó a capacidad de campo. La siembra manual se realizó el 22 de mayo de 2017, colocando seis, ocho y diez semillas minitubérculos por jaba.

Fertilización

La fertilización se realizó con base en las etapas fisiológicas del cultivo (Cuadro 1), en la cual se utilizaron fertilizantes altamente hidrosolubles, formulados según la fenología de la planta, empleando parámetros físico-químicos: pH y conductividad eléctrica (CE) expresada en dS.m⁻¹, aplicado a la investigación, con la finalidad de controlar y monitorear, los parámetros antes mencionados durante la aplicación de la solución nutritiva en las diferentes etapas fenológicas que se aportaron como solución del suelo o sustrato en el entorno radicular. Para su elaboración se preparó una solución molar o concentrada de los fertilizantes hidrosolubles: inicio 15N-30P-15K-1Mg, desarrollo 18N-6P-18K-2Mg-8S + EM (elementos menores en forma de quelatos) y producción 13N-6P-40K respectivamente. Para la elaboración de la solución concentrada se pesaron 148 g de fertilizante por litro de agua.

Partiendo de la solución concentrada, se preparó las soluciones nutritivas calculando parámetros físico-químicos de pH y CE, para el pH un valor de 6.0 y CE de 1.1 hasta 2.0 dS.m⁻¹ distribuidos en las tres fases del cultivo: vegetativa, formación y elongación de estolones; y desarrollo de tubérculos.

Cuadro 1. Programa de nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Semanas	Conductividad eléctrica (C.E) (dS.m ⁻¹)	L/jaba	Veces/día	Días fertilizado semana	Total semana (L)	Total/72 jabas (L)	Solución nutritiva (L) por etapa fenológica
Inicio 15-30-15-1Mg							
1	1.1	0.55	3	3	4.95	356.4	
2	1.2	0.55	3	3	4.95	356.4	
3	1.3	0.55	3	3	4.95	356.4	1,900.8
4	1.4	0.55	3	3	4.95	356.4	
5	1.5	0.55	3	4	6.6	475.2	
Desarrollo 18-6-18-2Mg-8S + EM							
6	1.6	0.55	3	4	6.6	475.2	
7	1.7	0.55	3	4	6.6	475.2	1,888.8
8	1.8	0.55	3	4	6.6	475.2	
9	2.0	0.55	3	4	6.6	475.2	
Producción 13-6-40							
10	2.0	0.55	3	4	6.6	475.2	
11	2.0	0.55	3	4	6.6	475.2	1,663.2
12	1.8	0.55	3	3	4.95	356.4	
13	1.8	0.55	3	3	4.95	356.4	
Total de volumen solución nutritiva gastado del ciclo productivo							5,452.8

Monitoreo de plagas y enfermedades

Se realizó un monitoreo de plagas y enfermedades para tomar medidas de acción preventiva como: prácticas culturales, y químicas, durante el ciclo del cultivo (Cuadros 2 y 3).

Proceso de curado

Cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica (90 días después de la siembra) se realizó un muestreo, para observar que los minitubérculos semilla, tuvieran el tamaño adecuado para su cosecha, se procedió a eliminar el follaje manualmente, a una altura de cinco a diez centímetros del nivel del sustrato.

Cuadro 2. Programa fitosanitario en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Ubicación	Plagas y enfermedad	Nombre científico	Producto	Dosis y aplicaciones
Follaje	Cogollero Saltamontes	<i>Spodoptera sp</i> <i>Empoasca sp</i>	Insecticida	0.62 L.ha ⁻¹ de forma preventiva cada 15 días.
Follaje	Acaros blanco	<i>Polyphazotarsonemus latus</i>	Spiromesifen	0.75 L.ha ⁻¹ de forma preventiva cada 15 días.
Tallo	Mal de talluelo	<i>Fusarium spp</i>	Abamectina	1 L.100 L de agua-1, cada 15 días
Tallo	Mal de talluelo	<i>Fusarium spp</i>	Fungicida-Extractos vegetales	1.5 L.ha ⁻¹ 28 días dds del cultivo.
Follaje	Tizón temprano	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Alternaria solani</i>	Fungicida-Propamocarb clorhidrato	0.6 g.L agua-1 de forma preventiva cada 8 días.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando el cultivo alcanzó su madurez completa, esta consistió en remover el sustrato, extraer y recolectar los minitubérculos manualmente, efectuándose 15 días después de la defoliación. Posteriormente se categorizó con base en peso y se midieron los diámetros de los minitubérculos.

Población y muestra

La investigación se realizó con 1,728 plantas de papa, la unidad experimental se representó por seis, ocho y diez plantas por jabas, distribuidos por cuatro bloques al azar y cada bloque estuvo constituido por 18 tratamientos, totalizando 72 jabas.

Tratamientos en estudio

Los factores en estudio son tres variedades de papa (Soloma, Tollocan y Granola), tres densidades de siembra (seis, ocho y diez minitubérculos semillas por jaba) y dos combinaciones de sustratos (60% escoria volcánica más 40% fibra de coco y 60% piedra pómez más 40% fibra de coco). Combinando los tres factores, se obtuvieron los tratamientos en estudio (Cuadro 3).

Variables en estudio

Variables de crecimiento: durante la fase vegetativa del cultivo se evaluaron las variables diámetro de tallo (cm), número de hojas, altura de las plantas (cm), peso fresco de tallos y hojas (g), peso seco de tallos y hojas (g).

Cuadro 3. Programa fitosanitario en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

TRATAMIENTOS		
Variedades	Densidad de siembra minitubérculos.0.16 m ⁻²	Combinaciones de sustratos
T1= Soloma	6 (33.5 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T2= Soloma	6 (33.5 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T3= Soloma	8 (53.3 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T4= Soloma	8 (53.3 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T5= Soloma	10 (62.5 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T6= Soloma	10 (62.5 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T7= Tollocan	6 (33.5 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T8= Tollocan	6 (33.5 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T9= Tollocan	8 (53.3 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T10= Tollocan	8 (53.3 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T11= Tollocan	10 (62.5 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T12= Tollocan	10 (62.5 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T13= Granola	6 (33.5 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T14= Granola	6 (33.5 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T15= Granola	8 (53.3 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T16= Granola	8 (53.3 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)
T17= Granola	10 (62.5 minitub.m-2)	Escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%)
T18= Granola	10 (62.5 minitub.m-2)	Piedra pómez (60%) más fibra de coco (40%)

Variabes de producción: en la fase de cosecha se evaluaron las variables número de plantas por tratamiento, total de minitubérculos, número de minitubérculos por planta, peso de minitubérculos, diámetro de minitubérculos.

Clasificación de minitubérculos: con base a diámetro y peso se clasifican en tres categorías grande, mediana y pequeña (Cuadro

4).

Metodología estadística

El diseño estadístico utilizado fue bloques completos al azar con arreglo trifactorial, donde los factores en estudio fueron las variedades de papa, tres densidades de siembra y dos

combinaciones de sustratos. El experimento estuvo constituido por cuatro bloques y 18 tratamientos para un total de 72 unidades experimentales, debido a que el invernadero presenta una gradiente de luminosidad. Se utilizó además una prueba de comparación de medias Tukey con un grado de significativa ($p>0.05$) para conocer los mejores tratamientos.

Cuadro 4. Clasificación de minitubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para producción de segunda generación (G2).

Variedad	Categorías					
	Diámetro (mm)			Peso (g)		
	Pequeña	Mediana	Grande	Pequeña	Mediana	Grande
Soloma	< 1.8	1.8 - 2.3	> 2.45	< 6	7-11	> 12
Granola	< 1.8	1.8 - 2.3	> 2.45	< 6	7-11	> 12
Tollocan	< 1.4	1.4 - 1.8	> 1.9	< 5	6-10	>10

Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados más relevantes de la investigación, tomando como base las principales variables evaluadas y una discusión apoyada en la comparación con estudios similares.

Diámetro de tallo.

Para la variable diámetro de tallo en las diferentes densidades de siembra, se presentaron diferencias altamente significativas, además la prueba de comparación de medias de Tukey muestra que existió variación en densidades de siembra seis y ocho minitubérculos con 3.93 y 3.81 mm de diámetro respectivamente. Sin embargo, al analizar las variedades no existieron diferencias

estadísticas significativas (Figura 1). Según Muñoz (2016), pueden ser atribuidos a que los tejidos meristemáticos presentes en el tallo se mantienen en activo crecimiento; sin embargo, este crecimiento se puede interrumpir por un cambio de las condiciones ambientales, como la duración del día, descensos de temperatura y competencia de nutrientes y luz, al asociarlo con los resultados obtenidos en esta investigación, atribuyéndose a que a mayores densidades de siembra existe mayor competencia por luz, nutrientes, espacio y agua; lo que provoca que los tallos expresen etiolación por las condiciones antes mencionadas.

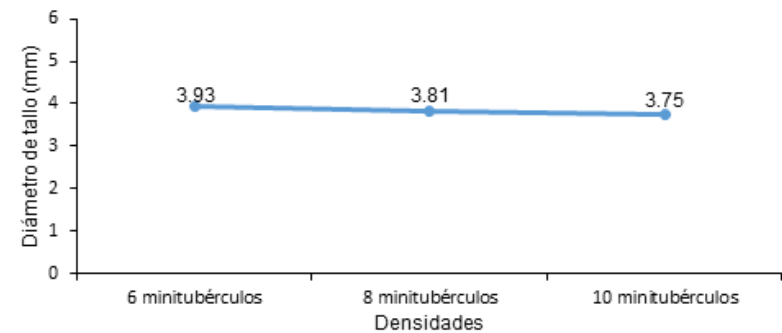


Figura 1. Diámetro de tallo de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en tres densidades de siembra.

Número de hojas

En cuanto a los factores variedades y densidades de siembra e interacción de las combinaciones de sustratos, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas, comparando sus promedios con la prueba de Tukey, en la variedad Tollocan, cuando estuvo en densidades de siembra

de seis minitubérculos y la combinación de sustrato (escoria volcánica 60% más fibra de coco 40%) presentó el mayor número de hojas por planta, no obstante la variedad Soloma en densidades de siembra diez minitubérculos y el sustrato (Piedra pómez 60% más fibra de coco 40%) el número de hojas fue menor (Figura 2). Según García *et al.* (2016), la variedad de papa "Yuya" en casa malla con sustrato de materia orgánica descompuesta presentó mayor desarrollo vegetativo con altos valores de masa fresca del follaje, sistema radicular y tasa absoluta de crecimiento con respecto a las variedades de papa Ibis, Grettel y Marinca bajo densidades similares. Además Fleischer (2006), indica que del

número presente de hojas, desarrollo y longevidad de las mismas se ven reducidas por la incidencia de temperaturas altas, razón por la cual en la investigación la variedad Soloma presentó el menor número de hojas por las condiciones de temperatura alta.

Altura de plantas

Para los factores variedades de papa, densidades de siembra e interacción de las combinaciones de sustratos, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas y al realizar la comparación de las medias de Tukey, se observó que las variedades Tollocan y Granola presentaron los mayores valores

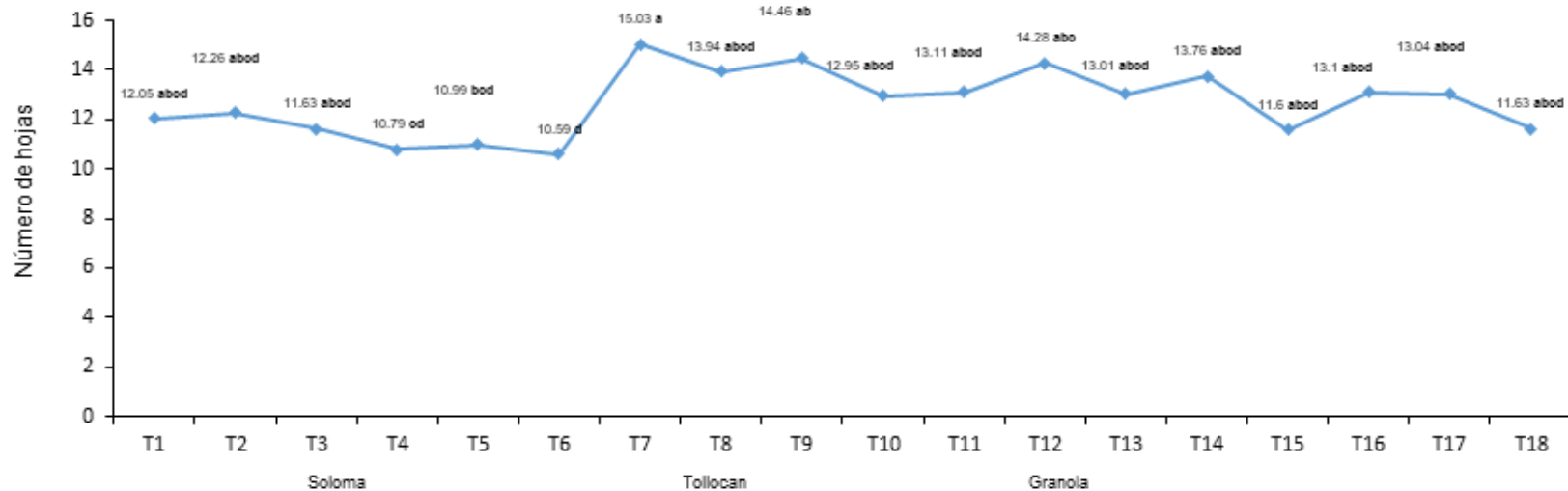


Figura 2. Número de hojas, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minitubérculos), y dos combinaciones de sustrato.

59.31 cm y 57.81 cm respectivamente, no así para los demás tratamientos (Figura 3). Una investigación realizada por Muñoz (2016), indica que el sometimiento a un ambiente controlado, la altura de las plantas de papa puede estar asociada con la expresión genética de la variable. Asimismo, Paredes *et al.* (2001), la variedad Fripapa, obtuvo el promedio más alto en altura de planta con 90.92 cm, al compararla con la variedad Raymipapa que obtuvo 73.62 cm. Sin embargo, las plantas que se desarrollaron con el sistema convencional obtuvieron la mayor altura de 117.07 cm,

con respecto a las que se desarrollaron en el sistema hidropónico que obtuvieron 47.47 cm.

Número de plantas por tratamiento

Con respecto a esta variable el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para los tres factores (variedades por densidades de siembra e interacción de combinaciones de sustratos), realizando la prueba de comparación de medias de Tukey, encontrando que el factor variedad,

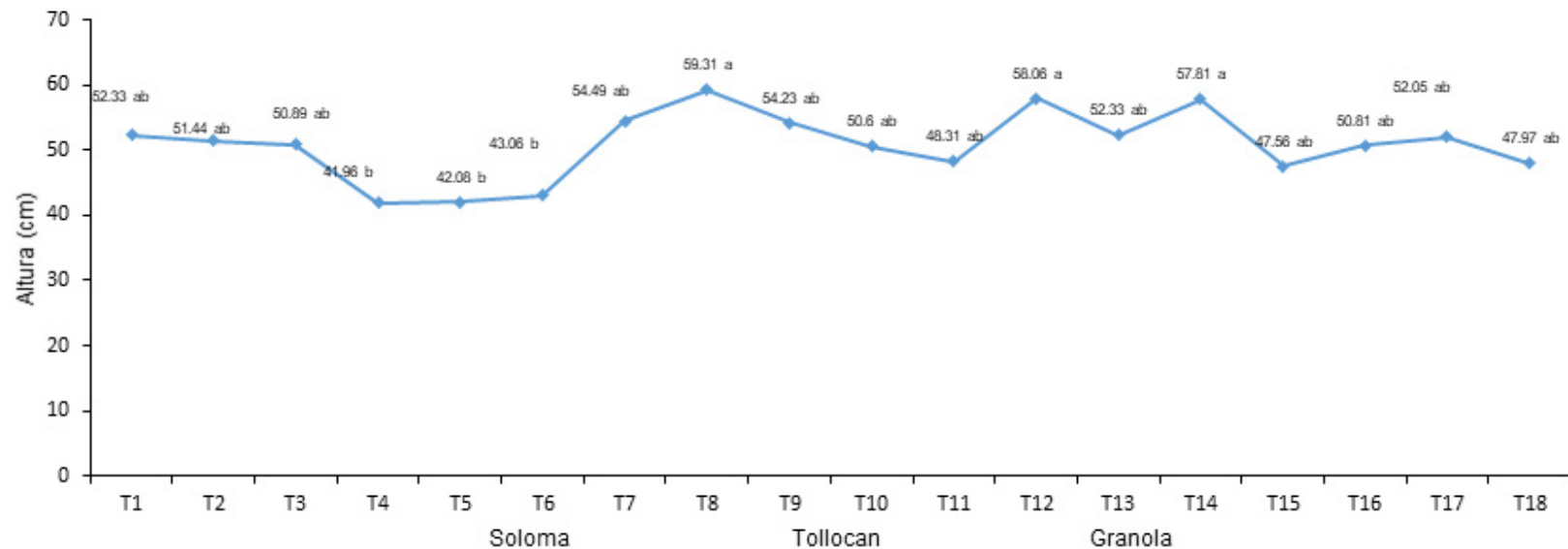


Figura 3. Altura de planta, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minitubérculos), y dos combinaciones de sustrato.

presentó diferencias altamente significativas; mostrando, que la papa Tollocan, su crecimiento y desarrollo fue mejor en las densidades evaluadas y en ambos sustratos, no obstante la variedad Granola mostró un pobre desempeño en los sustratos. Los datos demuestran un comportamiento en aumento relativo, en la variable número de plantas especialmente en densidades de siembra de ocho minitubérculos en ambos sustratos para variedad Granola (Figura 4). Según Fariña (2009) cuando las condiciones fisiológicas de la papa semilla están con algún grado

de envejecimiento (senilidad) los minitubérculos, producirán plantas con mayor número de tallos pero con menor desarrollo vegetativo, como resultado un bajo rendimiento.

Total de minitubérculos por tratamiento

Para la triple interacción factores variedades, densidades de siembra por combinaciones de sustratos, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas. Como respuesta al comportamiento de la combinación de los factores involucrados, la variedad Soloma, fue mejor en el número de

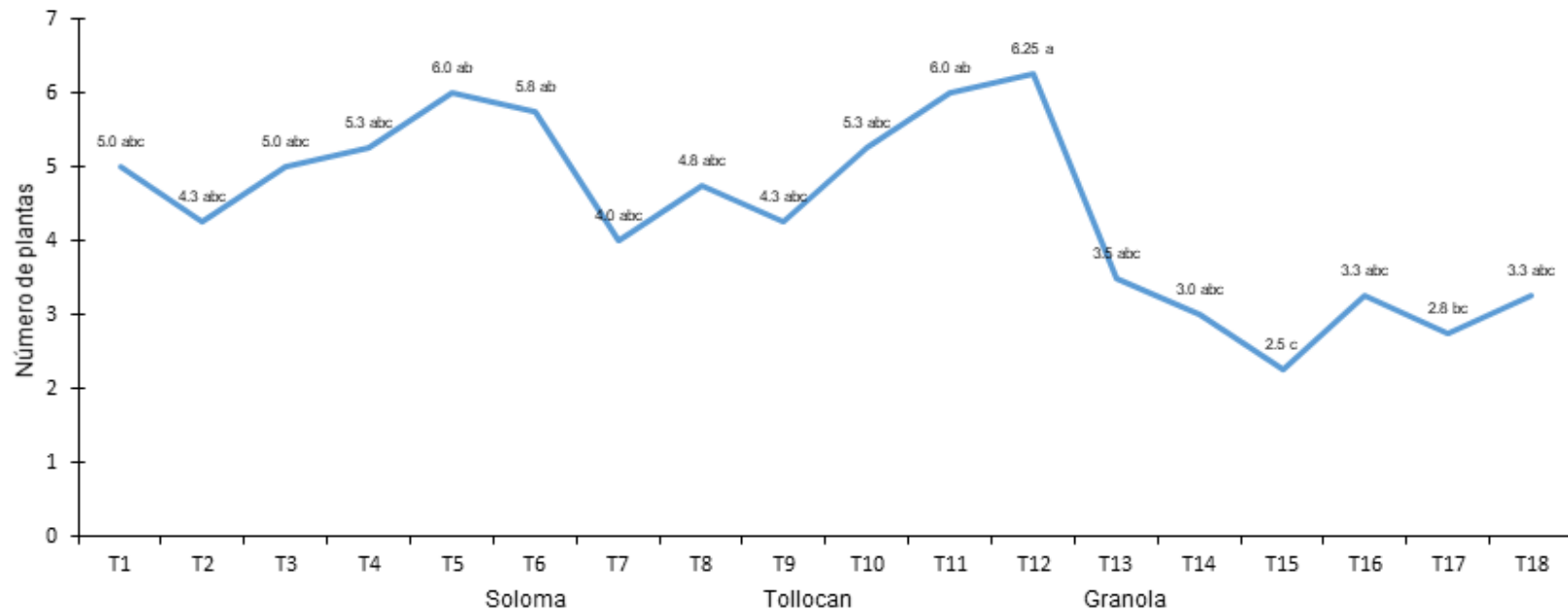


Figura 4. Número de plantas, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minitubérculos), y dos combinaciones de sustrato.

minitubérculos, especialmente en densidad de siembra de seis y ocho minitubérculos en el sustrato escoria volcánica al 60% más fibra de coco 40%, no obstante, la variedad Tollocan y Granola su comportamiento fueron menores (Figura 5). Los valores encontrados indican que la variedad Soloma produjo entre 48 y 81 minitubérculos por tratamientos, al contrario las variedades Tollocan y Granola produjeron entre 23 y 43.75 minitubérculos por tratamiento. Según Wiersema (1987), el número de tubérculos producidos depende de la competencia generada por

las densidades entre los tallos por los factores, como nutrientes, agua y luz.

Número total de minitubérculos por planta

Para los factores variedad por densidades de siembra y la interacción combinaciones de sustratos, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas, confirmando con la prueba de comparación de medias de Tukey las diferencias entre los tratamientos, siendo, la variedad Soloma con sustrato

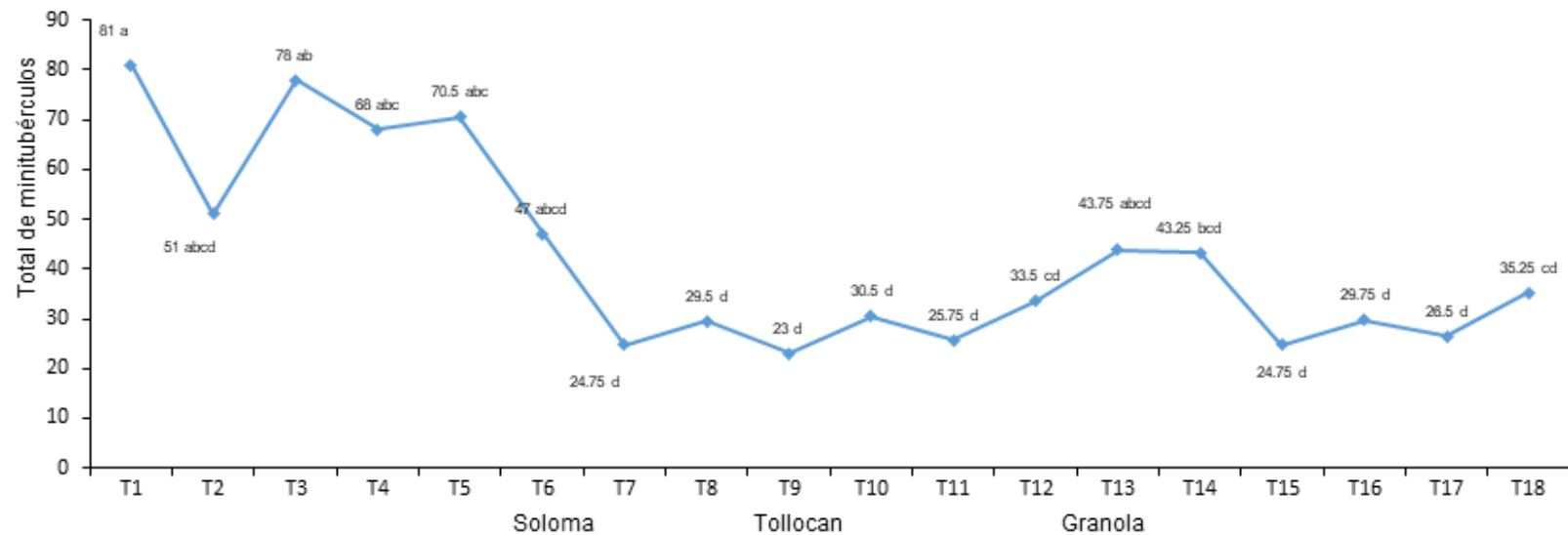


Figura 5. Número de plantas, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minitubérculos), y dos combinaciones de sustrato.

de escoria volcánica 60% más fibra de coco 40% el que presentó el mayor número de minitubérculos (19.42), mientras, la variedad Tollocan su producción fue menor con 4.41 minitubérculos (Figura 6). Según Calderón (2010), el uso de minitubérculos provenientes de un sistema de producción que garantiza pureza varietal y sanidad como lo es la propagación in vitro, la cual es reflejada en las variables de peso, diámetro y por ende en rendimientos.

Peso total de minitubérculos

Al analizar la interacción de los factores variedad, densidad de siembra y combinaciones de sustratos, los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey, demostraron que existen diferencias estadística significativas, los factores involucrados demuestran un comportamiento mejor de la variedad Soloma

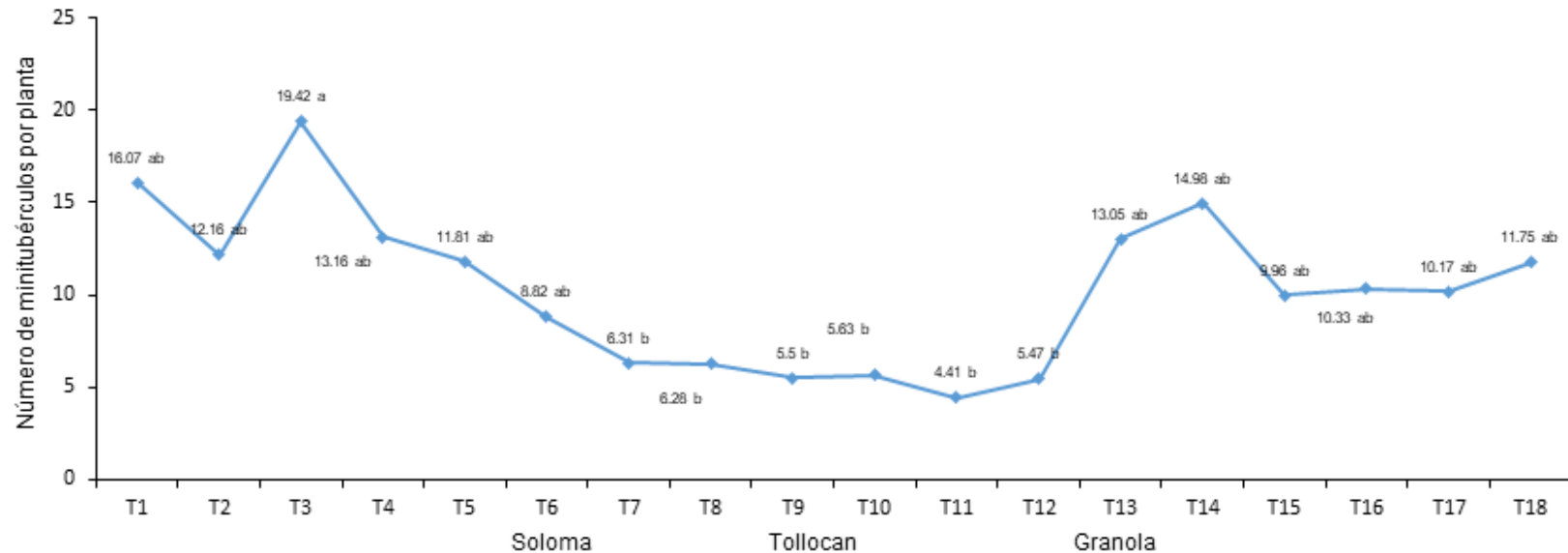


Figura 6. Total de tubérculos por planta, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minitubérculos), y dos combinaciones de sustrato.

en densidades de siembra de seis minitubérculos y el sustrato piedra pómez 60% más fibra coco 40%, no obstante, para variedad Tollocan su resultado fue menor (Figura 7). Los resultados obtenidos en los factores involucrados, indican que el rendimiento del tratamiento dos con la variedad Soloma, fue mejor en esta variable, con un peso total de 320.75 gramos (peso promedio de minitubérculo de 6.28 g); por el contrario el tratamiento 11 con la variedad Tollocan, presentó el menor rendimiento al combinarse con la densidad de siembra de diez minitubérculos y el sustrato escoria volcánica 60% más fibra de coco 40%. Estudios realizados por Menjívar y Zepeda (2016), demostraron que la variedad Tollocan obtuvo un peso promedio 6.18 g seguidamente para

Soloma 5.83 g peso promedio de minitubérculos (G1), el estudio realizado los valores obtenidos presentan una diferencia mayor en peso promedio siendo la variedad Soloma con 6.28 g debido a que en este ensayo es la G2, demostrando que el peso está influenciado por la generación.

Categorías por número según peso promedio de minitubérculos

Al categorizar la producción de papa semilla, por peso promedio (Cuadro 4), se encontró que los clasificados como minitubérculos pequeños, presentaron valores de 56.04, 24.29 y 27.17 por variedad respectivamente, registrándose mayor cantidad; seguidamente

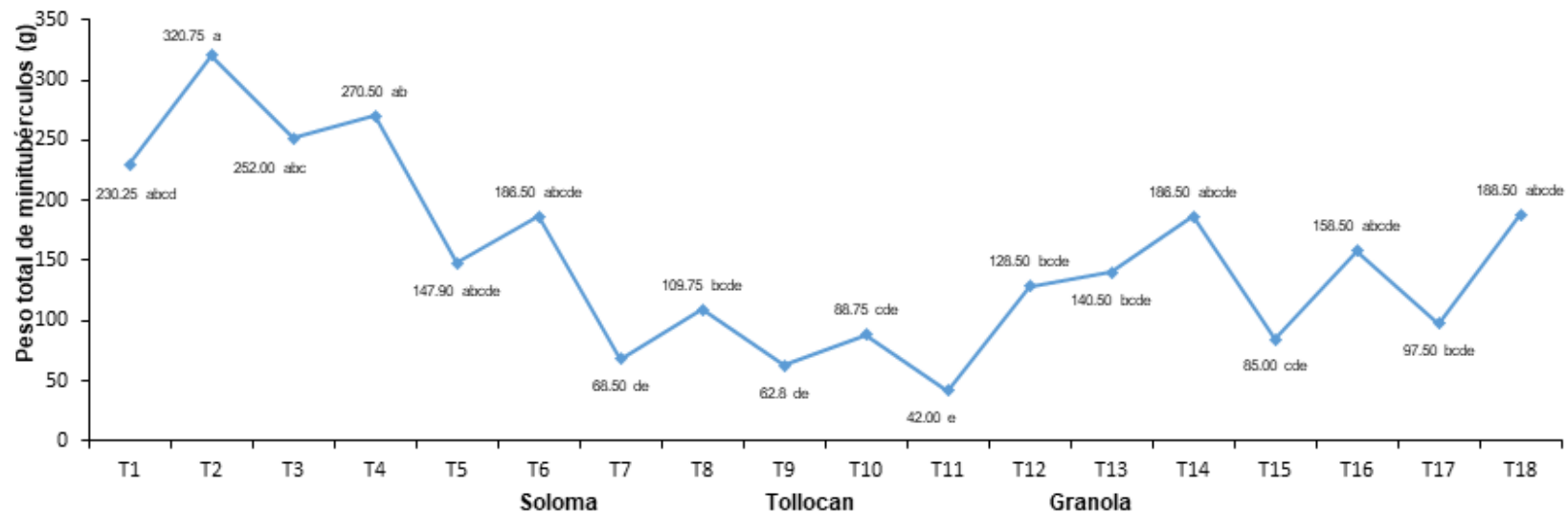


Figura 7. Peso total de minitubérculos, interacción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra (6, 8 y 10 minitubérculos), y dos combinaciones de sustrato.

la categoría minitubérculos medianos con valores de 7.46, 3.20 y 5.36 por variedad respectivamente; y con menor cantidad para la categoría de minitubérculos grandes (Figura 8). Al respecto Hidalgo (2008), menciona que el comportamiento del tamaño de los minitubérculos depende de las diferentes variedades, como es el caso de Soloma con respecto a las variedades Tollocan y Granola.

Categorías por diámetros promedios de minitubérculos

En la categorización tomando en cuenta los diámetros promedios totales de los minitubérculos (Cuadro 4), la mayor cantidad de papa semilla, se clasificó como minitubérculos pequeños con diámetros de 1.50, 1.32, 1.51 cm para las variedades Soloma, Tollocan y Granola respectivamente; por el contrario con mayor

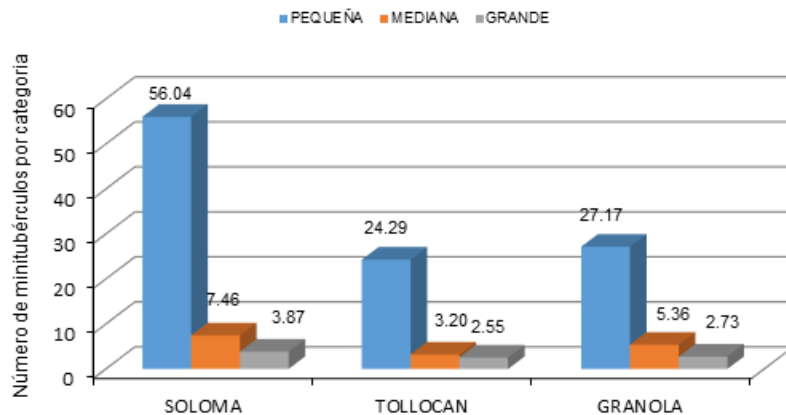


Figura 8. Categorías número de minitubérculos según peso de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.).

diámetro para la categoría minitubérculos grandes (Figura 9). Según Martín (2015), al referirse a factores que inciden en el diámetro de minitubérculos, indica que cuando hay competencia por luz y nutrimentos los diámetros de las papas tienden a reducir, pero menciona que no está demás, considerar el estado de senilidad de la semilla utilizada.

Conclusiones

La variedad de papa Soloma bajo las condiciones de esta investigación, fue superior estadísticamente, mostrando diferencias significativas ($p \leq 0.05$), para las variables número de plantas, total de minitubérculos por tratamiento, número total de minitubérculos por planta, peso total de minitubérculos con

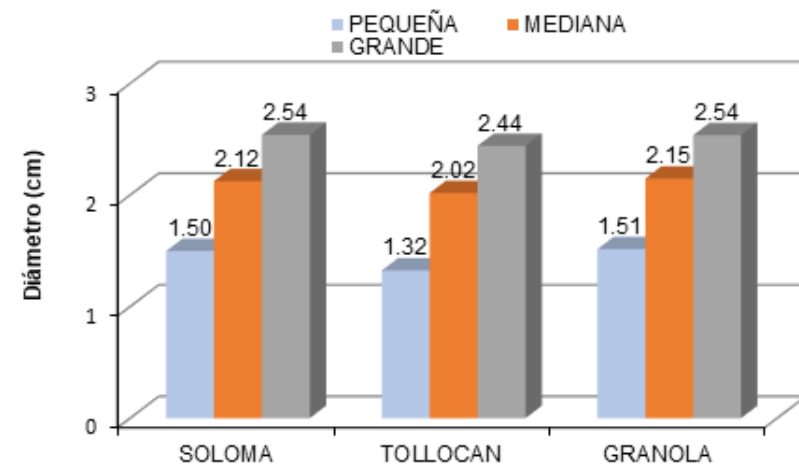


Figura 9. Categoría según diámetro de minitubérculos de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.).

relación a las variedades Granola y Tollocan.

La densidad de siembra de seis minitubérculos en 0.16 m² (37.5 minitubérculos.m⁻¹) fue superior estadísticamente, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en relación con las densidades de ocho y diez minitubérculos para las variables total de minitubérculos por tratamiento y peso de minitubérculos.

La fuente de sustrato, escoria volcánica 60% más fibra de coco 40%, mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), siendo superior con relación a la fuente de sustrato piedra pómez 60% más fibra de coco 40% para la variable total de minitubérculos por metro cuadrado.

Recomendaciones

Utilizar la variedad Soloma para la producción de minitubérculos utilizando como sustrato piedra pómez 60% más fibra de coco 40%, ya que hay mayor retención de humedad.

Para la producción de semilla prebásica se requiere continuar estudiando con nuevos materiales genéticos.

Bibliografía

Calderón, F. 2010. Evaluación de la distancia entre minitubérculos y número de tallos por planta en la productividad de semilla de papa (*Solanum tuberosum*), cultivar Friepapa, bajo invernadero. Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. 52 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR).1994. Fundamentos de análisis económicos. Guía para la investigación y extensión rural. p. 135-144.

Fariña, J. 2009. Boletín. Temuco, Chile. N.º 2009-193

Fleischer, D.2006. Approaches to Modeling Potato Leaf Appearance Rate. Agron. J. no. 98, p. 522-528

García L.; Rodríguez, M; Edirisinghage K; Méndez L; Pérez M; Alvarado-Capó Y.; de Feria M.; Veitía N.; Hurtado O.; Castillo J. 2016. Formación de minitubérculos de cuatro variedades cubanas de *Solanum tuberosum* L. en casa de cultivo. Biotecnología Vegetal. Cuba. p 203-214

Hidalgo, O. 2008. Avances en la producción de tubérculo-semilla de papa en los países del Cono Sur CIP Lima, Perú. 199 p.

Horton, D. 1992 La papa: Producción, comercialización y programas. Monte Video, UY. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. 267 p.

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, SV). 2016. Boletín climatológico, Anual 2016. El Salvador. 16 p.

Martín, M; Jeréz, M. 2015. "Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*, L.) a partir del comportamiento de las temperaturas". Cultivos Tropicales. La Habana, Cuba. p. 93-97

Menjivar Lara, WA; Zepeda Campos, MA. 2016. Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) multiplicadas in vitro en dos volúmenes de sustrato para la producción de mini tubérculos bajo invernadero. Tesis Ing. Agr.SV, UES. 46 p

Muñoz, W. 2016. Texto básico para profesionales en ingeniería forestal, en el área fisiología general. Iquitos, Perú. p 178

Paredes, M; Calvache, M; Montesdeoca, F; Benítez, J. 2001. Estudio de producción de tubérculo-semilla categoría prebásica de dos variedades de papa bajo diferentes sistemas de manejo.

Universidad Central de Ecuador. Ecuador. p. 12

Cortez, MR; Hurtado, G. 2002. La Papa. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal. Santa Tecla, SV. 34 p

Wiersema, S. 1987. Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. 3ª. ed. Lima, Centro Internacional de la Papa. p. 8



Inducción de resistencia al virus del mosaico dorado del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) mediante el uso de preparados orgánicos y *Trichoderma harzianum* Rifai en fase de vivero

Resistance induction to Pepper Golden Mosaic Virus (*Capsicum annuum* L.) using organic amendments and *Trichoderma harzianum* Rifai in nursery phase

Torres-López, M.U.¹, Rivas-Flores, A.W.², Paniagua-Cienfuegos, M.P.³

Resumen

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Tonacatepeque, San Salvador, El Salvador de mayo a octubre de 2015. Se evaluó el efecto de tres preparados orgánicos (Bocashi, Lombriabono y Té de lombriabono), un preparado comercial de *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS ®) como inductores de resistencia al virus del mosaico dorado del chile dulce (PepGMV) cultivar CORTES F1 y un testigo. Se estableció un diseño de bloques incompletos balanceados al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizaron dos ensayos inoculando el virus con mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) a los 25 y 22 días después de siembra. Los experimentos se llevaron a cabo en condiciones de

invernadero, con una duración de 42 días el primero y 39 días el segundo. La obtención de datos inició a los 30 y 27 días después de la siembra respectivamente. Se evaluó la incidencia final, el área bajo la curva de progreso de la enfermedad, el tiempo de incubación del virus para que el 10% de las plantas presentaran los síntomas (TI₁₀) y el tiempo de incubación del virus para que el 50% de las plantas presentaran los síntomas (TI₅₀), altura de la planta, diámetro a la base del tallo y peso fresco.

En el primer ensayo, la inoculación con *Trichoderma harzianum* Rifai (5x10⁹ UFC/5 ml) presentó la menor incidencia final del virus (62%, F_{4,11}= 4.79, p<0.05), la menor área bajo la curva de progreso de la enfermedad (320.21 ue, F_{4,11}= 6.11, p<0.05) y el

1 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. moiseslopez06@hotmail.com

2 Asesor, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. awrivas@yahoo.com

3 Asesor, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. mrpaniagua@gmail.com

mayor tiempo de incubación 50 (TI₅₀) (15.39 ddi, $F_{4,11}=6.78$, $p<0.01$), siendo epidemiológicamente el mejor tratamiento. En el segundo ensayo, fue el tratamiento lombriabono el que presentó la menor incidencia (80.14%, $F_{4,11}=0.95$, $p=0.4740$), la menor área bajo la curva de progreso de la enfermedad (528.19 ue, $F_{4,11}=1.73$, $p=0.2140$) y mayor tiempo de incubación 50 (TI₅₀) (12.23 ddi, $F_{4,11}=1.20$, $p=0.3661$). En cuanto a las variables de desarrollo (altura de la planta, diámetro a la base del tallo y peso fresco) los preparados orgánicos presentaron los mejores resultados.

Palabras claves: Inducción de resistencia, *Trichoderma harzianum* Rifai, preparados orgánicos, *Bemisia tabaci* Genn., PepGMV, *Capsicum annuum* L.

Abstract

The research was made in the municipality of Tonacatepeque, San Salvador, El Salvador from May to October of 2015. It was evaluated the effect of three organic preparations (Bocashi, vermicompost and vermicompost tea) and a commercial formulation of *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS ®) as inducers for PepGMV resistance in sweet pepper (variety CORTES F1) and a control. Two trials were carried out under greenhouse conditions, the first one inoculating the virus at 25 dap (days after planting) and the second one 22 dap. The virus was inoculated using whiteflies (*Bemisia tabaci* Genn.) reared in cages with diseased pepper plants, and then transferred to the cages with the seedlings. The trials were established following a balanced incomplete block design with five treatments and four replications. The Data were collected at 30 and 27 days after

planting, respectively. The measures of final incidence, the area under the curve of disease progress, the incubation time until 10% and 50% of the plants showed symptoms, stem diameter, height and fresh weight was evaluated.

In the first trial, the inoculation with *Trichoderma harzianum* Rifai (5×10^9 UFC/5 ml) showed the lowest final incidence (62%, $F_{4,11}= 4.79$, $p<0.05$), the lowest area under the curve of disease progress (320.21 du $F_{4,11}= 6.11$, $p<0.05$) and the highest incubation time 50 (15.39 ddi, $F_{4,11}= 6.78$, $p<0.01$), being epidemiologically the best treatment. In the second trial, the best treatment was vermicompost, which had the lowest incidence (80.14% $F_{4,11}= 0.95$, $p=0.4740$), the lowest area under the curve of disease progression (528.19 du, $F_{4,11}= 1.73$, $p= 0.2140$) and longer incubation 50 (12.23 ddi, $F_{4,11}= 1.20$, $p= 0.3661$). On development variables (height, diameter at the stem and fresh weight)) the organic preparations showed the best results.

Keywords: Induction of resistance, *Trichoderma harzianum* Rifai, organic preparations, *Bemisia tabaci* Genn., PepGMV, *Capsicum annuum* L.

Introducción

El chile dulce es parte de la dieta alimenticia de los salvadoreños, sin embargo, la demanda de esta hortaliza no se logra suplir por la producción nacional teniendo que importar de Honduras y Guatemala aproximadamente 7,611,493 kilos (Vásquez, 2008). Dentro de los factores que afectan la producción están los problemas fitosanitarios, siendo uno de los más importantes las

virosis transmitidas por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn), lo cual causa pérdidas económicas directas al afectar la fisiología de la planta y producción de frutos (Ortega Arenas y González, 1989; Cuellar y Morales, 2006). Uno de los principales begomovirus transmitidos por mosca blanca es el Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV), el cual después de haber sido adquirido, puede persistir dentro del vector por más de una semana y necesita un período de incubación de 4 días aproximadamente para poder ser transmitido a otras plantas (Cuellar y Morales, 2006; Lastra, citado por Castro Martín, 1998).

La principal estrategia para el control de las enfermedades virales se ha centrado en manejar la población de vectores mediante el control químico, biológico y la exclusión por medio de estructuras. Sin embargo, como parte del manejo de estas enfermedades también se ha evaluado la inducción de resistencia, que dependiendo del agente biótico o abiótico que la activa puede ser adquirida o inducida; la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) es estimulada por el ataque de microorganismos patógenos generadores de necrosis en el follaje y es activada por el incremento endógeno, local y sistémico del Ácido Salicílico (Stange *et al.* 2007; Martínez, 2008), por otro lado la Resistencia Sistémica Inducida (ISR) es estimulada por cepas bacterianas benéficas del suelo y es regulada por la acción del Etileno y el Ácido Jasmónico (Edreva, 2004; Martínez, 2008). El fenómeno de inducción de resistencia se ha convertido en un elemento importante dentro del manejo integrado de plagas para disminuir el efecto de los problemas fitosanitarios (Ortega-Arenas y González, 1989), y ha sido evaluado contra diferentes problemas fitosanitarios en cultivos de chile dulce, tomate y frijol utilizando tratamientos

biológicos (Farias-Hinojosa, 2012; Jimenez *et al.* 2013; Hoitink *et al.* 2006; Jiménez-López, 1996 y Castro-Martín, 1998).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la inducción de resistencia al PepGMV con el uso de diferentes preparados orgánicos (Bocashi, lombriabono y té de lombriabono) y *Trichoderma harzianum* Rifai en plantas de chile dulce en fase de vivero con el fin de encontrar tratamientos que al ser aplicados en esta etapa permita producir plantines fuertes que sean resistentes a problemas fitosanitarios en campo. Para ello se evaluó la incidencia final de la enfermedad, la efectividad de los tratamientos, el tiempo de incubación del PepGMV para que el 10% de las plantas presentara los síntomas (TI₁₀) y el tiempo de incubación del PepGMV para que el 50% de las plantas presentara los síntomas (TI₅₀), también se comparó el desarrollo de las plantas promovido por los tratamientos aplicados.

Materiales y métodos

Descripción del ensayo

La investigación se desarrolló durante los meses de mayo a octubre de 2015, en un invernadero artesanal ubicado en el Barrio Concepción, Tonacatepeque, San Salvador a una altura de 650 msnm, entre los 13°46'46" Latitud Norte y 89°6'58.94" Longitud Oeste, con precipitación anual promedio de 1800-2000 mm, temperatura de 28 °C y Humedad relativa de 70%⁴. Se establecieron dos ensayos con 10 días de diferencia.

4 Ruano de Mejía, RN. 2015. Datos de Tonacatepeque. (Comunicación personal). Alcaldía municipal de Tonacatepeque. San Salvador, SV.

Se utilizó un diseño de bloques incompletos balanceados al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos aplicados fueron Bocashi (una parte de bocashi mezclada con siete partes del sustrato BM2), lombriabono (una parte de lombriabono mezclada con cuatro partes del sustrato BM2), una formulación comercial de *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS) en dosis de 1g/l (5X10⁹ UFC/5 ml), y té de lombriabono en una proporción 1:20. En cada tratamiento se trabajó con 40 plantas, las cuáles constituyeron las unidades experimentales a las cuales se les aplicaron los tratamientos. Los tratamientos bocashi y lombriabono fueron aplicados al momento de la siembra, mientras que los tratamientos *Trichoderma harzianum* Rifai y té de lombriabono fueron aplicados a los 12 días después de siembra, cuando los cotiledones de los plantines estuvieron totalmente abiertos.

La fertilización se realizó en tres aplicaciones con la fórmula 15-30-15 en dosis de 1g/L. En el primer ensayo se fertilizó a los 17, 24 y 40 días después de siembra, sin embargo la primera solo se aplicó a los tratamientos *Trichoderma harzianum* Rifai y té de lombriabono. En el segundo ensayo se fertilizó a los 18, 27 y 37 días después de siembra a todos los tratamientos por igual.

Inoculación del virus

El vector (*Bemisia tabaci* Genn) fue recolectado de los invernaderos de la cooperativa ACATONACA los cuales contenían cultivos de chile dulce libres de virosis. Los individuos fueron mantenidos en plantas de berenjena sanas en jaulas de dimensiones de 0.70 m de largo, 0.50 m de ancho y 0.70 m de alto. Las plantas de

berenjena fueron cambiadas cada tres semanas para asegurar la sobrevivencia de *Bemisia tabaci* Genn. El virus fue obtenido a través de plantas enfermas provenientes de la empresa HIDROEXPO S.A DE C.V., la cual había identificado previamente el virus como el Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV). El virus se multiplicó colocando plantas enfermas y plantas sanas en presencia de adultos de *B. tabaci* proveniente del pie de cría, en jaulas de 0.80 m de largo, 0.80 m de alto y 0.60 m de ancho. Las plantas de chile dulce sanas eran introducidas en estas jaulas cada dos semanas para asegurar la multiplicación del virus.

Para la inoculación del virus se introdujeron las bandejas con los plantines, en jaulas con plantas de chile dulce presentando síntomas del PepGMV y altas poblaciones del vector infectado por un período de 5 días. Los plantines del primer ensayo fueron inoculados a los 25 días después de siembra, mientras que los del segundo ensayo se inocularon a los 22 días después de siembra.

Toma de datos

Se tomaron dos tipos de variables: epidemiológicas y de desarrollo. Las variables epidemiológicas cuantificadas fueron la incidencia final de la enfermedad, el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) y el tiempo de incubación del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV) para que el 10% (TI₁₀) y 50% (TI₅₀) de las plantas expresara los síntomas. Todas las lecturas se realizaron durante los 12 días después de la inoculación con intervalos de tres días, excepto el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) que fue un análisis derivado de la incidencia final. Para obtener los dos tiempos de incubación del

PepGMV (TI₁₀ y TI₅₀) fue necesario someter los datos a un análisis Probit, utilizando como variable respuesta el número de plantas que presentaba síntomas.

Las variables de desarrollo medidas fueron la altura de la planta desde la base del tallo hasta el brote apical, el diámetro a la base del tallo y el peso fresco de la planta. Las dos variables primeras se midieron durante los 12 días después de la inoculación con intervalos de tres días y el peso fresco de la planta se midió en una balanza semianalítica al finalizar los 12 días de lecturas.

Los resultados obtenidos de las diferentes variables fueron sometidos a un Análisis de Varianza para Bloques Incompletos, las comparaciones de medias se realizaron por medio de la prueba de Tukey.

Se realizó un análisis de Costo-eficacia estimado para la producción de 1000 plantas utilizando los datos de incidencia final bajo la metodología propuesta por el CIMMYT (1988).

Resultados y discusión

Incidencia final de la enfermedad y Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

En el primer ensayo se observó diferencia estadística significativa en cuanto a la incidencia final de la enfermedad ($F_{4,11}= 4.79, p<0.05$). La aplicación de *Trichoderma harzianum* Rifai, Lombriabono, Té de lombriabono y el testigo, ejercieron efectos similares en cuanto a la incidencia final de la enfermedad, sin embargo el tratamiento *Trichoderma harzianum* Rifai presentó la menor incidencia (62%) ($p=0.05$). Por otro lado se observó que los tratamientos

Lombriabono, Testigo, Té de lombriabono y Bocashi ejercieron efectos estadísticamente similares, sin embargo el Bocashi fue el que presentó mayor incidencia final (90.53%) ($p=0.05$) (Figura 1 a). Por otra parte, se encontró diferencia estadística significativa en cuanto al Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) ($F_{4,11}= 6.11, p<0.05$) (Figura 2 a).

Por el contrario, en el segundo ensayo, no se presentó diferencia estadística significativa en la incidencia final ($F_{4,11}= 0.95, p= 0.4740$) (Figura 1 b) y el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) ($F_{4,11}=1.73, p=0.2140$) (Figura 2 b).

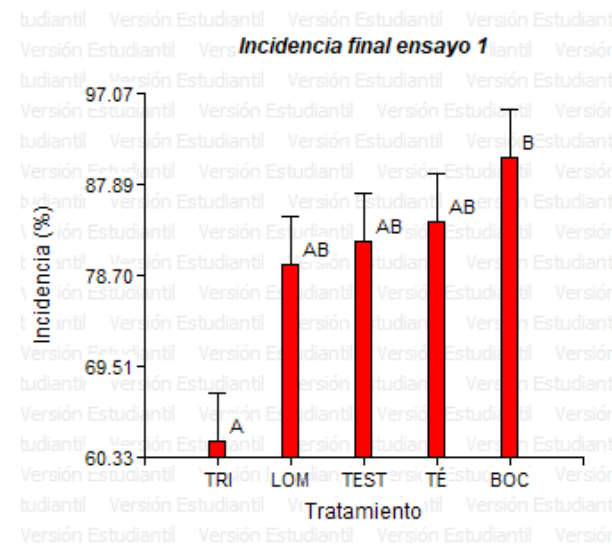


Figura 1a. Incidencia final de la enfermedad en el primer ensayo.

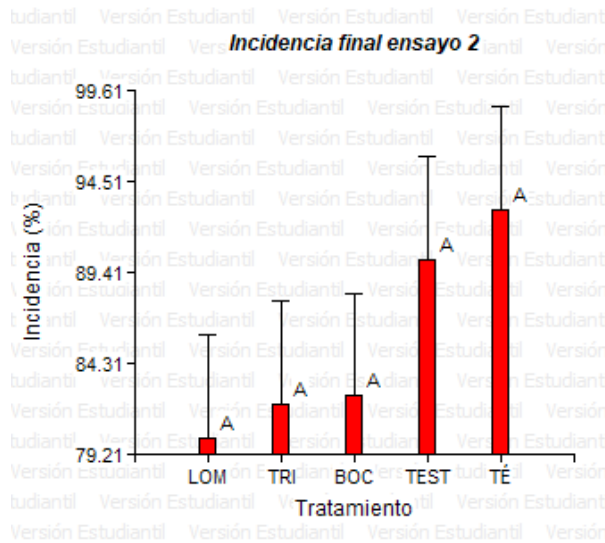


Figura 1b. Incidencia final de la enfermedad en el segundo ensayo.

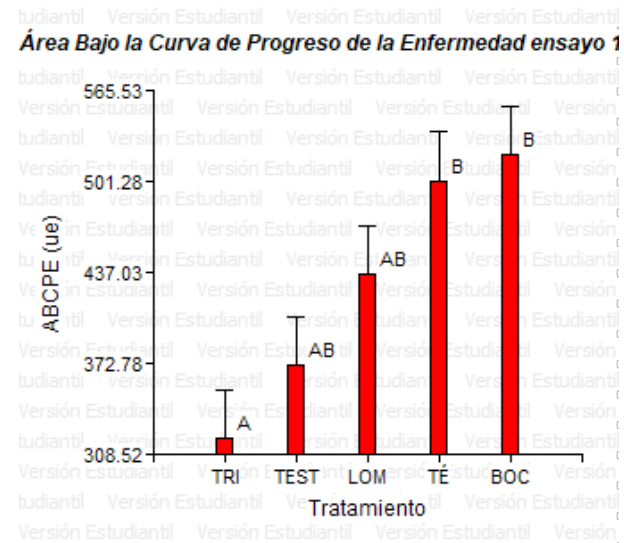


Figura 2b. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad del segundo ensayo.

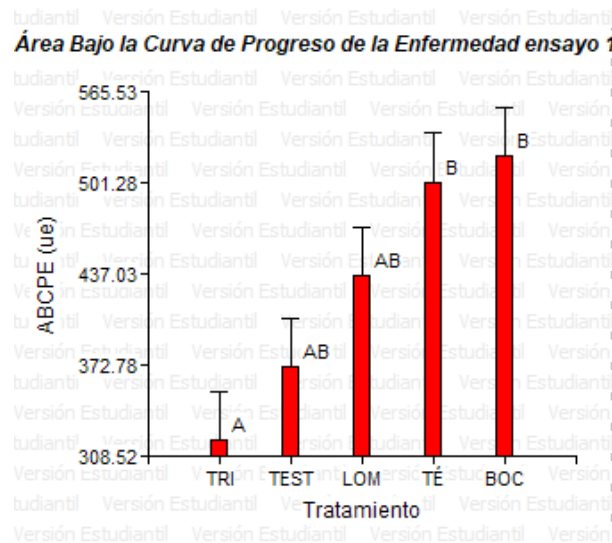


Figura 2a. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad del primer ensayo.

Análisis económico

En el primer ensayo el tratamiento de menor índice costo/ efectividad es el testigo con un índice costo/efectividad igual a cero, sin embargo, en términos epidemiológicos esto no es aceptable porque la efectividad es muy baja. Por esta razón se prefiere el tratamiento con *Trichoderma harzianum* Rifai que prácticamente duplica la efectividad con un costo relativamente bajo (Cuadro 1).

En el segundo ensayo el mejor tratamiento económicamente, sigue siendo el testigo pero en términos epidemiológicos su efectividad es muy baja, eligiendo el tratamiento a base de *Trichoderma harzianum* Rifai (Cuadro 2).

Cuadro 1. Índice de costo/efectividad para el ensayo 1 (estimado para 1000 plantas)

Tratamiento	% efectividad (proporción)	Costo variable (USD)	Índice costo / efectividad
<i>Trichoderma harzianum</i>	0.38	\$0.85	2.24
Lombriabono	0.20	\$1.45	7.25 *
Testigo	0.18	\$0.0	0
Té de lombriabono	0.16	\$0.07	0.44 *
Bocashi	0.09	\$0.23	0.24 *

Nota: los tratamientos señalados con asterisco (*) se consideran dominados.

Cuadro 2. Índice de costo/efectividad para el ensayo 1 (estimado para 1000 plantas)

Tratamiento	% efectividad (proporción)	Costo variable (USD)	Índice costo / efectividad
Lombriabono	0.19	\$1.45	7.63 *
<i>Trichoderma harzianum</i>	0.18	\$0.85	4.72
Bocashi	0.17	\$0.23	1.35
Testigo	0.1	\$0.0	0
Té de lombriabono	0.07	\$0.07	1 *

Nota: los tratamientos señalados con asterisco (*) se consideran dominados.

Tiempo de incubación del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV)

En ambos ensayos no se encontró diferencia estadística significativa en cuanto al tiempo de incubación 10 (TI₁₀) ($F_{4,11}=2.92$, $p=0.0714$) (Figura 3a, b). Sin embargo, en condiciones del primer ensayo hubo diferencia estadística altamente significativa en cuanto al tiempo de incubación 50 (TI₅₀) ($F_{4,11}=6.78$, $p<0.01$), siendo *Trichoderma harzianum* Rifai el que retardo la aparición de los síntomas del PepGMV en el 50% de las plantas ($p=0.05$) (Figura 4a). Esta diferencia estadística no fue notable en las condiciones del ensayo dos ($F_{4,11}=1.20$, $p=0.3661$) (Figura 4b).

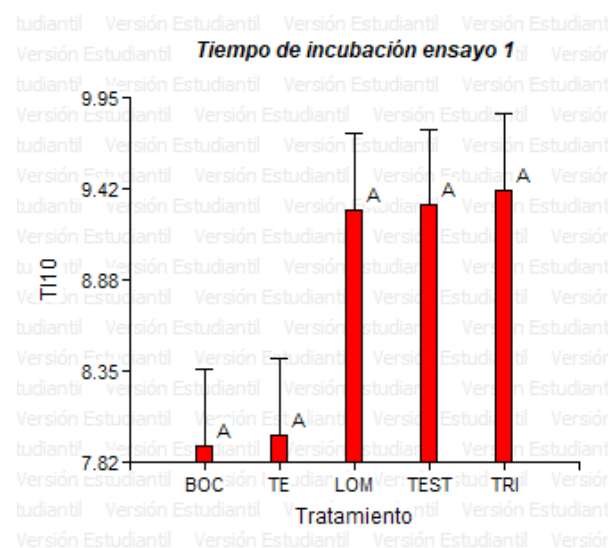


Figura 3a. Tiempo de incubación 10 del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV) en el primer ensayo.

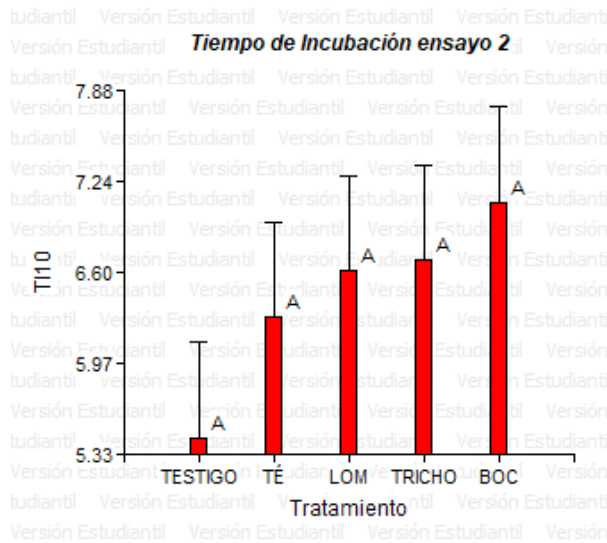


Figura 3b. Tiempo de incubación 10 del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV) en el segundo ensayo.

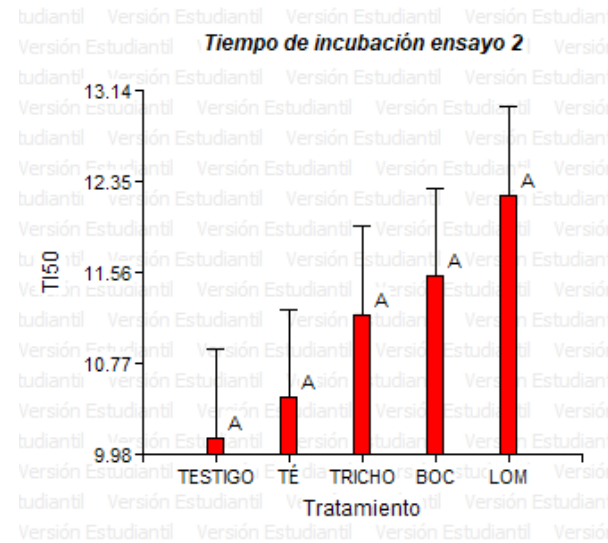


Figura 4b. Tiempo de incubación 50 del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV) en el segundo ensayo.

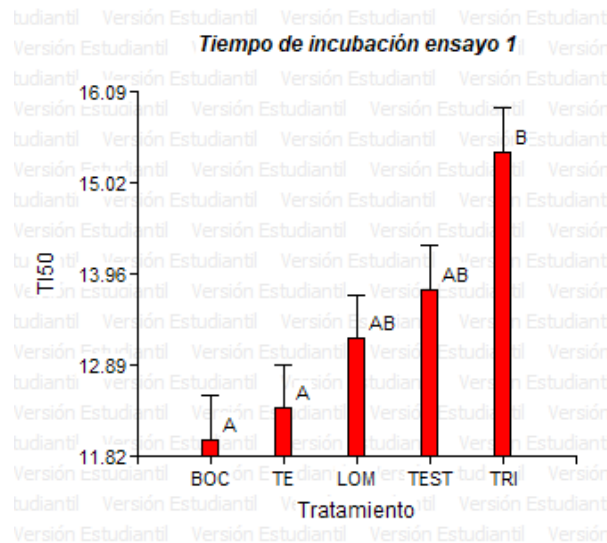


Figura 4a. Tiempo de incubación 50 del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV) en el primer ensayo.

Desarrollo de los plantines

En cuanto a la altura de las plantas se encontró diferencia estadística altamente significativa en el primer ensayo ($F_{4,11}=4.23$, $p<0.01$) y en el segundo ensayo ($F_{4,11}=137.21$, $p<0.01$). Los preparados orgánicos presentaron las mayores alturas en ambos ensayos ($p=0.05$) (Figura 5 a, b). Con respecto al diámetro a la base del tallo también hubo diferencia estadística altamente significativa en el primer ensayo ($F_{4,11}= 9.40$, $p<0.01$) al igual que en el ensayo dos ($F_{4,11}=86.22$, $p<0.01$), presentando los mayores diámetros los tratamientos a base de preparados orgánicos ($p=0.05$) (Figura 6a, b). En el primer ensayo el peso fresco de la planta presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($F_{4,11}=3.74$, $p<0.05$), y en el segundo ensayo hubo diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos ($F_{4,11}=98.42$, $p<0.01$) presentando

los mayores valores de peso fresco los tratamientos a base de preparados orgánicos en ambos ensayos (p=0.05) (Figura 7a, b).

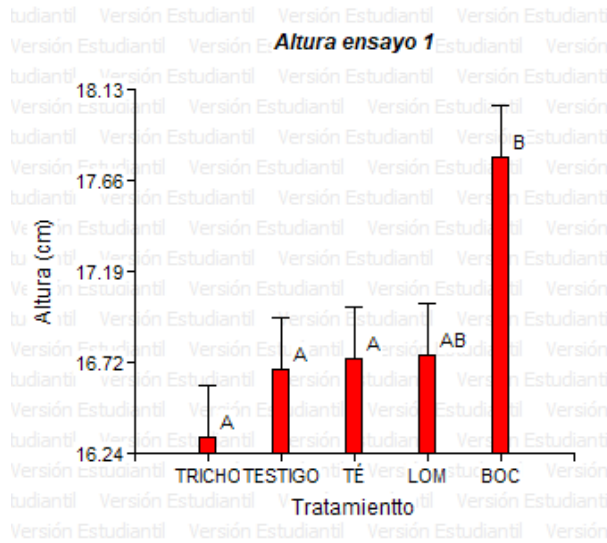


Figura 5a. Altura de planta del primer ensayo.

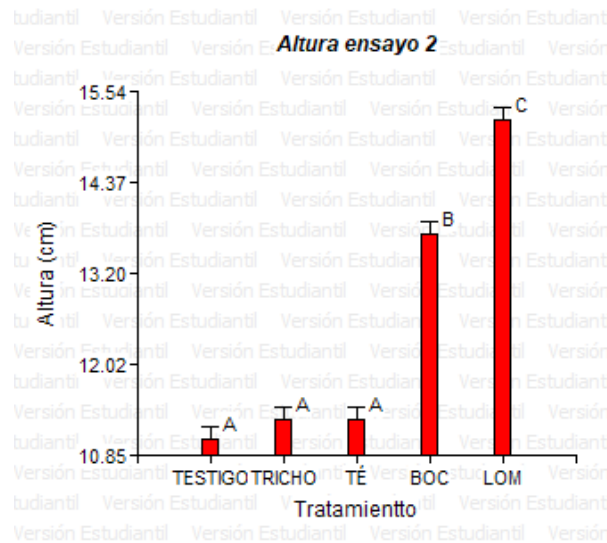


Figura 5b. Altura de planta del segundo ensayo

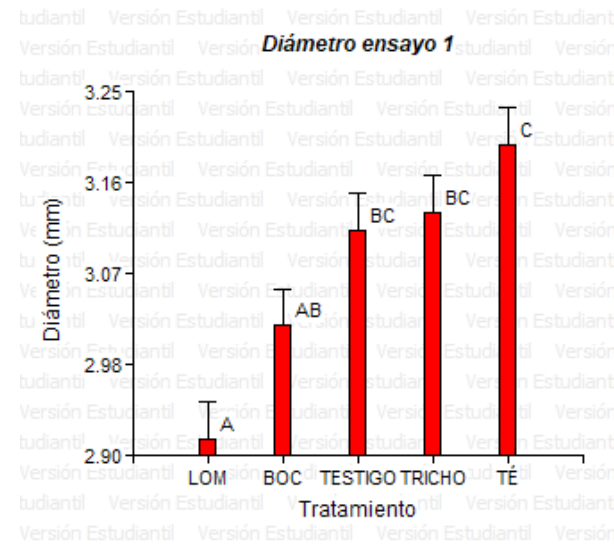


Figura 6a. Diámetro a la base del tallo en el primer ensayo.

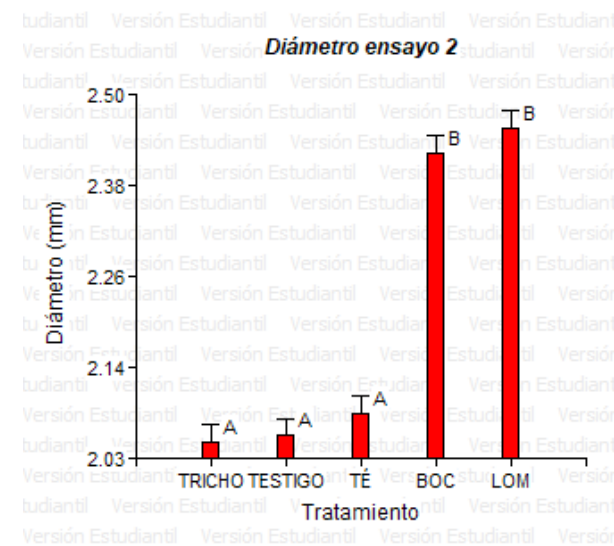


Figura 6b. Diámetro a la base del tallo en el segundo ensayo

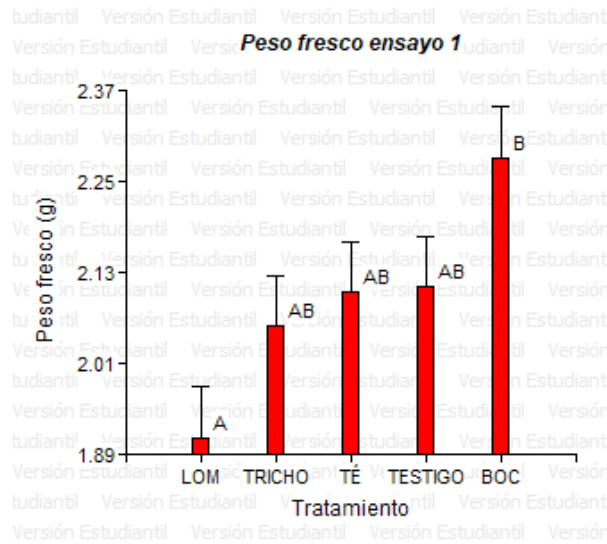


Figura 7a. Peso fresco de la planta en el primer ensayo.

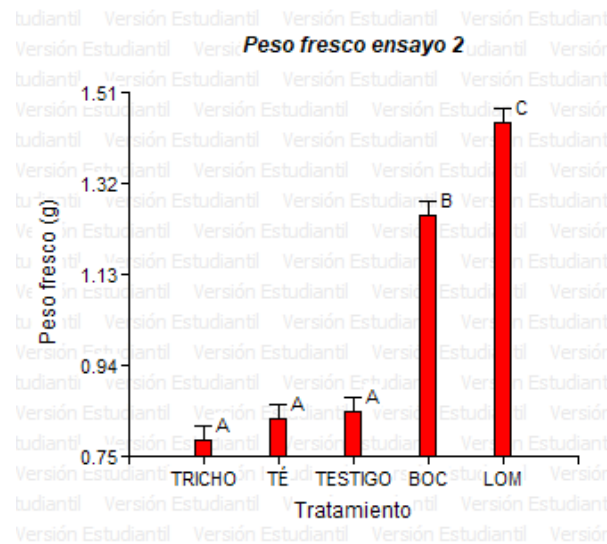


Figura 7b. Peso fresco de la planta en el segundo ensayo

Discusión de resultados

Efecto de la inducción de resistencia en el desarrollo de la enfermedad causada por el PepGMV

De acuerdo a los resultados obtenidos, *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS®), redujo tanto la incidencia final como el progreso de la epidemia cuando el virus fue inoculado a los 25 días después de siembra. Esto se reflejó en un mayor tiempo de incubación 50 (T_{i50}), sin embargo no hubo diferencia en cuanto al inicio de la expresión de los síntomas (T_{i10}). Esto significa que hubo un desplazamiento en el desarrollo de la epidemia y en general hubo una menor intensidad de la epidemia en los tratamientos que contenían *Trichoderma harzianum* Rifai (ABCPE= 320.21 ue).

Por el contrario, cuando el virus fue inoculado a los 22 días después de siembra, ninguno de los tratamientos mostró un desempeño diferente en cuanto al desarrollo de la epidemia del PepGMV. Esto sugiere que el efecto de inducción de resistencia por parte de *Trichoderma harzianum* Rifai se expresa de forma diferencial dependiendo del momento de inoculación del PepGMV, siendo las plantas más jóvenes, afectadas e incapaces de expresar el efecto de resistencia.

El efecto de inducción de resistencia por parte de *Trichoderma sp.* ha sido demostrado en evaluaciones contra el Virus del Mosaico del pepino dulce (PepMV) en cultivo de tomate (Farias-Hinojosa, 2012), contra *Sclerotium rolfsii* en cultivo de frijol (Jimenez *et al.* 2013) y contra la muerte regresiva ocasionada por *Phytophthora sp.* en *Roseum elegans* (Hoitink *et al.* 2006). La inducción de resistencia contra el PepGMV por enmiendas orgánicas y aislamientos

de organismos puros, también ha sido evaluado en cultivos de tomate por Jiménez-López (1996) y Castro-Martín (1998), en las cuales se midió la severidad de la enfermedad, presentando los mejores resultados los preparados orgánicos (Bocashi y Compost) con respecto a cultivos puros de las bacterias *Bacillus cereus* y *Pseudomonas fluorescens*. Estos autores evaluaron la severidad de la enfermedad y no la incidencia, lo cual no se considera apropiado para el estudio de este tipo de enfermedades, tomando en cuenta que los síntomas visibles en una planta no siempre representan el 100% del efecto del virus. Es decir, el virus puede estar presente en una planta pero los síntomas no se expresan el 100% (enmascaramiento de síntomas) (Mena-Adriano, 2010), lo cual puede dar una idea errónea del desarrollo de la enfermedad. Además, durante el tiempo que se está evaluando la severidad, las plantas enfermas se convierten en fuente de infección.

En el caso de *Trichoderma harzianum* Rifai, el formulador (ABM)⁵ menciona que su uso tiene la finalidad de fortalecer las defensas de la planta, sin presentar ningún efecto en el desarrollo de ésta. Esto confirma los resultados obtenidos, a través de los cuales la incidencia del PepGMV se manifiesta de una forma lenta, sugiriendo que la planta puede estar presentando algún tipo de resistencia a la infección viral. Un ABCPE menor sugiere también que los daños son menores, esto podría ser utilizado como una herramienta en los programas de manejo integrado del PepGMV como una primera fase del programa (etapa de plántula).

El PepGMV es una enfermedad sistémica considerada de ciclo simple, lo que significa que una vez afecta a una planta se debe

eliminar por afectar la producción de frutos (en este caso la parte comercial del cultivo) y porque se convierte en fuente de infección.

La intensidad de la enfermedad estuvo en función de la alta cantidad de inóculo inicial (alta población de mosca blanca con virus), lo cual no coincide con las infestaciones por este virus en campo abierto, ya que normalmente las poblaciones de mosca blanca infectadas son bajas o en otros casos, la proporción de moscas blanca infectadas también es baja y por lo tanto el inicio de la epidemia es lenta. La epidemiología de esta enfermedad también se ve influenciada por la tasa de incremento del inóculo, en este caso se alteró por el efecto de cada tratamiento, presentando resultados diferentes en cuanto al tiempo de incubación del PepGMV; por los resultados se sugiere que la inoculación de *Trichoderma harzianum* Rifai, en comparación con los demás, estimuló las defensas naturales de las plantas, retrasando la tasa de incremento del virus con mayor notoriedad en el tiempo de incubación 50 (TI₅₀), lo cual se constituye como un elemento importante para evitar pérdidas económicas ocasionadas por enfermedades de ciclo simple. El último elemento de este tipo de enfermedades (ciclo simple) es el tiempo de duración, sin embargo para las enfermedades virales no es una variable sobre la cual se puede hacer una acción como medida fitosanitaria curativa, ya que una enfermedad viral no se puede detener ni mucho menos erradicar.

En cuanto al vector, se sugiere que tuvo mayor preferencia por aquellas plantas que eran más grandes, suculentas y pubescentes (tratadas con preparados orgánicos) y no por las inoculadas con

5 Advanced Biological Marketing (ABM), Estados Unidos de América.

Trichoderma harzianum Rifai, siendo éstas últimas las que menor altura y follaje presentaron. Sin embargo es necesario llevar a cabo ensayos de preferencia alimenticia para comprobar este supuesto. Con base a eso se buscan métodos de inducción de resistencia que primordialmente fortalezcan a la planta, aunque su efecto sobre el desarrollo vegetativo no sea tan evidente como en el caso de la inducción de resistencia por *Trichoderma harzianum* Rifai.

Epidemiológicamente el retraso en el periodo de incubación da una ventaja a las plantas de poder tolerar la infección, dando tiempo para tomar medidas complementarias, pero en el caso de enfermedades virales lo mejor es controlar las poblaciones del vector por medio de la exclusión para evitar que la infección se lleve a cabo.

Efecto de los preparados orgánicos y *Trichoderma harzianum* Rifai en el desarrollo de la planta

En cuanto a las variables de desarrollo de las plantas, los preparados orgánicos fueron los que presentaron mejores resultados. En el ensayo uno la mayor altura y peso fresco de las plantas de chile dulce fue logrado por el Bocashi (17.78 cm) y (2.28 g), respectivamente. El mayor diámetro a la base del tallo de las plantas de chile dulce fue logrado por el Té de lombriabono (3.20 mm), sin embargo este no fue significativamente diferente de los alcanzados por las plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* Rifai.

Cuando el virus fue inoculado a los 22 días después de siembra,

fue notable la tendencia a un mayor desarrollo de las plántulas a favor de los preparados orgánicos, por otra parte las plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* Rifai presentaron los valores inferiores en cuanto a estas variables.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a la incidencia de la enfermedad, ésta se manifestó más en las plantas que presentaron mayor desarrollo, lo cual sugiere que las plantas que tiene tejidos más suculentos son más apetecidas por *Bemisia tabaci* Genn, y también las plantas más desarrolladas tienen su tejido vascular más funcional, permitiendo un mejor movimiento de los virus en su interior lo cual hace que la sintomatología se presente en menor tiempo. La comparación de variables se muestra en la Cuadro 3.

Conclusiones

Los plantines tratados con *Trichoderma harzianum* Rifai (5x10⁹ UFC/5 ml) presentaron un menor grado de enfermedad de acuerdo a los datos del Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), lo cual evidencia un efecto retardante en la manifestación del virus de las plantas de chile dulce.

El uso de *Trichoderma harzianum* Rifai (5x10⁹ UFC/5 ml) en la producción de plantines demostró fortalecer las defensas de la planta y prolongar el tiempo de incubación del PepGMV.

La adición de preparados orgánicos (Bocashi, Lombriabono y Té de lombriabono) al sustrato promovió un mayor desarrollo en las plantas de chile dulce (altura, diámetro a la base del tallo y peso fresco), pero no tuvo efecto en el desarrollo de la infección por el PepGMV.

Cuadro 3. Cuadro comparativo de variables entre primer y segundo ensayo.

	ENSAYO 1					ENSAYO 2				
	Tes	Lom	Boc	Trich	Te de lom	Tes	Lom	Boc	Trich	Te de lom
Incidencia final (%)	82.2 (AB)	79.79 (AB)	90.53 (B)	62 (A)	84.05 (AB)	90.13 (A)	80.14 (A)	82.47 (A)	82.05 (A)	92.91 (A)
ABCPE (ue)	371.28 (AB)	435.14 (AB)	519.57 (B)	320.21 (A)	501.88 (B)	721.56 (A)	528.19 (A)	614.34 (A)	623.25 (A)	668.35 (A)
TI10 (ddi)	9.32 (A)	9.29 (A)	7.92 (A)	9.41 (A)	7.98 (A)	5.45 (A)	6.61 (A)	7.09 (A)	6.68 (A)	6.29 (A)
TI50 (ddi)	13.77 (AB)	13.21 (AB)	12.02 (A)	15.39 (B)	12.39 (A)	10.12 (A)	12.23 (A)	11.53 (A)	11.19 (A)	10.47 (A)
Altura (cm)	16.68 (A)	16.75 (AB)	17.78 (B)	16.33 (A)	16.74 (A)	11.06 (A)	15.18 (C)	13.7 (B)	11.31 (A)	11.32 (A)
Diámetro (mm)	31.15 (BC)	29.13 (A)	30.23 (AB)	31.33 (BC)	31.98 (C)	20.55 (BC)	24.55 (A)	24.23 (AB)	20.48 (BC)	20.85 (C)
Peso fresco (g)	2.11 (AB)	1.91 (A)	2.28 (B)	2.06 (AB)	2.1 (AB)	0.84 (A)	1.45 (C)	1.25 (B)	0.78 (A)	0.83 (A)

La inoculación con *Trichoderma harzianum* Rifai (5x10⁹ UFC/5 ml) al sustrato para la producción de plantines de chile dulce demostró ser una opción técnica y económicamente viable.

Recomendaciones

Hacer evaluaciones de diferentes concentraciones de *Trichoderma harzianum* Rifai como inductor de resistencia al PepGMV para identificar la más eficaz.

Realizar ensayos en donde la inoculación del PepGMV se lleve a cabo cuando los plantines tengan los cotiledones abiertos.

Estudiar todas las etapas fenológicas del cultivo de chile dulce para observar el comportamiento epidemiológico de la enfermedad.

Usar *Trichoderma harzianum* Rifai con el objetivo de fortalecer

las defensas naturales de la planta y no como controlador de la enfermedad.

Realizar pruebas de preferencia alimenticia del vector (*B. tabaci* Genn.) comparando plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* Rifai contra las inoculadas con preparados orgánicos.

Evaluar el posible efecto endofítico de *Trichoderma harzianum* Rifai en el tratamiento de semillas previo a la siembra.

Bibliografía

Castro Martín, MO. 1998. Las rizobacterias y enmiendas orgánicas en la inducción de resistencia a geminivirus en el cultivo de tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 85 p.

- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz) 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Mexico D.F., CIMMYT, 79.
- Cuéllar, ME; Morales, FJ. 2006. La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vector de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). (En línea). Colombia. Revista colombiana de Entomología No. 32
- Edreva, A. 2004. A novel strategy for plant protection: induced resistance. (En línea). Journal of Cell and Molecular Biology no. 3. Consultado el 20 de febrero de 2015. Disponible en <http://jcmb.halic.edu.tr/pdf/3-2/A.pdf>
- FariasHinojosa, RE. 2012. Trichoderma y Bacillus como inductores de resistencia al virus del mosaico del pepino dulce (Pepino Mosaic virus, PepMV) en plantas de tomate. (En línea). Talca, CL. Consultado el 20 de septiembre de 2015. Disponible en http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/9246/2/farias_hinojosa.pdf
- Hoitink, HAJ; Madden, LV; Dorrance, AE. 2006. Systemic Resistance Induced by Trichoderma spp.: Interactions between the Host, the Pathogen, the Biocontrol agent, and Soil organic matter Quality. (En línea). Consultado el 21 de septiembre de 2015. Phytopathology 96: 186-189. Disponible en <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-96-0186>
- Jiménez López, JI. 1996. Evaluación de inductores de resistencia a geminivirus y promotores del crecimiento en el cultivo del tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 83 p.
- Jiménez, MA; Arcia M, AA; Ramis, C; De Faría, Y. 2013. Evaluación de Trichoderma harzianum Rifai como inductor de resistencia a la pudrición blanca Sclerotium rolfsii. Sacc de la caráota (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones controladas. (En línea). Venezuela. Consultado el 15 de marzo de 2015. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942013000100005&script=sci_arttext
- Martínez, F. 2008. Inducción de resistencia en los cultivos, productos Fitofortificantes. (En línea). S.I Consultado el 13 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.iec.cat/Noticea/butlleti4/FelixMartinez5-05-08.pdf>
- Mena Adriano, JD. 2010. Notas del curso de: Virus (Virus fitopatógenos). (En línea). Sinaloa, Mx. 68 p. Consultado el 29 de septiembre de 2015. Disponible en <http://es.slideshare.net/themena1/manual-de-virus-virus-fitopatgenos-5039306>
- Ortega Arenas, LD y González, H. 1989. Mosquita blanca (Homoptera: Aleyrodidae) vectores de virus en hortalizas. En: Ecología de insectos vectores de virus en plantas cultivadas. Acosta Leal, R y Delgadillo, F. (eds.). Montecillo, MX. p. 46-59
- Stange, C; Briceño, E; Latorre, BA y Arce Johnson, P. 2007. Interacción planta patógeno. La Serena, CH.
- Vásquez, M. 2008. Análisis de las importaciones de hortalizas en EL Salvador. (En línea). Tegucigalpa, HO. p.12. Consultado el 9 de febrero de 2015. Disponible en <http://fecaexca.net/images/descarga/003/ADU10.PDF>



Insectos xilófagos y su incidencia en la muerte de mangle en Barra Salada del Área Natural Protegida “Los Cóbano”, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador

Xylophagous insects and their incidence in the death of mangroves in Barra Salada of the Protected Natural Area “Los Cóbano”, Sonsonate and Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador

Salas-Sayes, U.S.¹, Ruiz-Mejía, H.², Flores-Romero, M.E.³,
Sermeño-Chicas, J.M.⁴, Menjívar-Rosa, M.A.⁵, Méndez-Hernández, N.A.⁶

Resumen

La investigación se desarrolló en Barra Salada del Área Natural Protegida Los Cóbano, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador, con el objetivo de determinar la causa de muerte en árboles de mangle. La fase de investigación comprendió de agosto 2012 a junio 2014. Se indagó bibliográficamente y se estableció contactos estratégicos (entidades gubernamentales y asociaciones de desarrollo comunal), con el propósito de obtener

los permisos respectivos e información sobre dichas zonas. Los muestreos comprendieron transectos de 100 metros, divididos en 20 secciones enumeradas secuencialmente. Se recolectaron muestras en época lluviosa y seca, utilizando bandejas, corvos, redes entomológicas y trampas multidireccionales cada 25 metros en los transectos, utilizando como atrayente etanol al 70%. Los insectos recolectados fueron preservados en viales conteniendo alcohol. En fase de laboratorio se clasificaron los especímenes en Orden, Familia y género-especie, además, ecología y hábitos de

1 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. ulises_rodavlas_211@yahoo.com

2 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. humbertoruiz12@yahoo.com

3 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. m.flores_88@hotmail.com

4 Asesor, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. jose.sermeno@ues.edu.sv

5 Asesor, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. rafaelmenjivarrosa@yahoo.com

6 Asesor externo, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. nicogoll@yahoo.com

alimentación. Con la información obtenida se elaboró una guía ilustrada y se preservó el material biológico. Entre los resultados se reporta un total de 37 Familias de insectos asociados al mangle; 14 son xilófagos (inmaduros o adultos); los restantes realizan diferentes roles ecológicos. En términos de diversidad, en época seca se recolectaron 94 insectos xilófagos y en la lluviosa 130 especímenes. Según el coeficiente de Kendall, utilizado para determinar la abundancia de insectos xilófagos versus los no xilófagos, no resultó significativo (Kendall's tau = -0.04926168; P = 0.8028).

Palabras claves: Mangle, muerte de mangle, xilófagos, Barra Salada y Bahía de Jiquilisco.

Abstract

This research has been developed in Barra Salada, in the Natural Protected Area the Cóbano, Sonsonate and Bahía Jiquilisco, Usulután, El Salvador, with the purpose of determining the cause of death of mangrove, reported in local people and according to reports from the Ministry of Environment. The study was carried out during the August 2012- June 2014 period. Firstly, we conducted a literature review and, in the meanwhile, we established contact with the corresponding government agencies and community development associations in order to obtain permission to access to the study areas. Secondly, the field study was started, which was implemented not only in rainy season but also in dry season. This phase of the study consisted in collecting samples of insects and making environmental variable data establishing working areas of 200m² in every longitudinal

transects, geographically referencing and quantifying the damaged areas. To complement the research and in order to verify the method used by other researchers, although adapted to the mangrove, 5 multidirectional air traps were installed for each transect, using ethanol 70% as attractant. Insects collected during sampling were preserved in ethyl alcohol, except for those specimens which differ in their method of preservation. All of this with the purpose of classifying the samples on the basis of order, family and genus or species (when possible) and thus differentiate among xylophagous insects and insects associated with mangroves. All the information collected was later compiled into two entomological boxes and an illustrated guide. As a result of the analysis, 13 xylophagous families and 24 performing different ecological roles were identified. In terms of diversity, a greater number of xylophagous specimens were found during the rainy season compared to the dry season. However, using the Kendall's coefficient to establish the abundance of xylophagous insects versus non xylophagous, this did not result significantly different to 0 (Kendall's tau = -0.04926168, P = 0.8028). In conclusion, based on their eating habits, insect communities differ, emphasizing that the specimens collected are mostly insects which usually attack weak and stressed trees. This proves that mangrove death is not directly caused by the action of these specimens.

Keywords: Mangrove, Death mangrove, Xylophagous, Barra Salada and Bahía Jiquilisco.

Introducción

Los manglares tienen ubicación en las líneas intermareales de las franjas costeras y subtropicales de la tierra, creando un sistema ecológico de alta complejidad, por las relaciones de cientos de especies microscópicas, peces marinos y de agua dulce y mamíferos. Este término abarca una amplia variedad de ambientes que tienen como característica la presencia de agua. Este elemento juega un papel fundamental en la determinación de su estructura y funciones (INDESOL, s.f.). Según Rivera (2011), pese a la urgente necesidad de información de ecosistemas de manglar únicamente se ha generado un promedio de una publicación científica por año (de 1920 a 2010), donde únicamente un 5% de estas publicaciones están relacionadas.

Al igual que todos los sistemas, los ecosistemas de manglares, poseen dos propiedades principales, la estructura y la función. Toda función del sistema depende del grado de complejidad de la estructura que permite el establecimiento de interacciones entre los componentes, creando estabilidad y la sostenibilidad en el desempeño de la función del sistema.

El estudio de los ecosistemas es difícil y consume mucho tiempo y recursos económicos, por lo que se hace necesario la búsqueda de métodos que permitan evaluar de forma rápida la biodiversidad, tomando como componente básico el funcionamiento de los ecosistemas (INDESOL, s.f.). Esto se ha logrado con el estudio de las especies “clave”, las que desempeñan funciones vitales e indispensables para el buen funcionamiento del sistema. Los ecosistemas naturales tropicales, tienen una enorme complejidad, siendo la diversidad biológica una muestra de ello.

Estos ecosistemas son constantemente modificados por el ser humano para la obtención de alimentos, fibra y materia prima. Delgado y Jiménez (1992), citados por Rico y Palacios (1996) mencionan que los cambios de salinidad en los medios, alteran las concentraciones de los compuestos utilizados por los manglares como defensa contra la herbivoría; lo cual indica que la influencia de alguna variable al ecosistema del mangle lo está volviendo susceptible o predispuesto a tal suceso (muerte de mangle).

Por tal razón la investigación se enfoca en los insectos xilófagos y su incidencia en la muerte de mangle, ya que existen zonas de manglares en El Salvador en donde se reconocen las especies de mangle *Avicennia bicolor* (Madresal); *Conocarpus erectus* (Botoncillo); *Laguncularia racemosa* (L) (Mangle blanco o Sincahuite); *Rhizophora mangle* (Mangle rojo); *Avicennia germinans* (mangle negro) (González, 2010), de las cuales se han perdido la cobertura en bosque salado.

Dado que la presencia o ausencia de estas especies pueden alterar en forma notoria el balance del ecosistema. Los insectos recolectados en las áreas de muestreos se identificaron y determinaron aquellos asociados al mangle y los principales insectos xilófagos presentes. Con la información generada se elaboró la guía ilustrada de los diferentes insectos xilófagos asociados al mangle, además se georreferenció las áreas de daño.

Materiales y Métodos

Ubicación

La investigación se desarrolló en el bosque de mangle de Barra

Salada del Área Natural Protegida “Los Cóbanos”, a 12 km del municipio de Acajutla, departamento Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. La investigación se realizó en el período de agosto del 2012 a junio del 2014.

Para el buen desarrollo de la investigación se establecieron vínculos con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para el trámite de los permisos de recolecta científica de insectos y la ADESCOIM de la Bahía de Jiquilisco y ADESCO de Barra Salada, con el propósito establecer los medios de logística, ingreso a las zonas y herramientas adecuadas con el propósito de facilitar cada una de las actividades de campo.

Metodología de campo

Las zonas de estudio donde se realizaron los muestreos son aquellas áreas que presentaron la muerte de árboles de mangle, las cuales fueron identificadas con la ayuda de los habitantes del lugar; posteriormente se procedió a “georreferenciar” dichos lugares mediante el uso de GPS. En el estudio se utilizó la metodología de transecto lineal, cada uno de ellos con 100 metro de largo y dos metros de ancho (200 m²). Se establecieron cinco transectos en Barra Salada, departamento de Sonsonate y uno en la zona de la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután (Cuadro 1 y 2).

Los muestreos en los transectos se realizaron semanales y ambas épocas del año (seca y lluviosa) a cada lugar de estudio, iniciándose los muestreos en la primera semana de agosto 2012 y finalizando en la última semana de enero 2014. Los transectos constaban de 20 secciones (micrositios) enumeradas secuencialmente y se dispusieron de manera longitudinal en dirección a los árboles

Cuadro 1. Sitios de muestreo en Barra Salada, Los Cóbanos, departamento de Sonsonate, El Salvador.

Número de transecto	Nombre del transecto	Fecha	Época
1	El Basurero 1	09/08/2012	Lluviosa
2	El Colegio	16/08/2012	Lluviosa
3	El Basurero 2	16/08/2012	Lluviosa
4	Apuyeca	23/08/2012	Lluviosa
5	El Jiote	14/09/2012	Lluviosa
1	El Basurero 1	01/12/2012	Seca
2	El Colegio	19/01/2013	Seca
3	El Basurero 2	15/12/2012	Seca
4	Apuyeca	12/01/2013	Seca
5	El Jiote	05/01/2013	Seca

Cuadro 2. Sitios de muestreo realizados en Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután.

Número de transecto	Nombre del transecto	Fecha	Época
1	Manglarón	10/11/2012	Lluviosa
1	Manglarón	26/01/2013	Seca

aparentemente sanos y muertos. De manera complementaria, al muestreo de recolecta directa, se dispusieron trampas multidireccionales cada 25 metros a una altura de 1.20 metros, utilizando como atrayente etanol al 70% (Fig. 1) (Kovach and Gorsuch, 1985). Para la recolecta de especímenes en los transectos se utilizó el método de captura directa, para ello se utilizaron corvos, bandejas plásticas, pita nylon, pinzas entomológicas, botas de hule, viales, hieleras, frascos plásticos, bolsas plásticas

de 25 lb, tirro y pilots. El material recolectado por cada sección del transecto, se colocó en frascos con etanol al 70% para su conservación y se etiquetaron con la información respectiva a la muestra recolectada (fecha, número de transecto, número de micrositio, lado del transecto y nombre del recolector).



Figura 1. Materiales de construcción para trampas multidireccionales.

Toma de variable ambiental

Como complemento de los muestreos, se tomaron datos de diámetro a la altura del pecho (DAP), número de árboles vivos con diámetros mayores de 10 centímetros, número de troncos largos de árboles muertos con un diámetro mayor de 10 centímetros y número de troncos pequeños entre 5 y 10 centímetros de diámetro. Esta práctica se realizó, debido a que estudios demuestran que el número y diversidad de insectos está influenciado por la cantidad de árboles, así tenemos que, en los bosques primarios, la diversidad de insectos consumidores de madera es mayor que en un terreno dedicado a la agricultura (Jones *et al.*, 2002).

Metodología de laboratorio

La identificación de los xilófagos asociados al bosque de mangle, se realizó utilizando un microscopio estereoscópico y claves taxonómicas para la identificación de insectos xilófagos (Fontes 1992, Nickle y Collins 1992, Constantino 2001, Sermeño *et al.* 2003, Triplehorn y Johnson 2004, Nunes Zuffo y Dávila Arce, 2004 y White, 1983). El material biológico identificado se depositó en frascos debidamente rotulados con datos como: Orden, Familia, género y/o especie, nombre del sitio de recolecta y fecha. Los especímenes recolectados en estadios larvales y púpales, se criaron en frascos plásticos con dieta artificial a base de afrecho de trigo (Fig. 2).



Figura 2. Cría y alimentación de xilófagos inmaduros (larvas) con dieta para *Diatraea sp.*

Para el caso en particular de larvas del orden Lepidoptera, fueron criadas en bolsas plásticas de 25 libras, alimentándolas con follaje de manglar para su desarrollo y posterior identificación y preservación.

Además, se seleccionaron los insectos en mejor estado, se montaron y dispusieron en estufa para su secado. Se elaboraron duplicados de la colección entomológica de los especímenes recolectados en el bosque de mangle.

Elaboración del documento de insectos xilófagos asociados al mangle

Posterior al montaje de los insectos, cada uno de ellos fue fotografiado con la ayuda de un microscopio-estereoscopio, con el objetivo de elaborar un documento ilustrativo sobre los insectos xilófagos asociados al manglar de Barra Salada Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután El Salvador, con su respectiva descripción y bioecología. Esto es un aporte para las Asociaciones de Desarrollo Comunal de los lugares en estudio, que será utilizada como herramienta didáctica.

Toma de muestras de agua tipo intersticial

Se tomaron muestras de agua de tipo intersticial, específicamente en Barra Salada debido al grave deterioro del bosque de mangle, con el propósito de determinar variaciones en los niveles de pH y salinidad, para identificar posibles efectos en la zona. Para ello se extrajo sedimentos a una profundidad de 40cm y se colocó sobre un trozo de tela y se generó presión con el puño para que se filtre el agua contenida en los sedimentos; se recolectó en frascos y se transportó en un recipiente hermético para ser llevado al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Metodología estadística

El análisis de la diversidad de las comunidades de artrópodos en las etapas fenológicas se realizó con el software SPADE (Chao 2005); (Chao *et al.* 2005) utilizándose índices especialmente diseñados para el estudio de comunidades biológicas, entre los cuales se utilizaron:

Índice de Shannon - Weaver: Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Smith y Smith, 2001).

Índice de Kendall: Este valor es utilizado en las investigaciones para determinar el grado de asociación, congruencia entre dos grupos, en otras palabras, para medir la relación entre ellos (Rojas Soriano, 2005).

Resultados y discusión

Caracterización Biofísica del Área natural protegida Los Cóbanos, Barra Salada, Sonsonate, El Salvador

La investigación se realizó en diferentes sitios, de acuerdo a la manifestación de daño en el bosque de mangle y observaciones hechas por parte de los habitantes de la playa de Barra Salada. Es importante destacar que no todos los sitios pudieron ser muestreados en ambas épocas del año (seca y lluviosa), razón por la cual, en el análisis estadístico, el material recolectado (Insectos asociados al bosque de mangle) considerado fue únicamente de

aquellos sitios donde se tenía consistencia en los datos (Tabla 1).

A continuación, se presenta los resultados más importantes de la caracterización biofísica general de los ocho sitios muestreados de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

Características del Sustrato

Existen diferentes condiciones topográficas, entre los sitios muestreados en Barra Salada del Complejo de Área Natural Protegida Los Cóbano. Razón por la cual en algunos casos hay un flujo o movimiento ininterrumpido del agua. El sustrato en algunos sitios de muestreo, es muy inestable e incluso la situación se agrava cuando estos entran en contacto con el agua (momentos de marea alta). Respecto al uso del suelo en la periferia del bosque halófito, según el levantamiento topográfico generado, se tiene que existe un área considerablemente grande en conflicto (1,220.706 mz contemplando grado “alto” y “medio”), se está sobreexplotando con caña de azúcar e identificaron pequeñas parcelas con cultivos de maíz, empleándose en su manejo agroquímicos que pueden bioacumularse en plantas acuáticas, categorizados como parte de la “Docena Sucia”, debido a que se desconocen sus efectos en el medio ambiente ó sobre cualquier otra implicación que estos puedan generar al utilizarse.

Hidroperíodo y afluentes de agua del manglar

La profundidad del agua es variable, puede oscilar entre los 0.05 a 0.60 m. Es importante destacar que el afluente que suministra el recurso hídrico al ecosistema (manglar) específicamente en la época seca, disminuye significativamente su caudal. Dicha

circunstancia, provoca que la bocana se obstruya desde hace cinco años aproximadamente, debido a una serie de cambios en la trayectoria del afluente.

Análisis de Agua Intersticial

Los valores resultantes varían, obteniéndose rangos de 32.5 ppm hasta 49.8 ppm (partes por millón de salinidad en el agua) en época seca y 10.1 a 27.7 ppm en época lluviosa. En ambas condiciones teóricamente según Barrence *et al.*, 2003, estas características químicas, no son las adecuadas para el desarrollo y crecimiento de la especie de mangle Sincahuite (*Laguncularia racemosa*).

La zona más afectada fue Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. Sin embargo, resulta imposible el determinar que las condiciones se mantuvieron durante todo el período de desarrollo de la investigación.

Vegetación del área de estudio

En todas las áreas muestreadas dentro del complejo Los Cóbano, se pudo observar mangle Sincahuite, botoncillo y mangle rojo. La especie arbórea más afectada, de acuerdo a los habitantes de Barra Salada, es Sincahuite (*Laguncularia racemosa*). El área dañada fue georeferenciada con GPS y uso del programa de ArcGis, determinándose 18.18 mz de bosque muerto de mangle. Es importante recalcar que los árboles encontrados, en algunos casos no pudieron ser identificados, debido a las circunstancias de severidad de daño en las que fueron encontrados. Sin embargo,

el Ing. Nicolás Atilio Méndez Hernández⁷, representante del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para el mismo sitio en particular (Barra Salada) reportó 40 ha de bosque de mangle muerto, equivalente a 57.23 mz en el año 2011, esta diferencia probablemente se deba a que el estudio de la institución gubernamental, abarcó otras áreas de bosque para el muestreo, pero tal argumento no pudo constatarse.

Caracterización Biofísica de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador

La investigación se realizó en diferentes sitios de acuerdo a la manifestación de daño en el bosque de mangle y observaciones por parte de los habitantes de Isla de Méndez de Bahía de Jiquilisco, entre los cuales se pueden mencionar: El Manglarón, El Arenal, Puerto Maravilla e Isla de Los Pájaros, pero es importante destacar que no todos los sitios pudieron ser muestreados en ambas épocas (Seca y lluviosa), razón por la cual, el análisis estadístico y el material recolectado (Insectos asociados al bosque de mangle) considerado fue de aquellos transectos donde hubo consistencia en los muestreos.

A continuación, se presenta los resultados más importantes de la caracterización biofísica general de los cuatro sitios muestreados en Bahía de Jiquilisco.

⁷ Méndez Hernández, N.A. 2012. Estado actual del ecosistema de mangle de Barra Salada, Los Cóbanos, Sonsonate. (Comunicación personal). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Características del Sustrato

La mayoría de los lugares, presentaron sustratos muy estables, a excepción de la Isla de Los Pájaros. Respecto al sitio de muestreo El Manglarón perteneciente al cantón de San Juan del Gozo, muestra dos sustratos diferentes, el primero es arena y sin cobertura vegetal; mientras el segundo tiene materia orgánica y cobertura arbórea. Según, CESTA - Amigos de la Tierra, 2011, menciona que el cambio en sustrato del manglar se debe al cambio climático, mediante las olas del mar y su acción erosiva.

Hidroperíodo y afluentes del manglar

La dinámica de la marea cambia constantemente, adelantándose 45 minutos cada 12 horas, razón por la cual, las actividades de muestreo se realizaron según esta variante.

Un aspecto a destacar en el sitio llamado El Manglarón de la Bahía de Jiquilisco, es que, en la época seca, la vertiente secundaria del río La Tirana que alimenta al ecosistema se ve reducido y afectado negativamente, debido a la construcción de una borda por el dueño del terreno para beneficio propio, según lo manifestado por residentes del lugar.

Vegetación del área de estudio

Las especies de mangle identificadas en Bahía de Jiquilisco son: Sincahuite, Mangle rojo y Botoncillo. En el año 2010 la Isla de Los Pájaros en Bahía de Jiquilisco, perdió casi por completo las especies vegetativas nativas. Posteriormente, se reforestó con apoyo de la Asociación Mangle.

Se georeferenció el sitio llamado “El Arenal”, obteniéndose un área de bosque perdido de 19.90 mz (13.91 Ha), que según el Sr. David Paz⁸ (Presidente de la ADESCO de San Juan del Gozo), se debe a la quema del bosque, sin embargo, no existe otro antecedente o registro que lo fundamente. Es importante destacar que, no se observó daño aparente por insectos de la Familia Scolytidae u otros. Mientras que en El Manglarón de Bahía de Jiquilisco, según, CESTA – Amigos de la Tierra, 2011, reporta una pérdida entre los 10 a 50 m de ancho de bosque de manglar a lo largo de la costa de El Salvador. Sin embargo, de acuerdo, a los datos tomados por esta investigación, el área dañada es de 13.85 mz (9.68 Ha) de mangle muerto.

Se determinó el área de terreno en conflicto, siendo un total de 1,378.40 mz, considerando grado “alto e intermedio” en conflicto. Es importante destacar que la mayor presión la ejercen los cultivos de granos básicos y pastos.

Insectos xilófagos asociados al bosque de manglar

Se identificó un total de 37 familias de insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Obteniéndose, 13 xilófagos independientemente del estado del espécimen recolectado (Larva o adulto); los restantes (24), tienen diferentes hábitos alimenticios y roles ecológicos (Depredadores, omnívoros, descomponedores) (Cuadro 3).

⁸ Paz, D. Muerte de mangle en Bahía de Jiquilisco (entrevista). SV, Usulután. Asociación de Desarrollo Comunal de San Juan del Gozo.

Cuadro 3. Familias y hábitos alimenticios de los insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Orden	Xilófago	No xilófago
Coleoptera	Cerambycidae, Scolytidae, Rhyzophagidae, Platypodidae, Buprestidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Alleculidae y Anthribiidae.	Chrysomelidae, Bostrichidae, Trogositidae, Cucujidae, Staphylinidae, Oedemeridae, Anthicidae, Ciidae, Scirtidae, Elateridae, Tenebrionidae, Colydiidae, Silvanidae, Carabidae, Bruchidae, Cleridae, Ptilodactylidae, Cantharidae y Derodontidae.
Lepidoptera	Crambidae	Megalopygidae y Psychidae.
Isoptera	Termitidae, Kalotermitidae y Rhinotermitidae.	
Hemiptera		Membracidae y Cicadellidae.
Homoptera		Coccidae
TOTAL	13 Familias	24 familias

Los insectos inmaduros, se alimentaron con dieta artificial, compuesta a base de afrecho de arroz, para su posterior identificación. Los insectos de los muestreos, fueron agrupados de acuerdo a la época del año en la que fueron recolectados (Lluviosa

y Seca) para realizar un mejor análisis, obteniéndose 273 insectos equivalente a 19 familias para Barra Salada con el método directo; mientras que en Bahía de Jiquilisco, considerando las mismas épocas, se recolectaron 171 especímenes, correspondiendo a 21 Familias, con el mismo método de captura (Directo = Manual) (Fig. 3).

Sin embargo, al comparar la fluctuación poblacional insectil, se encontró que en la época lluviosa la familia Scolytidae y Ciidae son dominantes, mientras que en la época seca se registró una baja población de especímenes recolectados respectivamente con las mismas Familias (Fig. 3) y se reportan valores de abundancia relativamente altos, de las familias Oedemeridae y Kalotermitidae.

EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA	
Familias	N° especímenes	Familias	N° especímenes
Oedemeridae	0	Oedemeridae	26
Trogossitidae	6	Trogossitidae	5
Cucujidae	4	Cucujidae	3
Chrysomelidae	8	Chrysomelidae	1
Anthicidae	9	Anthicidae	0
Scolytidae	76	Scolytidae	3
Cerambycidae	0	Cerambycidae	3
Scarabaeidae	5	Scarabaeidae	0
Platypodidae	1	Platypodidae	0
Elateridae	1	Elateridae	0
Crambidae	21	Crambidae	0
Buprestidae	1	Buprestidae	0
Tenebrionidae	1	Tenebrionidae	0
Ciidae	30	Ciidae	0
Alleculidae	1	Alleculidae	0
Anthribidae	1	Anthribidae	0
Kalotermitidae	9	Kalotermitidae	53
Termitidae	3	Termitidae	1
Rhizophagidae	1	Rhizophagidae	0
TOTAL	178	TOTAL	95

Figura 3. Familias de insectos asociadas al bosque de mangle de Barra Salada por época en Sonsonate, El Salvador (Método Directo).

Los especímenes recolectados en Bahía de Jiquilisco, presentan una mayor diversidad de familiares, pero una menor abundancia en población, en comparación de Barra Salada, Sonsonate. Las familias dominantes en este sitio son cinco (Chrysomelidae, Termitidae, Cucujidae, Kalotermitidae, Megalopygidae) en período lluvioso (Fig.4). Pero, el panorama cambia al establecerse la época seca, siendo la única familia dominante Termitidae.

Es importante destacar que los datos anteriores y sus contrastes, están hechos con base a toda aquella muestra insectil recolectada durante toda la investigación, sin importar, si hubo constancia de muestreo en todos los sitios en las diferentes épocas. La gradiente insectil, en cuanto a las familias de hábitos xilófagas según las épocas del año, podría deberse a la coincidencia y manifestación

EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA	
Familias	N° especímenes	Familias	N° especímenes
Oedemeridae	0	Oedemeridae	4
Membracidae	1	Membracidae	0
Trogossitidae	1	Trogossitidae	0
Coccidae	4	Coccidae	0
Cucujidae	13	Cucujidae	5
Chrysomelidae	33	Chrysomelidae	0
Anthicidae	4	Anthicidae	0
Megalopygidae	6	Megalopygidae	0
Lampyridae	0	Lampyridae	5
Saturniidae	3	Saturniidae	0
Cerambycidae	1	Cerambycidae	2
Rhizophagidae	0	Rhizophagidae	1
Cicadellidae	3	Cicadellidae	0
Curculionidae	1	Curculionidae	0
Psychidae	6	Psychidae	0
Scirtidae	2	Scirtidae	0
Scarabaeidae	5	Scarabaeidae	0
Colydiidae	6	Colydiidae	0
Kalotermitidae	12	Kalotermitidae	8
Termitidae	22	Termitidae	22
Rhinotermitidae	1	Rhinotermitidae	0
TOTAL	124	TOTAL	47

Figura 4. Diversidad de Familias asociadas al bosque de mangle de Bahía de Jiquilisco por época (Método Directo).

de alguna situación de estrés al manglar, provocado en gran parte por desequilibrio en las concentraciones de salinidad en el agua. Según las muestras de agua en Barra Salada (Reporte de Scolytidae) y los resultados obtenidos en rangos, fueron de 32.5 ppm hasta 49.8 ppm de salinidad en época seca y de 27.7 a 10.1 ppm de salinidad en época lluviosa, factores abióticos que no son adecuados para el desarrollo del mangle (*Laguncularia racemosa*), condiciones que, según Oviedo Machuca (2012), inciden en el deterioro gradual del bosque halófito y además de ello, lo predisponen a este tipo de condiciones de ataque por insectos. Así dicha abundancia insectil podría estar siendo influida por las condiciones climáticas establecidas en ese momento (Época lluviosa), que involucraba la permanencia del insecto en el bosque en un determinado sitio, concentrándose poblaciones altas de determinadas Familias de insectos, además referente a ello, el análisis de correlación entre la abundancia de insectos xilófagos versus los no xilófagos, el coeficiente de Kendall calculado, no resultó significativamente diferente de 0 (Kendall's tau = -0.04926168; P = 0.8028), es decir, no existe asociación entre ambos grupos de insectos a lo largo de los diferentes sitios en El Salvador.

Aritméricamente, existe una marcada diferencia entre la abundancia y diversidad recolectada en comparación con ambos sitios de muestreo, pero al analizar esta variable, según el índice de Shanon-Weaver, ambos sitios de muestreo, presentaron un valor bajo, indicando poca diversidad y equitatividad.

Es importante recalcar que en términos de rangos calculados del índice de Shanon-Weaver, la época seca alcanza valores de 1.1 aproximadamente hasta "0"; mientras que la época lluviosa

va de 1.0 aproximadamente a 1.8, indicando que la desigualdad en diversidad es mayor y que la equitatividad entre sí es menor (Fig. 5), por lo que se considera que esta se asemeja a la de un área desértica.

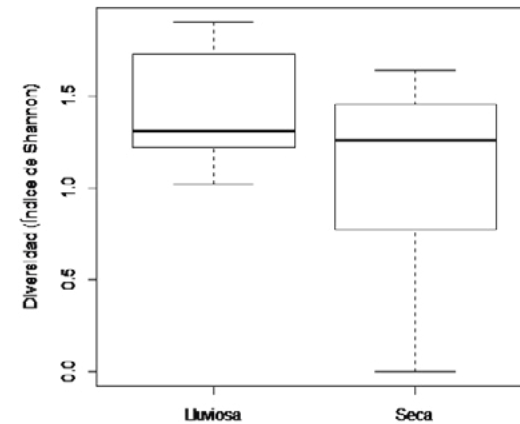


Figura 5. Diversidad de entomofauna según índice de Shanon-Weaver en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador (Método de captura directo).

Uso de trampas multidireccionales

Para la elaboración de las trampas se tomó como modelo la utilizada por Kovach and Gorsuch 1985, la cual es empleada para la recolecta de insectos de la familia Scolytidae en árboles de melocotón con una solución atrayente de etanol al 70%. La trampa se elaboró de acuerdo a la disponibilidad de recursos con las que contaban los investigadores, empleándose embudos plásticos transparentes, plástico UV transparente, frascos plásticos con capacidad de 500 ml y alambre galvanizado para armar toda la

estructura. Esto no pretende un estricto uso de dichos insumos (Fig. 6). Como resultado se recolectaron 292 especímenes, comprendidas en 21 familias.



Figura 6. Trampa multidireccional artesanal.

Al comparar, los resultados obtenidos de recolecta, se tienen 444 insectos capturados de forma manual en la época Lluviosa y Seca, representados en 30 familias y para ambos sitios de estudio (Barra Salada y Bahía de Jiquilisco); mientras que, con el empleo de trampas multidireccionales, fueron capturados 292 especímenes, equivalente 21 familias, específicamente para Barra

Salada. Se delimito en esa zona de intervención por la facilidad de transitar y este último método, se recolecto ocho nuevas familias (Staphylinidae, Bruchidae, Bostrichidae, Cantharidae, Silvanidae, Ptylodactilidae, Noteridae y Cleridae), lo cual, podría implicar que existe cierta atracción de estos grupos insectiles hacia la solución atrayente (Etanol al 70%).

Además, se encontró cierta frecuencia entre lo capturado con los métodos empleados, obteniéndose 13 familias en común (Alleculidae, Anthicidae, Anthribidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Colydiidae, Cucujidae, Curculionidae, Oedemeridae, Platypodidae, Rhizophagidae, Scolytidae y Trogositidae), es decir un 43% de las 30 grupos familiares (100%) capturados manualmente, sin considerar los taxa nuevos, inclusive al comparar los resultados de ambos métodos de recolecta, se encuentra un total de 5 familias de xilófagos comunes. Los mejores resultados del uso de trampas se obtuvieron en época seca ya que en la época de lluviosa las condiciones climáticas interfería con la captura.

Principales xilófagos asociados al mangle

De las familias denominadas xilófagas, las que presentaron el mayor número de individuos fueron: Scolytidae, Kalotermitidae y Termitidae.

Respecto al Orden Isóptera, se encontraron los géneros siguientes: Nasutitermes (Familia Termitidae) e Incisitermes (Familia Kalotermitidae), específicamente en Puerto Maravilla perteneciente a la Bahía de Jiquilisco, de los cuales según Sermeño *et al.*, 2003 algunos géneros como *Neotermes* sp. (Kalotermitidae)

atacan árboles vivos y aparentemente sanos. De la familia Scolytidae se reportan ocho géneros diferentes *Coptoborus pseudotenius*, *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus like-bispinatus*, *Xyleborus volvulus*, *Premnobius cravipennis*, *Cryptocarenus sp.*, *Coccotrypes sp.* e *Hypothenemus sp.*

Las variaciones de abundancia en el número de individuos xilófagos (Época lluviosa y Seca); puede deberse a la influencia de las condiciones climáticas en ese momento en específico, estrés abiótico que vuelve susceptible al árbol de mangle, entre otros, como se mencionó anteriormente e inclusive la pérdida del bosque natural de la zona, como en el sitio de Bahía de Jiquilisco, específicamente Puerto Maravilla, donde se registró una recolecta en abundancia y diversidad de insectos del orden Isoptera, concordando con lo reportado por Jones and Eggleton,

2000 al manifestar que existe una mayor diversidad de insectos en un bosque primario en comparación a otro alterado.

De acuerdo a los resultados obtenidos a través del índice calculado de Shanon-Weaver, la diversidad entre familias para ambos sitios de muestreo (Barra Salada y Bahía de Jiquilisco) presento de valores de 0 aproximadamente a 1.7, indicando una clara desigualdad, determinándose dominancia de algunas familias, dependiendo del lugar analizado (Kalotermitidae, Termitidae y Scolytidae en Barra Salada y Termitidae, exclusivamente en Bahía de Jiquilisco). Estos insectos representan un poco más del 50% de todos los insectos recolectados en el área de estudio (Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador) y en la figura 7 se puede observar la dispersión de acuerdo a transectos, épocas y su dominancia.

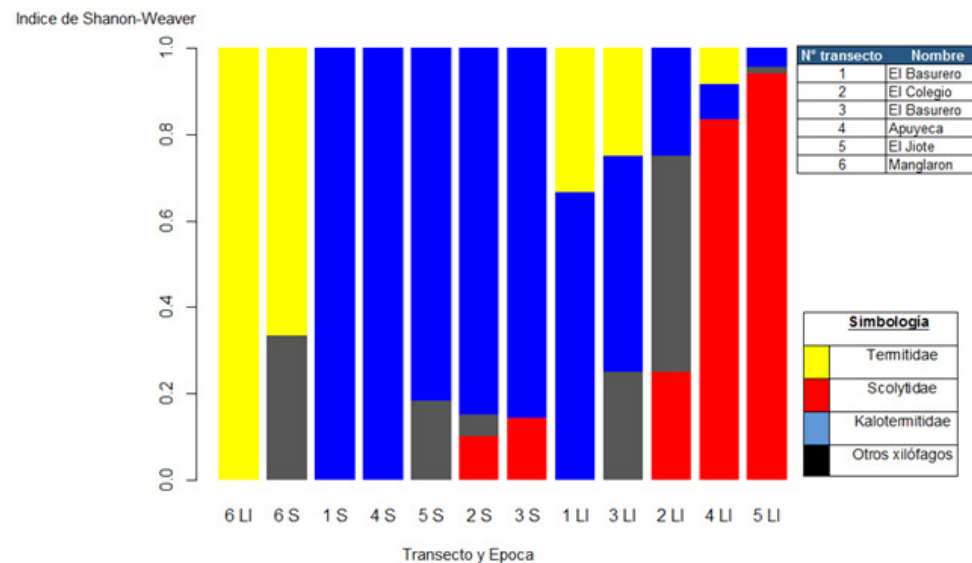


Figura 7. Patrones de agrupamiento de la entomofauna xilófaga y dominancia en mangle.

Xilófagos asociados al mangle de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador

Familia: Scolytidae

Es una de las familias de mayor interés en el estudio, puesto que se contaba con un antecedente en el que se relacionaba su presencia con la muerte del mangle Sincahuite (*Laguncularia racemosa*) el cual, se encontró en sitios específicos. En los árboles donde se identificó, presento una densidad insectil de 1.98 a 2.29 de agujeros e insectos adultos de Scolytidae por centímetro cuadrado (Fig. 8).

Es importante destacar que este es el ataque de xilófagos más importante registrado durante el desarrollo del estudio, debido a la densidad de ataque por área determinada y habito alimenticio, reportado en Barra Salada, Los Cóbanos, específicamente en “El Colegio”, y “Apuyeca”.

Estos insectos se consideran secundarios y su incidencia en el ecosistema no es determinante como para causar la muerte del mangle en Barra Salada. Situación que se afirma con lo expresado por Jiri Hulcr PhD. (Universidad de Florida, USA) en comunicación personal, al señalar que las muestras de insectos recolectados y enviadas a su persona, son xilófagos secundarios, “la mayoría de estas especies son escarabajos de corteza y ninguno de ellos causaría un daño primario a los mangles sanos. Muchos de ellos barrenan árboles de mangle dañados o estresados”, a pesar de la densidad con la que se encontraron colonizando a un árbol.

Insectos recolectados en mangle fueron enviados al extranjero a Jiri Hulcr PhD (Universidad de Florida, US), determinándose



Figura 8. A) Evidencia de barrenado de la corteza de mangle; B) Tronco con ataque de Scolytidae; C) Densidad de perforaciones por área de 25 cm². Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

ocho géneros de la familia Scolytidae *Coptoborus pseudotenius*, *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus like-bispinatus*, *Xyleborus volvulus*, *Premnobius cravipennis*, *Cryptocarenus sp.*, *Coccotrypes sp.* e *Hypothenemus sp.* Así como también a Alma Solís PhD (USDA, US) identificándose a *Lygropia cosmia* Dyar de la familia Crambidae, Orden Lepidoptera. Respecto a las termitas se identificaron las familias siguientes con el apoyo del Ing. Miguel Sermeño, las cuales son: *Nasutitermes spp* de la familia Termitidae; *Microcerotermes sp* de la subfamilia Termitinae; *Calcaritermes sp.*, *Criptotermes sp*, *Incisitermes sp.* de la familia Kalotermitidae y *Coptotermes sp.* de la familia Rhinotermitidae del orden Isoptera. En el caso de los especímenes encontrados de la familia Cerambycidae se identificaron los géneros: *Eliphidion*, *Heterachtes sablensis* y *Callipogon barbatum*, con el uso del catálogo ilustrado de Cerambycidae de Nicaragua (Maes et al., s.f.).

Documento de guía ilustrada “Insectos xilófagos asociados al bosque de mangle”

El documento contiene información 37 Familias de insectos asociados al manglar y para cada una se menciona sus

características morfológicas el nombre común del espécimen encontrado, nombre científico y la bioecología. Con ello, se elaboró el documento denominado "Insectos asociados al bosque de manglar de Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Conclusiones

Se identificaron 37 familias asociadas al bosque de mangle, de ellas 13 poseen hábitos xilófagos.

Se identificaron insectos de la familia Scolytidae únicamente en el Manglar de Barra Salada en los sitios de muestreo Apuyeca, El Colegio y El Basurero.

Se identificaron nueve géneros de insectos xilófagos de la familia Scolytidae no reportados previamente en mangle para El Salvador, recolectados en Barra Salada, Sonsonate.

Los géneros de Scolitidos reportados son de hábitos xilófagos secundarios, barrenando árboles de mangle en condiciones de estrés, por lo que no causan daño a mangles sanos.

Las familias Scolytidae y Ciidae son las que presentaron mayor abundancia en época lluviosa; mientras que en época seca Oedemeridae y Kalotermitidae, ambos en Barra Salada.

Las familias que presentaron mayor abundancia en época lluviosa fueron Cucujidae, Chrysomelidae, Crambidae, Kalotermitidae y Termitidae; mientras que, en época seca Termitidae en Bahía de Jiquilisco.

Se identificaron tres géneros de insectos xilófagos de la familia Cerambycidae recolectadas en mangle (El Manglaron de la Bahía

de Jiquilisco).

Se identificó el mangle como posible hospedero del espécimen *Lygropia cosmia* Dyar de la familia Crambidae, dicha especie esta reportada en Centro América, pero se desconocía su hospedero.

Se determinaron seis géneros de termitas no reportados previamente en árboles de mangle, específicamente en Puerto Maravilla, Bahía de Jiquilisco.

Según el índice calculado de Kendall, no existe asociación o relación entre los hábitos de los insectos y su presencia en un determinado sitio.

La muerte del mangle de Barra Salada en Sonsonate y de Bahía de Jiquilisco, se debe a la influencia multifactorial de variables ambientales.

La muerte del mangle en Bahía de Jiquilisco, en el sitio el Arenal se debe al bloque en el drenaje, por la construcción de bordas para uso de vía de acceso de las personas de las comunidades.

El método de captura de trampeo es efectivo y eficaz en el estudio de ecosistemas con especies claves y su efectividad se potencia durante la época de verano.

Recomendaciones

Debido a la falta de información sobre los especímenes encontrados de la familia Scolytidae en El Salvador, se sugieren posteriores investigaciones basadas en el estudio del comportamiento poblacional y ecológico de estos insectos en el bosque de mangle.

Realizar un monitoreo completo de las características físico-químicas del flujo de agua y su dinámica dentro del ecosistema

de manglar.

Implementar un plan de monitoreo para la determinación de acciones preventivas o de control sobre las perturbaciones bióticas y abióticas en el bosque de mangle.

Generar un programa de capacitación para los centros escolares y asociaciones comunitarias, encaminadas a la conservación, uso y explotación sostenible de los manglares como recursos naturales.

Incentivar la producción de investigaciones futuras implementadas en las zonas de manglar del país, tomando como base la presente investigación con el propósito de obtener mayor información sobre la dinámica de este ecosistema y con esto determinar acciones enfocadas a la protección de los bosques salados.

Realizar acciones de renovación de plántulas de mangle en zonas de daño utilizando la técnica (REM).

Evaluar diferentes concentraciones de Etanol como atrayente para trampas.

Considerar realizar ajustes o modificaciones a la estructura de trampa multidireccional para emplearla en época lluviosa.

Bibliografía

Barrence, A; Beer, J; Boshier, DH; Chamberlain, J. 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. CR. OFI. p. 379-384, 471-472, 633 - 636.

CESTA Amigos de la Tierra. 2011. EL Cambio Climático Amenaza los Bosques de Manglares de El Salvador (en línea). SV, San Salvador. Consultado en 29 set. 2012. Disponible en: [http://](http://www.comuntyerra.org/site/blog_post.php?idPost=145&id_idioma=3)

www.comuntyerra.org/site/blog_post.php?idPost=145&id_idioma=3

Chao, A; Chazdon, RL; Colwell, RK; Shen, TJ. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*. 150 p.

Chao, A. 2005. Programa SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). <http://chao.stat.nthu.edu.tw>

Fontes, LR. 1992. Key to the genera of New World Apicotermittinae (Isoptera: Termitidae). In: *Insects of Panama and Mesoamerica*. Ed. DA, Quintero & A, Aiello. New York: Oxford University Press. p. 242-248.

González Toro, C. 2010. Manglares (en línea) Puerto Rico. Sea Grant. Consultado en: 12 nov. 2012. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-767/encumarmanglar.pdf>

INDESOL (Instituto Nacional de Desarrollo Social). s.f. Desarrollo sustentable: Guía de conservación ambiental (en línea) Tecolutla, MX. ZICARO. Consultado 28 ago. 2011. Disponible en: http://zicaro.org/Documents/gu%C3%83%C2%ADa_ambiental_manglares_tecolutla_fundaci%C3%83%C2%B3n_z%C3%83%C2%ADcaro.pdf

Jones, DT; Eggleton, P. 2000. Sampling termite assemblage in tropical forest: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*. p. 119-203.

Jones, DT; Susilo, FX; Bignell, DE; Suryo, H; Gillison, AN; Eggleton, P. 2002. Termite assemblage collapse along a land use intensification gradient in lowland central Sumatra,

- Indonesia. *Journal of Applied Ecology*. p. 1-37.
- Kovach, J; Gorsuch, CS. 1985. Survey of ambrosia beetle species infesting South Carolina peach orchards and a taxonomic key for the most common species. *J. Agric. Entomol.* 2(3): 238-247.
- Maes, JM; Berghe, E; Dauber, D; Audureau, A; Nearn, E; Skilman, F; Heffern, D; Monne, M. s.f. *Catálogo ilustrado de los Cerambycidae (Coleoptera) de Nicaragua*. Nicaragua. s.e. pt. I, II, III, IV, V.
- Nickle, DA; Collins, MS. 1992. The Termites of Panama. In: *Insects of Panama and Mesoamerica*. Ed. DA, Quintero & A, Aiello. New York: Oxford University Press. p. 208-241.
- Nunes Zuffo, C; Dávila Arce, ML. 2004. Guía para la identificación de gorgojos descortezadores del pino e insectos asociados. Nicaragua. FUNICA. 45 p.
- Oviedo Machuca, JA. 2012. Restauración Ecológica de Manglares en el cauce El Llorón de la Bahía de Jiquilisco: hacia un manejo comunitario de los bosques de manglar. s.l. FIAES. 42 p.
- Rico Gray, V; Palacios Ríos, M. 1996. Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la ciénaga del NW de Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana*. no. 34: 53-61.
- Rivera, CG. 2011. Estado del arte del conocimiento costero marino en El Salvador. Tesis Msc. San Salvador. Universidad de El Salvador. 72 p.
- Rojas Soriano, R. 2005. Guía para realizar investigaciones sociales. Ed. Plaza y Valdés. s.e. México, D.F. 417 p.
- Sermeño, JM.; Jones, D; Menjívar, MA; Paniagua, MR. y Monro,

- A. 2003. Guía e inventario preliminar de las termitas (Insecta: Isóptera) de los cafetales de El Salvador. Smith, RL; Smith, TM. 2001. *Ecología*. 4ª Ed. Pearson Educación, S. A. Madrid. 642 pp.

Agradecimientos

Alma Solís PhD. del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Daniel Dos Santos PhD. de la Universidad de Tucumán, Argentina, Jiri Hulcr PhD. de la Universidad de Florida de los Estados Unidos, por su apoyo en la identificación de insectos.

Normas de publicación en Revista Agrociencia

Estructura del Artículo Científico

Para la publicación de los resultados de investigación, es necesario tener una estructura eficaz y acorde con las necesidades concretas. Existen varios tipos de estructuras dependiendo de la revista científica y su especialización, aquí se tratará sobre el artículo original o artículo científico.

A pesar de que cada revista tiene sus propias normas de publicación, la estructura del artículo generalmente es común a todas ellas, variando únicamente la forma de presentación, extensión de las partes o algunas pequeñas características relacionadas con el formato. Las normas de publicación incluyen tipo de letra, interlineado, idiomas del título y del resumen, situación de las palabras clave, formato de las citas bibliográficas. En este sentido, los apartados fundamentales que debe presentar un artículo científico son los siguientes:

Nombre de la Investigación

Este es un componente muy importante del artículo, debido a que es probable que se publique como recurso bibliográfico, en bancos de datos, en la página de Internet y en la literatura citada de otros artículos. Quién encuentre el título por uno de estos medios decidirán, basándose exclusivamente en su contenido, si deben o no obtener una copia del artículo, debido que describe el contenido del artículo (naturaleza del estudio, sujeto u objeto

experimental y enfoque técnico) en forma específica, clara, exacta, breve, honesta y concisa, de tal forma que el lector identifique el tema fácilmente.

A pesar que no hay una regla única sobre la longitud mínima, máxima u óptima del título en cuanto al número de palabras, la longitud promedio varía en diferentes revistas examinadas recientemente, considerando como promedio 14 palabras (9 mínimo a 20 como máximo). El título no debe contener abreviaturas, fórmulas químicas o nombres comerciales. Usar letra mayúscula únicamente en la primera letra del título (a menos que se trate de nombres propios). Si se incluye un nombre científico, es imperativo que el lector sepa de qué tipo de organismo se trata.

Autores

Un aspecto muy importante es el nombre y apellidos de los investigadores, generalmente se tienen dos apellidos y nombres, por lo tanto deberán colocarse los dos apellidos unidos por un guión. Cuando hay más de un autor estos deben estar separados por comas y los nombres de los autores colocando únicamente las iniciales. El o los docente directores de tesis, deberá estar al final del total de autores del artículo científico. Después del nombre y apellido de cada autor hay que colocar un número arábigo como superíndice, para indicar la dirección de la institución y se indicará con el número uno (1), el autor al cual se le debe dirigir la correspondencia. A los docentes y otros profesionales directores de tesis deberá colocar el número dos (2), el cargo y la dirección de la Unidad académica o de trabajo a la cual pertenecen, la Universidad o Institución laboral y el país. Las direcciones

deberán ir en nota separada al pie de página.

Resumen y palabras claves

La mayoría de las revistas científicas, exigen un resumen en varios idiomas sobre el contenido del artículo. La importancia del “Resumen o Abstract” se refleja en la existencia de bases de datos en bibliotecas u otros Centros de Información, donde únicamente aparece el título y el resumen del artículo. Con la proliferación de bases de datos digitales, esta característica se ha convertido en universal.

El resumen, debe ser lo suficientemente sucinto e informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura. El resumen debe estar escrito en el pasado y hacer referencia al lugar y fecha de ejecución; además, debe contener el procedimiento metodológico del trabajo, sus principales resultados y conclusiones. Debe dejarse bien claro el hallazgo principal del trabajo y se deben presentar datos numéricos de los resultados sin incluir subtítulos, cuadros, figuras, abreviaciones, referencias bibliográficas y no deben separarse los párrafos. Además, indicar la probabilidad de la prueba estadística entre paréntesis por ejemplo ($p \leq 0.01$) y cuando sea pertinente también el valor calculado ($r = 0.9$; $X^2 = 2$). Evitar expresiones: “En este artículo se presentan o discuten...”

Generalmente los aspectos relacionados con el resumen suelen estar limitados por las normas editoriales. Normalmente no debe superar las 250 palabras y tampoco ser inferior a 150 e incluir una traducción al idioma inglés.

Al final del resumen deben incluirse una serie de términos denominados “Palabras clave” (Key words) por las que el artículo

será incluido en los Thesaurus y bases de datos. La búsqueda en los bancos de bibliografía suele realizarse precisamente por estas palabras clave, siendo importante elegir las adecuadamente. Habitualmente se incluyen los taxones estudiados (de mayor a menor rango), el campo de estudio y las regiones geográficas estudiadas (de menor a mayor rango). El número indicado es de 3 a 8 palabras clave o frases cortas (lexemas) y la primera letra de la primera palabra clave en mayúscula. Ordenarlas por orden de importancia.

1. Introducción

Describe el interés que tiene el tema en el contexto científico del momento, así como una breve reseña del estado actual de los conocimientos en este campo, incluyendo las referencias bibliográficas más importantes. Además, se refiere a los trabajos previos que se han hecho sobre el tema. No necesariamente debe ser muy extensa y debe responder a la pregunta de “porqué se ha hecho este trabajo”. La Introducción es una revisión bibliográfica previa, en la cual todas las afirmaciones van sustentadas por citas bibliográficas, pero no debe confundirse con la introducción de la tesis u otros documentos. Hay que tener presente que el último párrafo se resume el objetivo del estudio. La introducción hace las funciones de revisión de literatura, la cual debe incorporarse al texto según las normas técnicas vigentes del IICA.

2. Materiales y Métodos

En esta sección se responde a la pregunta de “cómo se ha hecho

el estudio” y es la escritura del diseño de la investigación la cual debe incluir la ubicación de la investigación en espacio y tiempo, condiciones climáticas y de suelo, las unidades en estudio, la toma de datos, estudios económicos, el análisis estadístico (variables en estudio, modelos y pruebas estadísticas). Los métodos establecidos y bien conocidos se indican mediante citas bibliográficas. Se detalla el uso de productos químicos (nombres genéricos) y datos de dosis. Para los equipos de presión, se debe señalar tipo, marca y modelo.

3. Resultados y Discusión

Es la presentación ordenada de los hallazgos que es la verdadera contribución de la investigación. Se pueden presentar en el textos, cuadros, figuras o ilustraciones, para ello hay que utilizar el medio más claro, adecuado y económico. Se debe tener el cuidado de citar dentro del texto las figuras, cuadros o ilustraciones. La secuencia de redacción no tiene por que ser necesariamente cronológica, sino la que permita una exposición más coherente y clara de los resultados obtenidos. Deben expresarse los resultados de los experimentos descritos en Materiales y Métodos sin repetir ambos elementos y ser vistos y entendidos de forma rápida y clara. El primer párrafo debe ser utilizado para resumir en una frase concisa, clara y directa, el hallazgo principal del estudio. Esta sección debe ser escrita utilizando los verbos en pasado. Evitar el uso de voz pasiva (“el ganado lechero se ha considerado...”), mejor usar: “el ganado lechero es considerado...”. No usar expresiones como: “se efectuó una fertilización nitrogenada...”; debemos ser específicos, cambiar el sustantivo y hacerlo verbo, así: “se fertilizo

con nitrógeno...”. Las unidades de medida deben estar claras según el Sistema Internacional de Unidades y las abreviaciones totalmente explicativas, según las normas vigentes del IICA. La discusión de los resultados es el examen de los resultados, su significado

y limitaciones, enfatiza los aspectos nuevos e importantes de la investigación. Determina la coherencia o contradicción de los datos encontrados. Esta sección es el corazón del artículo y la sección más compleja de elaborar y organizar. Algunas sugerencias que pueden ayudar son: comenzar la discusión con la respuesta a la pregunta de la Introducción, seguida inmediatamente con las pruebas expuestas

en los resultados que la corroboran. Comentar claramente, en lugar de ocultarlos, los resultados anómalos, dándoles una explicación lo más coherente posible. Se contrastarán con los resultados obtenidos en otras publicaciones sobre el tema.

4. Conclusiones

Las conclusiones deben recapitular en forma lógica los resultados obtenidos. Deben ser independientes, concretas y no redundantes. Deben estar basadas en los hallazgos del trabajo, no ser especulativas, ni provenir de la literatura. Deben de estar en concordancia con los objetivos que se plantearon en el proyecto de investigación. No deben mencionarse cuadros o figuras. No deben confundirse con recomendaciones. No usar números o viñetas.

5. Recomendación (opcional)

Indicar la aplicabilidad de sus resultados y lo que se debe modificar.
No usar números o viñetas.

6. Bibliografía

En el artículo científico únicamente se admite relacionar bajo este epígrafe, aquellas referencias bibliográficas que han sido directamente citadas en el texto. Las fuentes citadas deben hacerse de acuerdo a las normas vigentes del IICA. Si hay citas de internet, deberán ser de revistas o textos reconocidos por la comunidad científica internacional y escribirlas según normas técnicas vigentes del IICA. No usar números o viñetas en las bibliografías, únicamente usar letra negrita en autores y año.

7. Agradecimientos (opcional)

Es aplicable a instituciones que apoyaron la investigación.

8. Redacción de cuadros, figuras y texto

Cuadros:

Deben tener un título breve y claro de manera que indique sin dificultad que es lo que se informa en él, debe ser lo más corto y simple posible y deberá estar en la parte superior del cuadro. Para los cuadros que llevan notas al pie del cuadro se hacen con letras más pequeñas que las del texto.

Las siglas y abreviaturas deben escribirse según las normas

técnicas vigentes del IICA, de lo contrario deberán ser acompañadas de una nota explicativa al pie del mismo. Los cuadros no deben tener un tamaño mayor de tres cuartos de la página y demasiada información estadística que se tornan incomprensibles y confusos. Se sugiere usar dos números decimales.

Figuras:

Se denominan figuras a los gráficos, diagramas, mapas, fotografías, dibujos manuales e impresiones fotográficas. Los títulos deben de ser concisos y explicativos y se colocan debajo de la figura. Los mapas y dibujos deberán llevar una escala en el Sistema Internacional de Unidades. Las fotografías deben de ser de buena calidad, buena resolución y excelente contraste. La figura deberá ser de alta trascendencia para el artículo, y se identificará con números arábigos según el orden de aparición en el texto.

Texto:

El texto deberá escribirse en una columna, con letra arial normal número 11 a espacio sencillo. El margen izquierdo deberá ser de 3.0 cm. y el derecho, superior e inferior de 2.5 cm. Las páginas se numeran en el lado inferior en el extremo derecho. Se recomienda no unir el número con la abreviación, excepto cuando se trate de porcentajes o grados centígrados. Los números del cero al nueve se escriben con letras, excepto en unidades de medida.



Contacto: revista.agrociencia@ues.edu.sv
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador.



Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador
ISSN: 2522-6509