



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



Trabajo de Diploma

Utilización de alternativas para el control del salta hojas del maíz *Peregrinus maidis* (*Ashm*).



Autor: AlianHernández Vides.

Curso 2017-2018



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



Trabajo de Diploma

Utilización de alternativas para el control del salta hojas del maíz *Peregrinus maidis* (*Ashm*).

Autor: Alian Hernández Vides.

Tutores: MSc: Jorge Félix Meléndrez Rodríguez.
MSc: Adalys Díaz Caraballo.

Curso 2017-2018

Ayuda a la Naturaleza y con ella trabaja, y la Naturaleza te considerará como uno de sus creadores y te prestará obediencia.

Helena Blavatsky

DEDICATORIA

- ✓ A mi mamá Anisel y a mi papá Mardonio Omar, mis más preciados tesoros, por ser mi razón de ser.
- ✓ A mis hermanos Aliany y Alexánder, que los adoro y los quiero.
- ✓ A mi esposa Linett, por ayudarme a alcanzar mis sueños.
- ✓ A toda mi familia, que me ayudaron a realizar mis sueños.
- ✓ Para todos ellos, el resultado de mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

De todo corazón:

- ✓ A mis Tutores: Jorge Félix Meléndrez Rodríguez y Adalys Díaz Caraballo, por su colaboración y dedicación.
- ✓ A mis padres y hermanos, que dedicaron todo su esfuerzo por verme progresar.
- ✓ A toda mi familia, por creer en mí.
- ✓ A todas mis amistades y profesores, que colaboraron con la realización de este trabajo.

A todos, gracias.

Resumen

El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes bioplaguicidas para el control del salta hojas del Maíz (*Peregrinus maidis*) en un suelo pardo sialítico con carbonato en la finca el Potrón en el municipio Cabaiguán empleando el diseño experimental de bloques al azar con 5 tratamientos en parcelas de 10m² cada una: tratamiento (A)*Metarhizium*, (B) Cipermetrina, (C) *Beauveria bassiana*, (D) *Metarhizium* +*Beauveria bassiana*, (D) Testigo, los tratamientos A,C y D se evaluaron con una dosis de 0,5kg/ha y Cipermetrina a una dosis de 30g ia/ha. Se realizó el muestreo de 100 plantas por tratamiento por el método de bandera inglesa de manera visual, con frecuencia semanal a partir de los 10 días de germinado cada 7 días hasta los 60 días. Se evaluaron las variables adultos y ninfas de *P. maidis* y plantas afectadas, adultos macrópteros, braquípteros de *P. maidis*. Se obtuvo niveles bajo de infestación tanto en estado de ninfa como en adultos. La aplicación de bioproductos redujo la infestación y favoreció los rendimientos con un comportamiento por encima de la media nacional.

Theysummarize

The study was realized by the aim to evaluate the effect of different bioplaguicidas for the control of it jumps leaves of the Maize (*Peregrinus maidis*) in a dun soil sialítico with carbonate in the estate the Potrón in the municipality Cabaiguán using the experimental design of blocks at random with 5 treatments in plots of 10m² each one: treatment (A) *Metarhizium*, (B) Cipermetrina, (C) *Beauveria bassiana*, (D) *Metarhizium +Beauveria bassiana*, (E) Witness, the treatments To, C and D they were evaluated by a dose of 0,5kg/ha and Cipermetrina to a dose of 30g ia/ha. There was realized the sampling of 100 plants by treatment by the method of English flag of a visual way, often weekly from 10 days of germinated every 7 days up to 60 days. Variable adults were evaluated and nymphs of *P. maidis* and affected plants, adults macrópteros, braquípteros of *P.maidis*. Levels were obtained down infestation both in nymph's condition and in adults. bioproducto's application reduced the infestation and favored the performances with a behavior over the national average.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1.	Generalidades del cultivo del maíz.....	4
2.1.1.	<i>Origen</i>	4
2.2.	Características botánicas del cultivo	5
2.2.1.	<i>Taxonomía</i>	5
2.2.2.	<i>Morfología</i>	6
2.3.	Característica morfoagronómicas	6
2.3.1.	<i>Hábito de crecimiento</i>	6
2.3.2.	<i>Requerimientos ecológicos</i>	7
2.3.3.	<i>Necesidades edáficas</i>	7
2.3.4.	<i>Época de siembra</i>	8
2.3.5.	<i>Método de siembra</i>	9
2.4.	Distribución	9
2.4.1.	<i>Domesticación del maíz</i>	9
2.5.	Importancia del cultivo del maíz	10
2.6.	Propiedades nutritivas y usos del maíz	12
2.7.	Rendimientos en Cuba	13
2.8.	<i>Peregrinus maidis</i> en el cultivo del maíz.....	13
2.8.1.	<i>Distribución y biología de Peregrinus maidis</i>	14
2.9.	Bioplaguicidas para el control del <i>Peregrinus maidis</i>	16
2.9.1.	<i>Beauveria bassiana (Bals)</i>	16
2.9.1.1.	Clasificación taxonómica (Castillo, J, 2001).....	16
2.9.1.2.	Caracterización molecular de la <i>Beauveria bassiana (Bals)</i>	17
2.9.2.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	19
2.9.2.1.	Clasificación taxonómica (Castillo, J. 2001)	20
2.9.2.2.	Modo de acción.....	20
2.9.2.3.	Síntomas	22
2.10.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.11.	Ubicación del experimento.....	24

2.12. Labores realizadas	24
2.13. Diseño experimental	24
2.14. Tratamientos evaluados	25
2.15. Evaluaciones realizadas	26
2.15.1. <i>Dinámica poblacional</i>	26
2.15.2. <i>VARIABLES PRODUCTIVAS</i>	27
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
3.1. Porcentaje de distribución del salta hojas del maíz (<i>Peregrinus maidis</i> (Ashm) 29	
3.2. Intensidad de infestación de las poblaciones adultas del salta hojas del maíz (<i>Peregrinus maidis</i> (Ashm).....	32
3.2.1. <i>Intensidad de infestación de las poblaciones de ninfas del salta hojas del maíz (Peregrinus maidis (Ashm)</i>	35
3.3. Porcentaje de virosis	38
3.4. Rendimiento agrícola del cultivo	39
4. CONCLUSIONES.....	42
5. RECOMENDACIONES	43
6. BIBLIOGRAFÍA.....	44
7. ANEXOS	53

1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es la forma domesticada de la gramínea silvestre mexicana conocida como teocintle (*Zea mexicana L.*). México y los países centroamericanos son considerados como centro de la diversidad de maíz con 59 razas (Cortez, 2008).

Entre los cuatro cultivos principales en el mundo, el maíz es uno de los más importantes, con más de 900,00 millones de toneladas producidas anualmente. El mayor productor es Estados Unidos, con alrededor de 300,00 millones de toneladas anuales. Le siguen China, Brasil, México y Argentina (FAO, 2012).

Los aborígenes cubanos cultivaron el maíz y fue fundamental en la dieta de aquellas comunidades. En la actualidad se cultiva en todas las provincias, y se sitúa dentro de las prioridades de las políticas agrarias del estado; pero una de las limitantes de su producción radica en las incidencias de las plagas que con frecuencia merman los rendimientos (Méndez, 2002).

El delfácido *Peregrinus maidis (Ashm)* salta hojas del maíz, es considerado entre las especies más nocivas al cultivo del maíz en los trópicos, ya que, al alimentarse del floema, provoca daños directos e indirectos, transmitiendo enfermedades virales (Rioja *et al.*, 2003).

López y De Oliveira (2004), aseveran que *P. maidis* se encuentra distribuida en todas las regiones tropicales y subtropicales del planeta y que principalmente se encuentra en áreas bajas y húmedas, pero aún no ha sido registrada en Europa. Las plantas hospederas de *P. maidis* están restringidas a algunas poaceas como *Rottboelia exaltata L.* y algunas plantas del género *Sorghum* *Zea*; sin embargo, hay algunas otras especies donde pueden sobrevivir por periodos variables de tiempo.

Estos autores manifiestan que en el cultivo del maíz el ciclo de vida de un adulto de *P. maidis* es de 24 días aproximadamente a una temperatura de 25 a 27 °C. Las hembras pueden opositar de 100 a 600 huevos durante toda su vida, poseen un periodo embrionario de ocho días. La fase ninfal es completada en

aproximadamente 17 días y la longevidad de los adultos es variable y está dentro del rango de los 20 a 40 días.

En las últimas décadas, el uso excesivo de plaguicidas ha impactado de manera negativa al ambiente, contribuyendo de igual manera al desarrollo de resistencia de plagas y enfermedades, así como la eliminación de enemigos naturales. Actualmente en la agricultura se hace énfasis en el uso de productos más amigables con el ambiente y la salud humana. En ese sentido, los microorganismos constituyen una herramienta importante para el manejo integrado de plagas. Tal es el caso de los hongos entomopatógenos que poseen gran potencial como agentes controladores de poblaciones de artrópodos.

Entre los géneros más importantes están: *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Rhizopus* y *Fusarium*. Dentro de estas, la especie más utilizada comercialmente en el mundo son *Beauveria bassiana* por los resultados favorables que ha mostrado en el control de insectos plagas de diferentes cultivos.

La utilización de los hongos entomopatógenos en la agricultura como un método de control biológico ha ido en aumento en los últimos años, debido al gran potencial que tienen en el manejo de plagas, 800 especies de hongos entomopatógenos que han mostrado actividad contra diferentes insectos (Thacker, 2002), solo pocos son utilizados comercialmente como agentes de control, siendo los más utilizados *Beauveria* (Zurek y Keddie, 2000; Mulock y Chandler, 2000; Leite, Batista, Almeida y Alves, 2003) y *Metarhizium*. (Ferron, Fargues y Riba, 1991; Leite *et al.*, 2003)

El hongo *Beauveria bassiana* es utilizado exitosamente en muchas regiones del mundo, como parte de las estrategias del manejo integrado de plagas, por sus características patogénicas para controlar insectos, por su factibilidad de reproducción en forma artificial y la rentabilidad de su uso (Esperanza, Gerding y France, 2008), ambientalmente favorable y sin efectos tóxicos. (Baeteman, 1997).

Un hongo entomopatógeno muy efectivo es *Metarhizium anisopliae* (Metsch) es imperfecto de color verde oliva, pertenece a la subdivisión *Deuteromycotina*, clase *Hyphomycetes*. Su reproducción es asexual, en conidióforos que nacen a partir de

hifas ramificadas. Este hongo es capaz de adherirse a la cutícula de los insectos y de entrar a su interior por las partes blandas o por vía oral. Una vez dentro del hospedero, las esporas germinan y el micelio produce toxinas que le producen la muerte al huésped en cuestión de 3 a 4 días. Los síntomas de la enfermedad en el insecto son la pérdida de sensibilidad, movimientos descoordinados y parálisis. Cuando el insecto muere queda momificado.

Si las condiciones de humedad son óptimas, se inicia de nuevo el ciclo, el micelio cubre el insecto, se producen esporas, las cuales son arrastradas por el viento y las lluvias, pudiendo atacar nuevamente otro insecto. Este hongo es importante para combatir grupos de especies de insectos dañinos, *entre los que se destacan el picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus*, el Tetuán del boniato *Cylas formicarius*, el picudito acuático del arroz *Lissorhoptus brevis* y el picudo verde-azul de los cítricos *Pachnaeus litus*.*

Problema científico

¿Cuál será el efecto de alternativas de control sobre las poblaciones del salta hojas del maíz (*P. maidis*) en condiciones de producción?

Hipótesis

Con la utilización de diferentes alternativas se podría determinar cual tiene mejor efecto para el control de poblaciones del salta hojas del maíz (*P. maidis*).

Objetivo general

Evaluar el efecto de las diferentes alternativas en el control de las poblaciones del salta hojas del maíz en la localidad de Poza.

Objetivos específicos

- Determinar intensidad de las poblaciones del salta hojas del maíz (*P. maidis*).
- Determinar porcentaje de distribución de las poblaciones del salta hojas del maíz (*P. maidis*).
- Evaluar Parámetros productivos del cultivo del maíz (*Z. mays*).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del cultivo del maíz

2.1.1. Origen

México se ha considerado el centro mundial de origen de este importante cultivo (Benz, 2001 y 2006), ya que las condiciones que favorecieron su diversificación se deben por una parte a la amplia variación ambiental del territorio mexicano y por otra a que es una especie de polinización abierta y presenta la mayor variación genética conocida dentro de los cultivos agrícolas. Estos aspectos han sido explotados por los agricultores para conservar materiales nativos, así como, adaptar y generar germoplasmas nuevos.

Por el contrario, a los argumentos de la hipótesis de los multicentros de domesticación del maíz, estudios de variación isoenzimática sugieren que el maíz fue domesticado en la región del Balsas (Doebley *et al.*, 1987), ya que todas las 7 razas de maíz son isoenzimáticamente cercanas a la subespecie *parviglumis* en comparación de otros teocintles. Apoyando esta hipótesis recientes estudios moleculares también sugieren que el maíz se originó en un solo evento de domesticación al sureste de México hace 9 000 años (Matsuoka *et al.*, 2002).

El maíz es uno de los cereales de mayor importancia económica en el mundo, siendo el único que se conocía en América antes de su descubrimiento, a su vez era absolutamente desconocido en el viejo mundo. El 5 de noviembre de 1492 dos españoles que exploraban la actual Isla de Cuba comunicaron a Colón el hallazgo de una clase de granos que los indígenas llamaban maíz o *mahis*, el cual tenía un sabor agradable y que lo consumían asado fresco, seco y hecho harina. Exploraciones posteriores a la de Colón demostraron que el maíz era cultivado por los indios casi en todas las partes del continente, desde el Canadá hasta la Patagonia, constituyendo el alimento básico de sus habitantes y contribuyendo después al afianzamiento de la colonización, pues sin maíz hubiera sido sumamente difícil a los europeos establecerse en el nuevo mundo según (Guzmán, citado por Gil, 2007).

Fernández (1998) señala que actualmente ocupa una de las primeras posiciones entre los cereales más cultivados después del trigo y el arroz. Desde hace miles de años se cultiva en los cinco continentes, aunque su zona fundamental de cultivo es el continente americano. En Cuba el maíz es un cultivo de gran importancia por constituir parte de la alimentación del pueblo, del ganado y de las aves de corral. También se utiliza en algunas ramas de la industria ligera (FAOSTAT, 2002).

El maíz se cultiva en una amplia variedad de condiciones climáticas que va de climas tropicales a climas templados. En condiciones de clima más cálido, se pueden cultivar dos o más cosechas en un año, pero en los climas templados más fríos si bien es un cultivo valioso como forraje, el grano no madurará del todo. Existen muchas variedades de maíz, pero todas ellas proceden de la especie silvestre *Zea diploperennis* que crece en Méjico. Esta especie es muy semejante a las actuales variedades si bien presenta mazorcas más pequeñas y con menos granos. La selección de las variedades más vigorosas y las modernas técnicas de cultivo ha producido los ejemplares actuales mucho más productivos (Gil, 2007).

El maíz, uno de los cultivos de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental. A nivel mundial se siembra en latitudes desde los 55 °N a 40 °S y del nivel del mar hasta 3 800 m de altitud. La distribución del cultivo está en función de la adaptación, condiciones climáticas (precipitación, altitud sobre el nivel del mar, temperatura, humedad relativa), tipo de suelo (Fuentes, 2002).

2.2. Características botánicas del cultivo

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, con un ciclo de vida de 70 a 150 días en dependencia de la variedad y época. Desde que se siembran las semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo de ocho a diez días, donde se refleja el continuo y rápido crecimiento de la plántula (Heinrichset *al.*, 2004).

2.2.1. Taxonomía

La clasificación taxonómica del maíz está bien estudiada (Sánchez, 2014).

Reino Plantae

División Magnoliophyta

Clase Liliopsida

Orden Poales

Familia Poaceae

Género Zea

2.2.2. Morfología

El maíz es una monocotiledónea anual de elevado porte. El sistema radicular presenta una parte de raíces adventicias seminales que constituye cerca del 52 % de la planta además de ser el principal sistema de fijación y absorción de la planta, mientras que el sistema nodular es el 48 % de la masa total de raíces de la planta. El tallo es simple, erecto, con numerosos nudos y entrenudos. Las inflorescencias unisexuales crecen siempre en lugares separados de la planta. Al principio ambas inflorescencias presentan primordios de flores bisexuales, pero, en ambos casos, los primordios de gineceos y estambres abortan y quedan solo las inflorescencias femeninas (mazorcas) y masculinas (espiga), respectivamente. El fruto es indehiscente, cada grano se denomina cariósipide, no presentando latencia la semilla (Kato *et al.*, 2009).

2.3. Característica morfoagronómicas

2.3.1. Hábito de crecimiento

Según Betacourt (2003), el ciclo del maíz es muy rápido y tiene las siguientes fases:

1. Germinación: aparición de radícula y coleóplito.
2. Nascencia: emergencia de coleóplito, plúmula y aparición de las raíces seminales.
3. Crecimiento: desarrollo del tallo, hojas definitivas y sistema radicular.
4. Floración: desarrollo del penacho o panícula y de la mazorca hasta la aparición de las sedas o barbas de la misma

5. Alargamiento (4-6 semanas). Termina con la liberación del polen del penacho y la fecundación de la mazorca (5-8 días).
6. Fructificación: las sedas de la mazorca se marchitan y se vuelven castaño oscuro, a los pocos días.
7. Maduración y secado: disminuye su nivel de humedad (35%), hasta tener la adecuada para la recolección (20-25%).

2.3.2. Requerimientos ecológicos

Este cultivo requiere una temperatura de 25 a 30 °C, con bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C, el maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden aparecer problemas serios debidos a mala absorción de nutrientes minerales y agua, para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 30 °C. Se adapta muy bien a todos tipos de suelo, pero con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (Pérez *et al.*, 2008).

2.3.3. Necesidades edáficas

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas empleando variedades adecuadas y utilizando técnicas de cultivo apropiadas. Los peores suelos para el maíz son los excesivamente pesados (arcillosos) y los muy sueltos (arenosos). Los primeros, por su facilidad para inundarse y los segundos por su propensión a secarse excesivamente.

El clima en relación con las características del suelo. Es también fundamental para evaluar las posibilidades de hacer un cultivo rentable. En regiones de clima frío y con fuertes precipitaciones, los suelos relativamente ligeros son preferibles por su facilidad para drenar y alta capacidad para conservar el calor. En lugares de escasas precipitaciones, los suelos de textura relativamente pesada (arcillosos) dotados de alta capacidad relativa para retener el agua, son los más convenientes.

En general los suelos más idóneos para el cultivo de maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua.

Se adapta muy bien a todos tipos de suelo, pero con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (Pérez *et al.*, 2008).

El maíz se considera medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego. La parte superior de las raíces es la más sensible a los efectos de las sales. El crecimiento de las raíces se ve severamente más afectado por las sales que la parte aérea.

2.3.4. Época de siembra

En Cuba el maíz se siembras durante todo el año, pero se prefieren hacer en el período comprendido entre el 5 de septiembre y el 31 de mayo, en la práctica se efectúan anualmente dos siembras, una de primavera (abril- mayo) y otra de frío (septiembre), de manera que las lluvias caigan alrededor de los 50 a 60 días (floración) que pueden variar entre 400 y 175 mm respectivamente para cada una de las épocas. Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C, a una profundidad de 5cm. Se puede realizar a golpes, en llano o a surcos; a separación de 0.8 a 1 m entre líneas y de 20 a 25 cm entre golpes (Zamora, 2005).

Funes *et al.*, (2001) aseguran que en Cuba una gran parte de los cultivadores de maíz han sido campesinos individuales, por lo que no era posible la utilización de fertilizantes, de una agrotecnia adecuada, etc., por lo que los rendimientos en gramos por unidad de área han sido alrededor de un 30% de lo que en otras condiciones pudiera haberse obtenido. El cultivo del maíz en nuestro país lo justifican la diversidad o multiplicidad de propósito, así como que es un cultivo de ciclo corto propicio para alternar con otros.

2.3.5. Método de siembra

La siembra del maíz se puede realizar de forma manual o mecanizada con el desarrollo de la agricultura en Cuba se ha extendido la siembra mecanizada facilitando con ello el ahorro de la fuerza de trabajo, así como una mayor calidad en la uniformidad y distribución de semilla según (Socorro y Martín,1989). La siembra de maíz se logra realizar en camellones para facilitar el anclaje de las raíces primarias, secundarias y terciarias para una mejor obtención de los nutrientes del suelo.

2.4. Distribución

En la actualidad se cultiva en todas las provincias, y se sitúa dentro de las prioridades de las políticas agrarias del estado; pero una de las limitantes de su producción radica en las incidencias de las plagas que con frecuencia merman los rendimientos (Méndez, 2002).

Sus condiciones edafoclimáticas de este cultivo es requiere una temperatura de 25 a 30 °C, con bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C, el maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden aparecer problemas serios debidos a mala absorción de nutrientes minerales y agua, para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 30 °C. Se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (Pérez *et al.*, 2008).

2.4.1. Domesticación del maíz

Con relación a la domesticación y diversificación del maíz existen dos teorías alternativas: una la que propone que el maíz tuvo un origen multicéntrico, es decir, que existieron varios centros de domesticación a partir de diferentes poblaciones de teocintle hace unos 8,000 años; y otra la teoría del evento único de domesticación (unicéntrica) que propone que las poblaciones del teocintle de la

raza Balsas o subespecie (ssp.) *parviglumis* localizadas en el centro de la cuenca del Balsas (oriente de Michoacán, suroeste del estado de México y norte de Guerrero) dieron origen al maíz (Kato, 2009). El hombre ha mantenido activo el proceso de diversificación, o evolución bajo domesticación, mediante el cual ha seleccionado y modificado características genóticas de la planta, que le han permitido la formación de 5 nuevas poblaciones adaptadas a diversos climas y tipos de suelos (Mera, 2009).

La diversidad se relaciona claramente con la persistencia cultural, los factores bióticos y abióticos como los suelos, el clima y los sistemas de cultivos tradicionales que utilizan los agricultores locales, todo esto origina un proceso dinámico de conservación de la agro diversidad in situ a través del tiempo (Latournerie *et al.*, 2009)

2.5. **Importancia del cultivo del maíz**

En las culturas americanas fue un alimento básico muchos siglos antes de que los europeos llegaran a América y se dice que a Europa fue llevado por Cristóbal Colón. En las civilizaciones indígenas jugó un papel fundamental en las creencias religiosas y en su alimentación (Fenalce, 2012).

Cristóbal Colón, en los relatos de su viaje, menciona la nueva planta hallada en las regiones del interior de Cuba, Algunos historiadores consideran que Colón pudo haberla llevado en su regreso a España. Al principio se cultivaba en los jardines como una planta exótica, su valor como cultivo para la alimentación pronto fue reconocido y así en los años posteriores a su introducción, se difundió a lo largo de grandes regiones de España, Portugal, Francia, Italia, sudoeste de Europa y norte de África (Guzmán, 1997). De este modo adquirió el hombre europeo una planta que, desde entonces en el aspecto de la producción global, es una de las plantas alimenticias más importante del mundo.

El maíz es uno de los tres cultivos más sembrados en el mundo con 147 millones de ha cosechadas en el año 2005, es el tercer por cultivo en superficie, pero el 1ro en la producción de granos. Cerca del 40% de todo el maíz se cultiva en América (Fig. 2). Allí, los países líderes son los EE.UU., Brasil y Argentina. Áreas similares

a las existentes en América del Norte y del Sur se cultivan en África y China, respectivamente, pero en forma mucho menos intensiva (FAO, 2006).

Este cereal, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y debido a sus grandes bondades y multitud de usos se ha convertido entre los cultivos más importante entre los cereales a nivel mundial por su producción (980 000 000 de toneladas, superando al trigo y al arroz), de las cuales el 90 % corresponden a maíz amarillo y el 10 % restante a maíz blanco. Ocupa el segundo lugar en área de siembra, con alrededor de 140 000 000 de hectáreas, se siembra en 135 países y se comercializan en el mercado internacional más de 90 millones de toneladas donde los principales países son Estados Unidos, Brasil, Argentina y Ucrania (WASDE, 2014).

En la actualidad se conocen más de 300 productos que utilizan maíz; los cuales, en dependencia de la cantidad de azúcar, de aceite u otros contenidos, son destinados para diferentes industrias. Por ejemplo, los granos con alta cantidad de azúcar son mezclados con trigo o arroz para elaborar cereales y si tiene una alta concentración de aceite, se utiliza en la fabricación de aceites para consumo humano. Inclusive el maíz es utilizado en la industria automotriz, se usa como un compuesto de la gasolina que evita los excesos de plomo en el combustible. También del maíz se pueden producir bebidas, harinas, endulzantes, etc.; su importancia es tal que se toman múltiples medidas para prevenir la plaga del maíz y demás enfermedades (Agroinformación, 2004).

Este propio autor añade además que el maíz es una planta con múltiples usos, gracias a la gran variedad en sus tipos y modos de cultivación. Así también tiene diferentes problemas que enfrentar a la hora de su cultivo e inclusive luego de este, uno de ellos es la plaga del maíz, plantea unido a lo anterior que el maíz tiene un alto valor nutritivo, forrajero y técnico, lo que ha motivado que anualmente en todo el mundo se emplee para la alimentación el 25% de la producción global del mismo. Del grano se obtiene harina, que mezclada con la de trigo se emplea en la panificación, repostería y pastelería, además se extraen aceites comestibles

y técnicos de alta calidad, ácido ascórbico, ácido glutámico, almidón, alcohol, glucosa y melaza.

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su consumo relativamente elevado en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina (FAO, 1993).

2.6. Propiedades nutritivas y usos del maíz

Los granos de maíz están constituidos principalmente por un 77% de almidón, 2% de azúcar, 9% de proteínas, 5% de aceite y un 2% de cenizas contentivas de calcio, magnesio, fósforo, hierro y potasio (Guzmán *et al.*, 2007). Se conoce que toda la proteína del maíz es de baja calidad porque la misma es deficiente en triptófano y lisina, las que son indispensables para la nutrición animal. Entre todos los cereales el maíz es el más rico en grasa y algunos linajes del maíz pueden contener hasta más de 7% de grasa en el grano. Más del 70% del grano del maíz está constituido por carbohidratos, los que se hallan presentes en forma de almidón, azúcar y fibra (celulosa).

Este cultivo se utiliza con tres objetivos fundamentales: como alimento humano, como pienso y/o forraje y como materia prima para gran cantidad de productos industriales. Sirve de base para la alimentación de millones de seres humanos en México, América Central, el Caribe y algunos países de América del Sur, pero en otros como Canadá, EUA y países europeos, se utiliza principalmente en la alimentación de las aves de corral y del ganado; para lo cual utilizan además del grano, las hojas y los tallos. El maíz en la ganadería puede emplearse como alimento, al utilizar toda la planta bien sea verde, seca, con o sin mazorca. El forraje del maíz ha sido empleado con mucha frecuencia en los países subtropicales como parte del balance forrajero anual. (Boschini y Elizondo, 2004).

2.7. Rendimientos en Cuba

El maíz es una de las plantas que más se cultivan en Cuba. Se emplea como alimento humano y animal, pero también como cultivo asociado, barrera viva, reservorio de entomófagos (Vázquez, 2010).

A la necesidad de aumentar la producción agrícola se oponen no solo limitantes de áreas cultivables y de calidad de suelo, sino también las pérdidas causadas por enfermedades, malezas e insectos, las cuales se estiman en un 37 % de la población a nivel mundial. Las contribuciones de cada uno de estos factores bióticos se estiman de la siguiente manera: enfermedades, 12 %, malezas, 12 %; insectos, 13 %. De la influencia de estos factores bióticos no queda fuera el cultivo del maíz, el cual junto con el trigo y el arroz es uno de los cereales más importantes del mundo, suministrando elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales.

Además de ser el tercero también en cantidad de área destinada a su cultivo, más 319 millones de acres (129 millones de hectáreas) de este grano son sembradas en el mundo cada año. Además, constituye una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y desde hace poco, combustible (Márquez, 2008).

Para el campesino cubano el maíz es de gran importancia, ya que la mayor parte de la producción obtenida es dedicada para su sustento ya sea directamente en su dieta o para la alimentación de sus animales. A pesar de los esfuerzos realizados por la agricultura para elevar los rendimientos en el cultivo estos presentan una media nacional de 2,25 t ha⁻¹, distante de la media mundial, con valores alrededor de las 4,50 t ha⁻¹ (ONE, 2013).

2.8. *Peregrinus maidis* en el cultivo del maíz

Los estudios demuestran que el maíz es una especie vegetal nativa de América, con centro de diversidades en el sur de México (Doebly, citado por López y De Oliveira, 2004), y éste es atacado por muchos virus transmitidos por insectos vectores que afectan significativamente el cultivo. Las Investigaciones orientadas

al conocimiento de la capacidad de transmitir enfermedades datan desde hace 30 años, y provienen principalmente del Japón, Italia, Israel y EEUU (De Coll *et al.* s/f). Actualmente, se conocen alrededor de 165 especies de Hemípteros (Hemíptera), pertenecientes a los auquenorrincos, que demuestran la capacidad de transmitir virus, mollicutes y bacterias a las plantas cultivadas. De estas 165 especies, 25 son fulgoroideos de las familias: Delphacidae, Cixiidae y Flatidae, de las 140 especies restantes, 128 pertenecen a la familia Cicadellidae (De Collet *al.* s/f). La subfamilia Deltocephalinae (con aproximadamente 66 especies) es la que reúne el mayor número de especies transmisoras de patógenos (Liria, 2003).

Dentro de los insectos se encuentra el 99% de los artrópodos que transmiten patógenos, dentro de los cuales, es considerado como el más importante el Orden Hemíptera (= Homóptera), debido a que posee un gran número de especies que producen afecciones, particularmente los insectos del grupo Auchenorrhyncha (=Auquenorrincos). Son exclusivamente fitófagos y por lo general causan daños a la agricultura, los mismos que pueden ser necrosis en distintos grados de severidad, hasta intensas infecciones producidas por su gran habilidad de transmitir virus u otros agentes patológicos (De Collet *al.* s/f)

2.8.1. Distribución y biología de *Peregrinus maidis*

King y Saunders (1984), afirman que *Peregrinus maidis* se encuentra distribuido desde Estados Unidos hasta América del Sur y El Caribe. López y De Oliveira, (2004), aseveran que *P. maidis* es una chicharrita que se encuentra distribuida en todas las regiones tropicales y subtropicales del planeta, y que principalmente se encuentran en áreas bajas y húmedas, pero aún no ha sido registrada en Europa. Las plantas hospederas de *P. maidis* está restringida a algunas poáceas como *Rottboelia exaltata* L., y algunas plantas del género Sorghum y Zea; sin embargo, hay algunas otras especies donde estas chicharritas pueden sobrevivir por periodos variables de tiempo.

Padrón (2000) manifiesta que en maíz el ciclo de vida de un adulto de *P. maidis* es de 24 días aproximadamente a una temperatura de 25 a 27 °C.

Las hembras pueden ovipositar de 100 a 600 huevos durante toda su vida, poseen un periodo embrionario de ocho días. La fase ninfal es completada en aproximadamente 17 días y la longevidad de los adultos es variable y está dentro del rango de los 20 a 40 días. King y Saunders (1984), encontraron que *P. maidis* en su estado de huevo dura de nueve a 12 días, su forma es cilíndrica y curva, miden 0,8 mm de longitud; depositado en hileras longitudinales en grupos de hasta siete sobre las venas centrales de las hojas, en el haz. En su etapa de ninfa dura de 14 a 20 días, de color blanco; pero se vuelve café– gris con el desarrollo; pasa por cinco mudas. Al eclosionar se mueven hacia abajo del cogollo donde se alimentan de los tejidos jóvenes tiernos. En su fase de adulto son pálidos, café – arenosos, con una raya mediana dorsal pálida de tres milímetros de longitud, con una envergadura de 6,5 mm; las alas transparentes excepto por un moteado café o negro cerca del ápice de las alas delanteras.

Los adultos de *P. maidis* tienen espinas tibiales articuladas en las patas traseras (característica de los Delphacidos). Ocurren formas macrópteras y braquípteras en la misma colonia. Los adultos y las ninfas se alimentan entre las fases de las hojas, y en la parte baja del tallo en plantas más grandes; las colonias casi siempre están atendidas por hormigas (usualmente *Selenopsis geminata*) que se alimentan de la melaza producida; pueden construir un refugio de tierra sobre la base de la planta (Padrón, 2009).

López y De Oliveira (2004) afirman que los adultos de *P. maidis* presentan dos formas: braquípteros y macrópteras. Las formas macrópteras o aladas son las que presentan alas completamente grandes y miden cerca de 2,7 mm, siendo las hembras de mayor tamaño que los machos. Tienen una coloración generalmente marrón – oscura, siendo la cabeza y el tórax amarillo, con tiras longitudinales de color marrón – claro.

Poseen dos pares de alas traslucidas, las cuales contienen diversas manchas oscuras y nervadura prominente. Las formas braquípteras o de alas cortas, miden cerca de 3,4 mm, en el caso de las hembras; en machos, miden 2,4 mm.

Los mismos autores manifiestan que la coloración de los braquípteros es similar a los macrópteros, pero los segmentos abdominales son bien oscuros, con bordes blancos amarillos. Las alas son cortas y alcanzan apenas el quinto segmento abdominal, presentando coloración marrón homogénea. Las dos formas presentan un aparato bucal trisegmentado y del tipo chupador labial. Las antenas son setáceas, con filamento apical, poseen un pedicelo extremadamente desarrollado, situándose lateralmente, debajo de los ojos compuestos.

2.9. Bioplaguicidas para el control del *Peregrinus maidis*

2.9.1. *Beauveria bassiana* (Bals)

El género *Beauveria* está compuesto por varias especies: *B. bassiana*, *B. brongniartii*, *B. tenella*, *B. amorpha*, *B. velata*. Las más frecuentemente estudiadas son *B. bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *B. brongniartii* (De Lacroix) Siemszko (Bustillo 2001). Éste género se caracteriza por presentar un micelio blanco, conidióforos sencillos, irregularmente agrupados o en grupos vertilados, en algunas especies hinchados en la base y adelgazando hacia la porción que sostiene la conidia, la cual se presenta en forma de zig-zag, después de que varias conidias se producen; las conidias son hialinas, redondeadas a ovoides y unicelulares (Bustillo 2001). *B. bassiana* (Bals) posee conidias de globos a subglobos (2.0-3.0um) y estructuras conidiófiras que forman densos grupos (Samson et al., 1988).

2.9.1.1. Clasificación taxonómica (Castillo, J, 2001).

Reino	Fungi
División	Mycota
Subdivisión	Eumycota
Clase	Deuteromycetes
Subclase	Hyphomycetes
Orden	Moniliales
Familia	Moniliaceae

Género *Beauveria vuilleminii*

Especie *Beauveria bassiana*

2.9.1.2. **Caracterización molecular de la *Beauveria bassiana* (Bals).**

Beauveria bassiana es uno de los HE más usados a nivel mundial para el control de insectos plaga en la industria agrícola y forestal (*Inglis et al., 2001*). La razón de esta preferencia reside en su amplio rango de acción de cerca de 750 especies de insectos, así como el alto grado de conocimiento a nivel molecular entre la interacción hospedera-patógeno del desarrollo del sistema de producción de este hongo (*Feng et al., 1994*).

El desarrollo del hongo se puede dividir hasta en ocho etapas:

1. Adhesión. El primer contacto entre el hongo entomopatógeno y el insecto sucede cuando la espora (conidio) es depositada en la superficie del insecto.

2. Germinación. El conidio inicia el desarrollo de su tubo germinativo y un órgano sujetador (llamado apresorio), que le permite fijarse a la superficie del insecto. Para una germinación adecuada se requiere una humedad relativa del 92 % y temperatura de entre 23 a 25 °C.

3. Penetración. Después de la fijación mediante mecanismos físicos (acción de presión sobre la superficie de contacto) y químicos (acción de enzimas: proteasas, lipasas y quitinasas), el hongo ingresa en el insecto a través de las partes blandas.

4. Producción de toxinas. Dentro del insecto, el hongo ramifica sus estructuras y coloniza las cavidades de hospedante. Produce la toxina llamada Beauvericina que ayuda a romper el sistema inmunológico del patógeno, lo que facilita la invasión del hongo a todos los tejidos. Otras toxinas que secreta son beauvericin, beauverolides, bassianolide, isarolides, ácido oxálico y los pigmentos tenellina y bassianina que han mostrado cierta actividad insecticida. El propósito de las toxinas es evitar el ataque a las estructuras invasivas del hongo.

5. Muerte del insecto. Muerte del patógeno y marca fin de la fase parasítica, dando así inicio a la fase saprofitica.

6. Multiplicación y crecimiento. Después de la muerte del insecto, el hongo multiplica sus unidades infectivas (hifas) y estas de manera simultánea crecen, terminando por invadir todos los tejidos del insecto y haciéndose resistente a la descomposición, aparentemente por los antibióticos segregados por el hongo. Después de la completa invasión, el desarrollo posterior del hongo sobre el insecto depende de la humedad relativa, y en caso de no contar con las condiciones idóneas el insecto permanece con apariencia de momia.

7. Penetración del interior hacia el exterior. Solo si las condiciones ambientales lo permiten el hongo penetra las partes blandas del insecto y emerge hacia el exterior.

8. Producción de nuevas unidades reproductivas. Al contar con las condiciones para su desarrollo inicia la producción de nuevas unidades reproductivas o conidios.

Garces (2014) plantea que la producción del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals), es muy beneficioso en el control de hormigas cortadoras *Acromyrmex octospinosus* (Reich) ya que esta plaga estaba provocando severos daños en los cultivos en esa localidad, Una vez establecido el entomopatógeno en el área, mantiene la población de la plaga por debajo de los niveles de daño económico.

La utilización del hongo *Beauveria bassiana* (Bals) en el control de la broca del café es muy eficiente para disminuir sus poblaciones que dañan los rendimientos de este cultivo (Brechelt, 2004).

La capacidad que tiene el hongo *Beauveria bassiana* (Bals) en la disminución del *Cylas formicarius* (Tetuán del boniato) en campos de boniato en La Habana, aumentando los rendimientos del cultivo (Manejo integrado de plagas, 2005). Por su parte, la Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados (2015-2016) plantea la aplicación de *Beauveria bassiana* (Bals) al suelo contra *Cosmopolites sordidus* Germ (Picudo negro del plátano) a una dosis de 10,0 L PC/ha.

El control de plagas en diferentes cultivos con una dosis de 1-2kg/ha arroz, ajo, cebolla, boniato, cítricos, bananos, plátanos, papa, frijol, cucurbitáceas, malanga siendo efectivo para estos cultivos (Manejo integrado de plagas, 2006).

Consuegra (2003) plantea que *Beauveria bassiana* (Bals) es muy eficaz en el control del picudo negro del plátano (*C. sordidus*) en banano y plátano; realizando dos aplicaciones al suelo, en un período de un año, con una dosis de 1kgPC/ha para mantener la población del insecto por debajo del umbral económico.

En el caso del Tetuán del boniato (*Cylas formicarius*) recomienda la desinfección de los propágulos de boniato (bejuco) destinados a la plantación, mediante la inmersión en una suspensión conidial y la aplicación al suelo. La aplicación al suelo se realiza después de los 30 días de establecido el cultivo (Consuegra, 2003).

Para Cuba, en las áreas con índices de infestación menores del 2 % se tratarán con *Beauveria bassiana* (Balsamo) con una dosis de campo de 2 kg/ha. (MINAG, 2008).

En el período de cosecha el menor índice de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari) infestación se obtuvo cuando se aplicó *Beauveria bassiana* (Balsamo) al suelo y al follaje (Zamora y Suárez, 2013)

2.9.2. *Metarhizium anisopliae*

Este hongo entomopatógeno ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes. Algunas plagas que son afectadas por este hongo son la salivita de la caña de azúcar (*Aeneolamia varia*), y chinches plagas de diversos cultivos. Los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco, pero se torna verde cuando el hongo esporula (Monzón, 2001).

Presenta una colonia pegada al medio, completamente redonda, de colores oliváceo, amarillento, verdoso, marrón oscuro, dependiendo del aislamiento, con un revés incoloro a marrón, a veces verdoso citrino (figura 3). Los conidióforos nacen del micelio y son irregularmente ramificados con dos a tres ramas en cada

septo, miden de 4 a 14 μ de longitud x 1.5 a 2.5 de diámetro. Las fiálides son cilíndricas en forma de clava, adelgazados en el ápice, miden de 6 a 13 μ de longitud y de 2 a 4 μ de diámetro. Las conidias son unicelulares, cilíndricas y truncadas, formadas en cadenas muy largas, hialinas a verde oliváceo, miden de 3.5 a 9 μ de longitud x 1.5 a 3.5 μ de diámetro (Cañedo y Ames, 2004).

2.9.2.1. **Clasificación taxonómica (Castillo, J. 2001)**

Reino: Mycete

División: Amastigomicotin

Sub- división: Deuteromycitina

Clase: Deuteromicetes

Sub-clase: Hypomicetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Metarhizium*

Especie: *anisopliae*

2.9.2.2. **Modo de acción**

Los Hongos Entomopatógenos actúan principalmente por contacto. Cuando el hongo es capaz de penetrar dentro del insecto e invadirlo provocándole la muerte por micosis.

Además, la mayoría de estos hongos producen sustancias líticas y toxinas que ayudan a la penetración y a inhibir los mecanismos de defensa de los insectos aun cuando muchas de estas toxinas se producen solo en el interior del insecto (Carballo, 2004).

Las etapas en el desarrollo de una micosis pueden simplificarse en las siguientes etapas:

a) Germinación de conidias

Una excelente germinación ocurre en 12 horas con temperaturas de 23-30 °C y una humedad relativa de un 80%, requiriendo de fuentes de nitrógenos, carbono y energía para la formación de tubo germinativo. La habilidad del hongo para utilizar estos elementos está en función de su agresividad, virulencia, cantidad de esporas (requeridas para matarlo), tiempo de germinación y penetración después de la adhesión de la cutícula del hospedero (Carballo, 2004).

b) Formación de apresorio

En la extremidad del tubo germinativo ocurre una dilatación de hifas formando una estructura. Este tubo germinativo penetra por aberturas naturales del insecto (tráqueas, poros y regiones intersegmentales (Carballo, 2004).

c) Penetración

El crecimiento superficial de los Hongos Entomopatógenos previos a la penetración de la cutícula es variable, generalmente ocurre en 24 horas, la naturaleza del estímulo o el estímulo que causan la orientación del tubo germinativo de las esporas a través de la cutícula, indican algunas formas de reconocimiento químico como pre-requisito para la penetración. La penetración está dividida en dos procesos principales; A) Físico: es cuando las hifas rompen áreas membranosas o esclerosadas y B). Químico: es cuando el hongo produce enzimas como las proteasas, lipasas y quinasas que facilitan penetración mecánica. Alrededor del área de penetración aparecen síntomas de histólisis (descomposición de los tejidos por la acción de enzimas). El aparato bucal, ano y regiones inter segmentales son probablemente las áreas más comunes de penetración (Carballo, 2004).

d) Colonización

A partir de la penetración inicia un proceso de colonización del hospedero, en ese momento son formadas pequeñas colonias de cuerpos hifales que se van engrosando y ramificando, la colonización inicia en el hemocelo del insecto y luego pasa al resto del cuerpo como: los cuerpos grasos; sistema digestivo, tubo de malpighi, sistema nervioso, músculos y tráqueas.

El tiempo de colonización podría variar entre 76-120 horas dependiendo del patógeno, del insecto y las condiciones ambientales (Carballo, 2004).

e) Reproducción del patógeno

Después de 4 a 5 días de muerto el insecto comienza a emerger hifas por los espiráculos y regiones intersegmentales y después de 24 o 48 horas de la emergencia de las hifas se inician la formación de conidias, esto se logra dependiendo del patógeno temperatura humedad y radiación ultra violeta (Carballo, 2004).

2.9.2.3. Síntomas

Los síntomas que causa *Metarhizium* son variables: Los adultos infectados presentan movimientos lentos, no se alimentan, reducen su radio de vuelo y las hembras no ovipositan.

Pueden morir en lugares distantes de donde fueron contaminados. El ciclo total de la enfermedad es de 8 a 10 días. Después de la muerte, los individuos presentan un crecimiento micelial blanco seguido por la típica esporulación verde. (Carballo *et al.*, 2004).

La combinación *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* pueden ser utilizados en campo para el control de *Cosmopolites sordidus* ya que cumplieron con todos los parámetros establecidos para considerarlos aceptables para el control de la plaga y también su re-aislamiento debido a que es más fácil ya que presentan buena esporulación (León, 2009).

Después de haber realizado el estudio sobre comportamiento del hongo entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* sobre adulto de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) siendo patogénico ya que se logró obtener un máximo de mortalidad de 85%. La aplicación de *Metarhizium anisopliae* sobre el adulto de Mosca Blanca (*B. tabaci*) logrando una esporulación al tercer día después de la muerte de los insectos y obteniendo un 76% de infección (Martínez, 2012).

Marcillo (2015) plantea que *Metarhizium anisopliae* ha mostrado buenos resultados para el combate del gusano cogollero de la palma africana *Alurnus humeralis* Rosemberg.

Su control se puede realizar con la aplicación de *Metarhizium anisopliae* al follaje en el arroz contra *Lissorhoptrus brevisrostris* (picudo acuático) a una dosis de 7,0 kg PC/ha (Registro de Plaguicidas, 2016).

Titán o Cipermetrina. Ingrediente activo: cipermetrina. **Nombre común (ISO-I):** cypermethrin*. **Grupo químico:** piretroide, clorado.

Fórmula: C₂₂H₁₉Cl₂NO₃. Acción biosida: insecticida, acaricida. Modo de acción: no sistémico, de contacto, estomacal y residual. Actúa sobre el sistema nervioso y disuade la alimentación. Estabilidad: hidrólisis en medios alcalinos, termoestable, estable a la luz en condiciones de campo. Usos: control de un amplio rango de insectos, como Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Hemíptera en varios cultivos, en el ámbito doméstico, salud pública y para control de ectoparásitos en animales. Formulación: concentrado emulsificable. Mezclas: (+ dimetoato); (+ clorpirifos); (+ tetrametrina); (+ butocarboxim); (+ endosulfan); (+ cobre); (+ imiprotrina); (+ propoxur + tetrametrina); (+ diazinon); (+ tetrametrina + butóxido de piperonil); (+ diclorvos + propoxur); (+ flufenoxuron); (+ profenofos).

2.10. MATERIALES Y MÉTODOS

2.11. Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en la finca El Potrón perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Arturo Cabrera del municipio Cabaiguán, en la cercanía del poblado de Poza durante el período comprendido entre diciembre de 2016 y abril de 2017, sobre un suelo Pardo sialítico con carbonatos según (Hernández *et al.*, 2015), utilizando la variedad de maíz criollo.

2.12. Labores realizadas

La preparación de suelos se realizó de forma tradicional mediante la roturación mecanizada, pases de grada y surcado con tracción animal, al igual que dos labores de cultivo como control de plantas arvenses. Se realizó una fertilización química con la fórmula (9-13-17) a fondo de surco y otra a los 30 días de germinado nitrato de amonio, seguido de la labor de aporque; el riego se efectuó por aspersión alcanzando un total de tres riegos, uno antes de la siembra, el segundo a los 25 días y un último riego a los 45 días de germinado, no continuándose esta labor por limitarse de manera total el agua en la fuente de abasto.

2.13. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 5 tratamientos y cuatro réplicas, con parcelas compuestas por 10 surcos con una longitud de diez metros, con un marco de plantación de 0,90m x 0,30m a una planta por nido. Entre cada réplica se dejó un borde de un metro para evitar el efecto de las variantes vecinas y entre tratamientos un surco sin sembrar con igual propósito. Las mediciones se realizaron en el área de cálculo de la parcela mediante el método de bandera inglesa de 25 plantas por cada parcela y tratamiento para un tamaño de muestra de 100 plantas por cada tratamiento y un total de 500 plantas en el experimento.

En la figura 1 se muestra el esquema del diseño experimental.

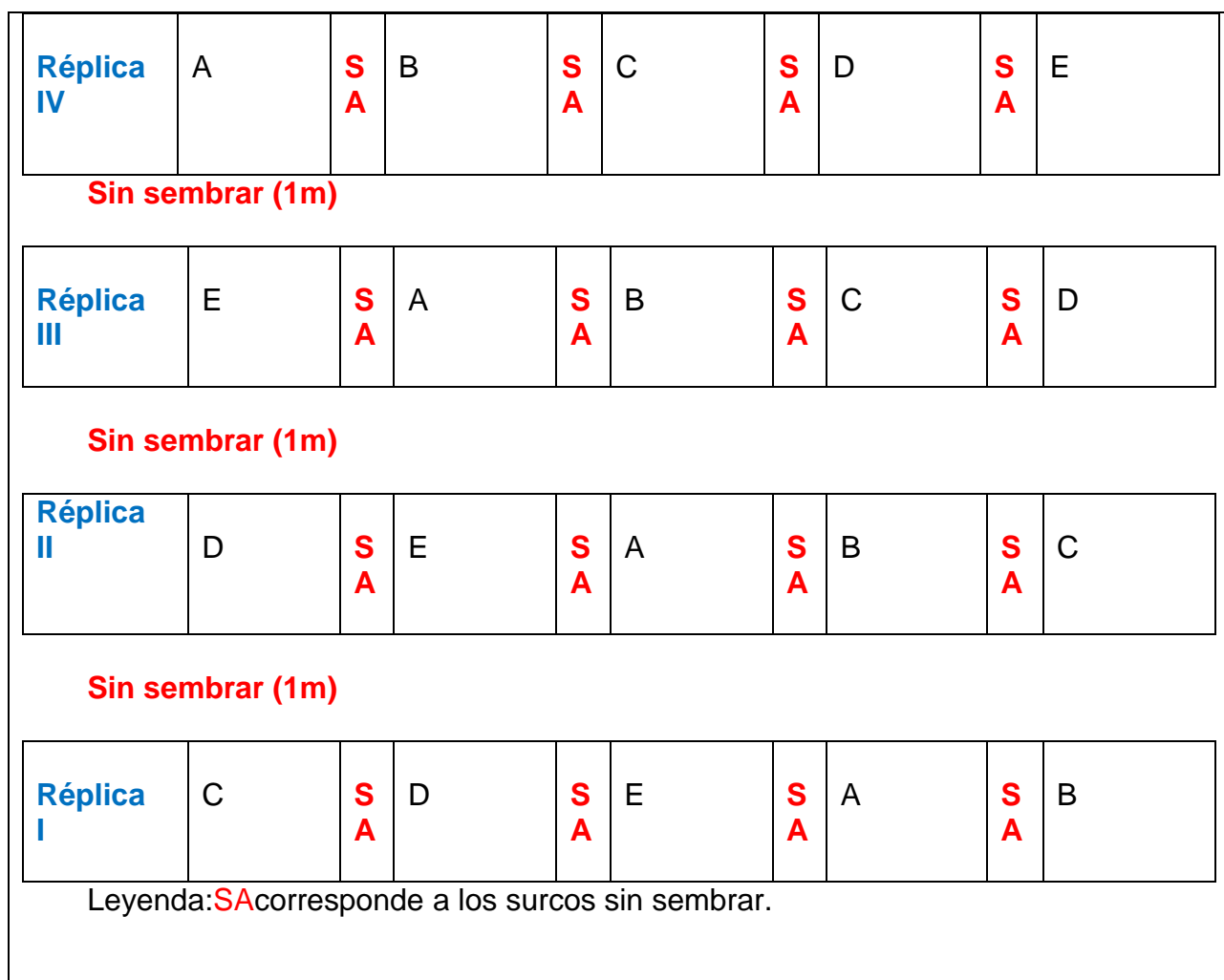


Figura 1. Diseño experimental

2.14. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados pueden observarse en la tabla 2.

Tratamientos	Número de aplicaciones	Dosis
1. <i>Metarhizium anispleae</i> .	2	0,50kg por ha.
2. Cipermetrina. (Titán CE 20) Testigo.		30g ia/ha
3. <i>Beauveria bassiana</i> .		0,50kg por ha.

Tratamientos	Número de aplicaciones	Dosis
4. <i>Metarhizium anispleae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> .		0,50kg por ha.
5. Control.	Sin aplicar	

Las aplicaciones se iniciaron en la segunda fase fisiológica del cultivo según (Socorro y Martín, 1989), cuando la plantación muestra las primeras hojas verdaderas a los 10 días de germinado y la segunda a los 15 días a partir de la primera aplicación fueron realizadas en horas de la mañana con un aspersor manual con capacidad para 16 litros previa calibración del mismo.

2.15. Evaluaciones realizadas

2.15.1. Dinámica poblacional

- Adultos y ninfas de *Peregrinus maidis* Ashm. y plantas afectadas.
- Adultos macrópteros, braquípteros de *P. maidis*.

Para la determinación de la intensidad expresada en índices por plantas se utilizó la fórmula recomendada por Padrón (2000).

$$I = \frac{Ti}{Pm}$$

El muestreo se realizó de manera visual, con frecuencia semanal a partir de la primera semana después de germinado hasta la octava semana. Donde I= Intensidad Ti = total de insectos, Pm = plantas muestreadas.

Para la determinación del porcentaje de distribución se utilizó la fórmula.

$$\%D = \frac{Pi}{Pm} \times 100.$$

Donde $\%D$ = porcentaje de distribución, Pi = plantas infestadas y Pm = plantas muestreadas.

Con la información obtenida, resultado de los muestreos, se determinó:

- Índice de adultos de *P. maidis* por planta (adto/ planta).
- Índice de ninfas de *P. maidis* por planta (Nfs. /planta).
- Índice total de *P. maidis* por planta (Indiv. /planta).
- Porcentaje de macrópteros y braquípteros de la población adulta.

Para determinar los índices de adultos y ninfas por plantas se realizó un muestreo por el método de bandera inglesa con un total de 25 plantas por parcelas desechando los laterales ya que pueden ser influidas por los tratamientos que se encuentran en su alrededor con un total de 100 plantas por tratamientos.

2.15.2. Variables productivas.

Las evaluaciones realizadas se efectuaron al final del ciclo del cultivo según la metodología planteado por (Muñoz *et al.*, 2004), evaluándose las variables que aparecen en la tabla 3.

Tabla: 3 Variables evaluadas durante el experimento

Variables evaluadas
• Números de hileras por mazorcas.
• Numero de granos por hileras.
• Granos totales por mazorcas.
• Masa de 100 granos.

Los parámetros antes mencionados se evaluaron siguiendo el procedimiento que a continuación se describe.

- El conteo se realizó manualmente con la cantidad de hileras por planta, también se realiza el conteo de granos por hileras.
- Granos por mazorca: se suman la cantidad de hileras y se multiplica por la cantidad de granos por hileras.
- Masa de 100 granos: se tomaron 3 muestras de 100 granos de cada tratamiento y se pesaron en una balanza digital Sartorius, con precisión de $\pm 0,01$ g.

2.1.5 Procesamiento estadístico

Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS sobre Windows, se aplicó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas de la cual las evaluaciones que tuvieron homogeneidad se les realizó un Anova de clasificación simple y la prueba de Tukey con un nivel de significación de $p \leq 0.05$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Porciento de distribución del salta hojas del maíz (*Peregrinus maidis* (Ashm))

En la tabla 1 muestra que no existe diferencia estadística significativa en el porcentaje de distribución del salta hojas del maíz a los 7 días de germinada la semilla.

Tabla1. Porciento de distribución del salta hojas del maíz (*Peregrinus maidis* (Ashm)).

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	0.379	13.03	0.09
2	0.375		
3	0.370		
4	0.382		
5	0.376		

Los resultados coinciden con los reportados por Padrón (2009), quien plantea que la incidencia de este insecto en los primeros estadios del cultivo al realizar el muestreo inicial es baja, (antes de la aplicación de los tratamientos), Fernández (1997), al estudiar este insecto en el cultivo de maíz en la región central, provincia Sancti Spíritus, en la campaña seca encontró poblaciones de este insecto siendo la principal plaga del cultivo.

En la tabla 2 se exponen los resultados del muestreo realizado a los 21 días, obteniendo mejores resultados el tratamiento 2 el cuál supera significativamente al resto de los tratamientos los que no difieren entre sí superando al tratamiento 5.

Tabla 2. Porciento de distribución del salta hojas del maíz a los 21 días de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	0.296 b		

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
2	0.025 a	32.52	0.07
3	0.251 b		
4	0.354 b		
5	0.460 c		

Pasadas 72 horas de la primera aplicación, se evidenció una disminución significativa de las poblaciones en *P. maidis* para todos los tratamientos biológicos, así como para el tratamiento químico, respecto al testigo. Al analizar el comportamiento de las variantes por muestreo, no existió diferencia significativa entre los tratamientos de *B. bassiana* y *M. anisoplae* en los muestreos realizados después de la aplicación. El tratamiento químico redujo las poblaciones considerablemente y de forma muy rápida, al constituir este un plaguicida del grupo de los piretroides que tiene un rápido efecto por su acción de contacto según plantea (LOPRC, 2016), con respecto al control de las poblaciones con los tratamientos entomopatógenos.

En la tabla 3 se muestra el análisis estadístico realizado al porcentaje de distribución, realizado a los 45 días de establecido el cultivo obteniendo mejores resultados el tratamiento 2 el cuál supera significativamente al resto de los tratamientos los que no difieren entre sí superando al tratamiento 5.

Tabla 3. Porcentaje de distribución del salta hojas del maíz a los 45 días de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	0.487b	13.19	0.09
2	0.363a		
3	0.493b		
4	0.499b		
5	0.606c		

Estos resultados fueron similares a los anteriores ya que pasadas las 72 horas de la segunda aplicación, se evidenció una disminución significativa de las poblaciones en *P. maidis* para todos los tratamientos biológicos, así como para el tratamiento químico, respecto al testigo. Al analizar el comportamiento de las variantes por muestreo, no existió diferencia significativa entre los tratamientos de *B. bassiana* y *M. anisoplaea* en los muestreos realizados después de la aplicación. El tratamiento químico redujo las poblaciones considerablemente y de forma muy rápida, con respecto al control de las poblaciones con los tratamientos entomopatógenos, lo cual lejos de considerarse una ventaja, puede constituir un riesgo ecológico Padrón (2017).

En la tabla 4 aparece el resultado del procesamiento estadístico del porcentaje de distribución a los 60 días de establecido el cultivo, donde se obtienen mejores resultados los tratamientos 1, 2, 3,4, que no difieren estadísticamente pero si son superiores al control.

Tabla 4. Porcentaje de distribución del salta hojas del maíz a los 60 días de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	0.496 a	12.04	0.08
2	0.413 a		
3	0.490 a		
4	0.493 a		
5	0.559 c		

Los resultados coinciden con los presentados por Padrón (2017) para el control eficiente del *P. maidis*, plaga de la cual existen pocos estudios previos que evalúen su comportamiento en diferentes condiciones medioambientales y ecosistemas específicos. Cuando las condiciones climáticas se tornan irregulares y cuando fenómenos naturales como “el niño”, intervienen en las modificaciones de los ecosistemas y se altera el equilibrio biológico, se puede producir un aumento o una disminución de los niveles poblacionales de la especie y llegar a

convertirse en plaga importante o no en un momento dado, con el correspondiente daño económico.

3.2. Intensidad de infestación de las poblaciones adultas del salta hojas del maíz (*Peregrinus maidis* (Ashm))

En la tabla 5 se muestra que no existen diferencias estadísticas significativas en la intensidad de infestación del salta hojas del maíz a los 7 días de germinación de la semilla.

Tabla 5. Intensidad de infestación de las poblaciones adultas del salta hojas del maíz a los 7 días de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	4.967	26.10	0.05
2	5.902		
3	4.969		
4	5.384		
5	4.788		

Estos resultados permiten afirmar la incidencia de esta plaga en el cultivo, según Padrón (2000) caracterizada por la invasión de adultos migratorios con un promedio de 1,8 adultos por planta y una distribución de 55 % de plantas infestadas, sus poblaciones están constituidas por individuos con alas normalmente desarrolladas, cuyas hembras colocan sus huevos en el tejido de la planta, dando así comienzo al desarrollo de generaciones de unos 25 a 30 días de duración cada una.

Como se observa en la tabla 6 el tratamiento 2 obtuvo los mejores resultados el cual supera significativamente al resto de los tratamientos los que no difieren entre sí superando el control.

Tabla 6. Intensidad de infestación de las poblaciones adultas del salta hojas del maíz a los 21 días después de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	4.837b	26.10	0.05
2	0.250 a		
3	5.009 b		
4	6.426 b		
5	7.187c		

Los resultados de la evaluación de mortalidad en parcelas tratadas comparadas, entre las 72 horas de aplicación y el muestro a los 45 días, oscilaron entre un 20% y 50 % para los entomopatógenos. El mejor tratamiento fue el testigo con un 90 %, valor que se considera favorable para el control del salta hojas del maíz mientras que con los biológicos los resultados fueron menores ya que sus dosis fueron bajas a 0.5 kg/ha, realizado un menor control sobre las poblaciones adultas del salta hojas del maíz. MINAG (2008) plantea que en las áreas con índices de infestación menores del 2 % se tratarán con una dosis de campo de 2 kg/ha Rodríguez (2017).

En la tabla 7 se observa el muestreo realizado a los 45 días de establecido el cultivo en el campo, los mejores resultados el tratamiento 2, 3, 4, que superan significativamente al resto de los tratamientos por su parte el tratamiento 1, 3, 4, no difieren entre sí superando significativamente al control.

Tabla 7. Intensidad de infestación de las poblaciones adultas del salta hojas del maíz a los 45 días de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	16.788 b	39.8	0.09
2	6.091 a		
3	14.724 ab		

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
4	15.639 ab		
5	19.346c		

La efectividad técnica observada entre los muestreos del día 45 al 60, posterior a la segunda aplicación, manifestó valores entre un 30% y un 60% para los entomopatógenos y para el químico con un 95% con diferencias significativas entre las cuatro aplicados. Se observó que los valores de efectividad, en el tratamiento de *M. anisoplaea*, fueron ligeramente superiores, seguido por el tratamiento con *B. bassiana*. Este resultado corrobora la capacidad de los hongos entomopatógenos para el control del *P. maidis*, plaga que existen pocos estudios previos de su comportamiento en diferentes condiciones medioambientales.

En la tabla 8 se evidencia que a los 60 días de establecido el cultivo en el campo, los mejores resultados fueron los tratamientos 2, 3, 4 que superan significativamente al resto de los tratamientos por su parte el tratamiento 1, 3, 4, no difieren estadísticamente entre sí superando al control.

Tabla 8. Intensidad de infestación de las poblaciones adultas del salta hojas del maíz a los 60 días de germinado el cultivo.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	16.006 b	36.81	0.08
2	7.535 a		
3	15.239 ab		
4	17.021 ab		
5	20.359 c		

Los resultados muestran que hubo un aumento en la intensidad de infestación del salta hojas del maíz. A partir de la tercera semana se observaron adultos mostrando poco desarrollo alar (braquípteros), presentando en sus poblaciones dos morfotipos, determinados en función a su polimorfismo alar. Se muestra en el

conteo un crecimiento paulatino de la población de adultos braquípteros hasta la décima semana evaluada. Cambios en la calidad del hábitat inducen la actividad migratoria, en algunos casos influyendo directamente sobre los adultos presentes, y en otros modificando la composición de la población en favor de individuos con capacidad de emigrar Padrón (2000).

3.2.1. Intensidad de infestación de las poblaciones de ninfas del salta hojas del maíz (*Peregrinus maidis* (Ashm))

La tabla 9 muestra que no hubo diferencia estadística significativa en la intensidad de poblaciones ninfales a los 7 días de establecido el cultivo.

Tabla 9. Intensidad de infestación de las poblaciones ninfales del salta hojas del maíz a los 7 de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00		
3	0.00		
4	0.00		
5	0.00		

Los resultados coinciden con los planteados por González (2015), que las poblaciones de *P. maidis* están constituidas por individuos con alas normalmente desarrolladas, cuyas hembras colocan sus huevos en el tejido de la planta, dando así comienzo al desarrollo de generaciones de unos 25 a 30 días de duración cada una. A partir de la segunda semana después de germinado, comienza la aparición de ninfas y ocurre un incremento de los niveles poblacionales de adultos y ninfas hasta alcanzar un promedio de 21,4 individuos por planta.

La tabla 10 muestra los resultados a los 21 días de germinada la semilla, los mejores tratamientos fueron 1,2, 3, los cuales superan estadísticamente a los tratamientos 1,3, 4 que no difieren entre sí superando al control.

Tabla 10. Intensidad de infestación de las poblaciones ninfales del salta hojas del maíz a los 21 días de germinado el cultivo.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	3.310 ab	10.45	0.03
2	0.00 a		
3	1.732 ab		
4	7.739 b		
5	11.003 c		

Los resultados coinciden con los reportados por León (2009) donde el porcentaje de mortalidad en el tiempo causada por *M. anisopliae* y una combinación de *B. bassiana* y *M. anisopliae*, sobre *Cosmopolites sordidus*. El combinado *B. bassiana* + *M. anisopliae* inicia a presentar mortalidad a los 4 DDI a diferenciade *M. anisopliae* que inicia su efecto a los 7 DDI, ambos tratamientos presentaron muertes constantes, demostrando que con la aplicación del insecticida químico eliminando parcialmente las poblaciones del salta hojas del maíz no existían posibilidades de una reproducción momentánea de dicho insecto.

La tabla 11 muestra que a los 45 días de establecido el cultivo en el campo, el mejor tratamiento es el 2 obteniendo los mejores resultados lo cual supera estadísticamente al resto lo cual no difieren entre sí superando al control.

Tabla 11. Intensidad de infestación de las poblaciones ninfales del salta hojas del maíz a los 45 días de germinado el maíz.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	18.649 b	32.5	0.139
2	0.00 a		
3	15.292 b		
4	16.428 b		

5	21.740 c		
---	----------	--	--

Estos resultados corroboran lo planteado por González (2012) en Colombia, con el fin de evaluar y validar en campo el efecto que tiene la cepa *Beauveria bassiana* (Bálsamo) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) sobre la broca que emergen de frutos infectados en el suelo, a nivel de Laboratorio obtuvo un 91% y un 94% de efectividad demostrando la eficiencia de los hongos entomopatógenos establecidos en el campo mientras que la aplicación de un insecticida químico es eficiente en el control de poblaciones del insecto, evitando su reproducción a gran escala.

La tabla 12 muestra los resultados obtenidos a los 60, el mejor tratamiento es el 2 obteniendo los mejores resultados lo cual supera estadísticamente al resto lo cual no difieren entre sí superando al control.

Tabla 12. Intensidad de infestación de las poblaciones ninfales del salta hojas del maíz a los 60 días de establecido el cultivo.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	17.024 b	38.3	0.05
2	0.00 a		
3	13.557 b		
4	17.850 b		
5	21.544 c		

Estos resultados corroboran los obtenidos por Padrón (2000), quien plantea que a partir de la segunda semana después de germinado, comienza la aparición de ninfas y ocurre un incremento de los niveles poblacionales de adultos y ninfas hasta alcanzar un promedio de 21,4 individuos por planta, ocasionalmente pudo contarse hasta 1 200 individuos en una sola planta. En las condiciones de los estudios realizados se alcanzó un 58 % de plantas con la presencia de la plaga en la sexta semana. Hacia el final del ciclo y acompañando el proceso de secado de la planta se produce un nuevo cambio en la composición de los adultos de la

población, apareciendo nuevamente una alta proporción demacrópteros, con capacidad para emigrar, en búsqueda de condiciones adecuadas.

3.3. Porcentaje de virosis

Tabla 13 muestra los resultados obtenidos finalizando el ciclo del cultivo el porcentaje de virosis transmitido por el salto de hojas, que los tratamientos 1, 2, 3, 4, y 5 presentan diferencias estadísticas significativas entre sí.

Tabla 13. Porcentaje de virosis.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	21.48 d	21.54	0.05
2	15.55 a		
3	17.03 b		
4	20.37 c		
5	33.33 e		

El virus del mosaico del maíz, es considerado una patogenicidad importante del maíz y el sorgo. Estudios realizados por Barandoc *et al.* (2016), determinaron la eficacia de adquisición del virus del mosaico del maíz (VMM), por las ninfas, fases del adulto de este insecto y la persistencia de VMM en este insecto que aumentó significativamente con el tiempo y a lo largo de la fase ninfal a adulto, demostrando que las ninfas son más eficaces que los adultos en adquirir dicho virus y lograr una capacidad potencialmente alta de transmitirlo de manera propagativa persistente.

Estudios realizados por Higashi & Bressan (2013) han mostrado que el VMM es incoherente a los efectos directos mínimos en la fecundidad de este insecto, la mortalidad de ninfas, longevidad y tiempo de desarrollo de este.

3.4. Rendimiento agrícola del cultivo

Número de hileras por mazorca.

Como se puede apreciar en la tabla 14 los mejores tratamientos fueron el 1, 2, lo cual supera estadísticamente a los tratamientos 1, 3, 4, 5 lo cual no difieren entre sí.

Tabla 14. Número de hileras por mazorca.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	11.650 ab	36.49	0.03
2	15.025 a		
3	10.350 b		
4	10.024 b		
5	10.050 b		

Los resultados aquí obtenidos corroboran lo planteado por (Socorro y Martin, 1998) cuando manifiestan que este parámetro tiene un comportamiento que está estrechamente relacionado con la herencia adoptando siempre un valor par. Demostrando que la incidencia del salta hojas del maíz provocó diferencias en la cantidad de hileras por mazorca afectando el rendimiento del cultivo.

Número de granos por hileras.

La tabla 15 muestra que los mejores resultados fueron los tratamientos 1,2 lo cual supera significativamente al resto de los tratamientos lo que no difieren entre sí.

Tabla 15. Número de granos por hileras.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	25.175 ab	36.45	0.04
2	33.225 a		
3	23.350 b		
4	22.875 b		

5	22.725 b		
---	----------	--	--

Por su parte González (2009), señala que *P. maidis* provoca daños directos e indirectos, causando amarillamiento y enanismo arbustivo y transmite enfermedades virales incapacitando a la planta para la producción, con afectación al rendimiento que puede llegar a más de un 50 % ya que la aplicación de estos productos biológicos no fueron efectivos en el control del salta hojas del maíz.

Número de granos por mazorca.

La siguiente tabla muestra donde se obtiene los mejores resultados es en el tratamiento 1,2, los tratamientos 1,3, 4 ,5 no difieren entre sí.

Tabla 16. Número de granos por mazorca.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	293.4 ab	37.41	0.04
2	499.41 a		
3	241.50 b		
4	229.15 b		
5	222.72b		

Esto se demuestra lo expresado anteriormente por González (2009), señala que *P. maidis* provoca daños directos e indirectos, causando amarillamiento y enanismo arbustivo y transmite enfermedades virales incapacitando a la planta para la producción, con afectación al rendimiento que puede llegar a más de un 50 % ya que la aplicación de estos productos biológicos no fueron efectivos en el control del salta hojas del maíz.

Masa de 100 granos.

La tabla 17 muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5.

Tabla 17. Masa de 100 granos.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	34.80 a	4.19	0.06
2	32.15 d		
3	33.49 c		
4	34.60 b		
5	31.34 e		

Estos valores coinciden con los obtenidos por Gózales (2014) alcanzando un peso considerable por el número de granos pesados por los diferentes tratamientos superando los obtenidos por diferentes autores.

Rendimiento en toneladas por hectáreas.

La tabla muestra 18 muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 1, 2, 3, 4,5.

Tabla 18. Rendimiento en t/ha.

Tratamientos	Media	C.V%	Exs
1	3.70 b	3.15	0.06
2	5.94 a		
3	2.98 c		
4	2.93d		
5	2.64 e		

Los resultados aquí obtenidos superan a la media nacional la que se comporta según García (2015) en 2.5t/ha, superando los rendimientos obtenidos, lo cual son distante de la media mundial, con valores alrededor de las 4,50 t ha⁻¹ (ONE, 2013).

4. CONCLUSIONES

- Las dosis de aplicación de los medios biológicos fueron efectivas en el control del salta hojas del maíz.
- Se obtiene los mejores resultados productivos con el tratamiento de cipermetrina superando significativamente a los demás tratamientos.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones donde se prueben otras dosis.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, 30(2), 00-00.
- Alves, F. M., Bernardo, C. C., Paixão, F. R., Barreto, L. P., Luz, C., Humber, R. A., & Fernandes, É. K. (2017). Heat-stressed *Metarhizium anisopliae*: viability (in vitro) and virulence (in vivo) assessments against the tick *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasitology research*, 116(1), 111-121.
- Aranda-Martinez, A., Ortiz, M. Á. N., García, I. S. A., Zavala-González, E. A., & Lopez-Llorca, L. V. (2017). Ethanol production from chitosan by the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* and the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Microbiological research*, 204, 30-39.
- Bahena-Delgado, G., Olvera-Salgado, M. D., Broa-Rojas, E., García-Matías, F., Jaime-Hernández, M. A., & Torres, S. C. (2017). Niveles de fertilización en la producción De Maíz Elotero (*Zea mays* L.). *Agroproductividad*, 10(3).
- Barandoc, K., Ramirez, G.M., Rotenberg, D. & Whitfield, A. (2016) Analysis of Acquisition and Titer of Maize Mosaic Rhabdovirus in Its Vector, *Peregrinus maidis* (Hemiptera: Delphacidae). *Journal of Insect Science*, 16(1), 1–8.
- Benavides, P., Góngora, C., & Bustillo, A. (2012). IPM program to control coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, with emphasis on highly pathogenic mixed strains of *Beauveria bassiana*, to overcome insecticide resistance in Colombia. In *Insecticides-Advances in Integrated Pest Management*. InTech.
- Boada, R., & Espinosa, J. (2017). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *SIEMBRA*, 3(1), 67-82.
- Bukhari, T., Takken, W., & Koenraadt, C. J. (2011). Development of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* formulations for control of malaria mosquito larvae. *Parasites & vectors*, 4(1), 23

- Cañizares, J. A. M. (2017). Experimentación de implementos con corte horizontal vertical en la preparación de suelos para yuca. *Revista Ingeniería Agrícola*, 1(2), 8-11.
- Cao, G., Jia, M., Zhao, X., Wang, L., Tu, X., Wang, G., ...& Zhang, Z. (2017). Correction: Different Effects of *Metarhizium anisopliae* Strains IMI330189 and IBC200614 on Enzymes Activities and Hemocytes of *Locusta migratoria* L. *PloS one*, 12(3), e0175219.
- Corn Production shocks in 2012 and Beyond: Implications for harvest Volatility. En *The Economics of Food Price Volatility* (pp. 59-81). Chicago: University of Chicago Press. Ciba, G. (1981).
- Cornwell, P. B. (2017). *A survey of the ants attending homoptera on cocoa in Trinidad* (Doctoral dissertation).
- Correa-Cuadros, J. P., Rodríguez-Bocanegra, M. X., & Sáenz-Aponte, A. (2014). Susceptibility of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae; Linnaeus 1758) to *Beauveria bassiana* Bb9205, *Metarhizium anisopliae* Ma9236 and *Heterorhabditis bacteriophora* HNI0100. *Universitas Scientiarum*, 19(3), 277-285.
- Costa, F. R. B., Ortega, J. F., Moreno, M. A., Gomes, K. R., & Ballesteros, R. (2017). Caracterización del crecimiento de un cultivo de maíz regado en una zona semiárida mediante el empleo de imágenes aéreas de alta resolución. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 11(5), 1763.
- Dimbi, S., Maniania, N. K., Lux, S. A., Ekesi, S., & Mueke, J. K. (2003). Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, to three adult fruit fly species: *Ceratitis capitata* (Weidemann), *C. rosa* var. *fasciventris* Karsch and *C. cosyra* (Walker) (Diptera: Tephritidae). *Mycopathologia*, 156(4), 375-382.
- El Agali, A. E. A., & Hassan, A. E. W. (2017). The effect of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* var. *varacridum* and *Beauveria bassiana* on the survival of

- mosquito larvae of *Anopheles arabiensis* Patton and *Culex quinquefasciatus* Say. *Sudan Journal of Science*, 9(2), 26-40.
- El Agali, A. E. A., & Hassan, A. E. W. (2017). The effect of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* var. *varacridum* and *Beauveria bassiana* on the survival of mosquito larvae of *Anopheles arabiensis* Patton and *Culex quinquefasciatus* Say. *Sudan Journal of Science*, 9(2), 26-40.
- Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A., & Gómez, N. (2009). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias*, 92(092).
- Eziashi, E. I., Airede, C. E., Aisagbonhi, C., Chidi, N. I., & Ogbemor, C. O. (2017). Entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* as potential biological control agents of *Coelaemenodera elaeidis* of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 9(1), 1.
- Fernández-Badillo, A. & Clavijo, S.J. (1990). Poliformismo alar de la chicharrita del maíz, *Peregrinus maidis* (Homoptera: *Delphacidae*) en Venezuela," *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)*, 16(1), 27-34.
- Fernández-Badillo, A. & Clavijo, S.J. (1990). Biología de la chicharrita del Maíz, *Peregrinus maidis* (Homoptera: *Delphacidae*), en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)*, 16(1), 35-46.
- Fischhoff, I. R., Keesing, F., & Ostfeld, R. S. (2017). The tick biocontrol agent *Metarhizium brunneum* (= *M. anisopliae*) (strain F52) does not reduce non-target arthropods. *PLoS One*, 12(11), e0187675.
- Fujii, Y., Tani, H., Ichinoe, M., & Nakajima, H. (2000). Zygosporin D and two new cytochalasins produced by the fungus *Metarrhizium anisopliae*. *Journal of natural products*, 63(1), 132-135.
- Georghiu, G.P. & Charles, E.T. (1986). Factors influencing the evolution of resistance (pp. 157-169). In *Pesticide resistance, strategies and tactics for management*. Washington, D.C.: National Academy Press.

- González, G., San Pedro, J., Arencibia, N., Ruiz, M., & Fernández, J. (2002). *Virus y fitoplasmas en el cultivo del maíz (Zea mays, L.) en Cuba. Distribución y diagnóstico* (No. 3194).
- Gutiérrez, A. E. B., Espinosa, A. C. C., & Soler, M. H. (2017). Evaluación de las condiciones agroclimáticas del cultivo del maíz (*Zea mayz*) en la provincia Los Ríos. *Biotecnia*, 19(3), 29-33.
- Gutiérrez, A. E. B., Espinosa, A. C. C., & Soler, M. H. (2017). EVALUACIÓN DE
- Hernández Rojas, R., Caramori, P. H., Faria, S. L., Heiney, P., Alves, E. J., Bhatt, J. G.,...&Rodrigues, L. G. R. (2005). *Zoneamento agrícola do Estado do Paraná* (No. AV 635.2 no. 6 2005). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Panamá (Panamá).
- Hinson, P. (2017). *Effect of temperature on the development of sugarcane aphid, Melanaphis sacchari, ON SORGHUM* (Doctoral dissertation).
- Hogenhout, S., Ammar, D., Whitfield, A. & Redinbaugh, M. (2008). Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. *Annu Rev Phytopathol*, 46, 327-59.
- Huang, Y. X., & Qin, D. Z. (2017). The complete mitochondrial genome sequence of the corn planthopper, *Peregrinus maidis* (Hemiptera: Fulgoroidea). *Mitochondrial DNA Part B*, 2(2), 783-784.
- Kabaluk, J. T., Goettel, M., Erlandson, M., Ericsson, J., Duke, G., & Vernon, R. (2005). *Metarhizium anisopliae* as a biological control for wireworms and a report of some other naturally-occurring parasites. *IOBC/wprs Bull*, 28(2), 109-115.
- Kirkland, B. H., Cho, E. M., & Keyhani, N. O. (2004). Differential susceptibility of *Amblyomma maculatum* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) to the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Biological Control*, 31(3), 414-421.
- Kirkland, B. H., Westwood, G. S., & Keyhani, N. O. (2004). Pathogenicity of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to

- Ixodidae tick species *Dermacentor variabilis*, *Rhipicephalus sanguineus*, and *Ixodes scapularis*. *Journal of medical entomology*, 41(4), 705-711.
- Lazzarini, G. M. J., Rocha, L. F. N., & Luz, C. (2006). Impact of moisture on in vitro germination of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* and their activity on *Triatoma infestans*. *Mycological Research*, 110(4), 485-492.
- Leng, P. H., & Reddy, G. V. (2012). Bioactivity of selected eco-friendly pesticides against *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae). *Florida Entomologist*, 95(4), 1040-1047.
- Liu, H., Skinner, M., Brownbridge, M., & Parker, B. L. (2003). Characterization of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates for management of tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). *Journal of invertebrate pathology*, 82(3), 139-147.
- Liu, H., Skinner, M., Parker, B. L., & Brownbridge, M. (2002). Pathogenicity of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes), and other entomopathogenic fungi against *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). *Journal of Economic Entomology*, 95(4), 675-681.
- Lopes, R. B., Souza, D. A., Rocha, L. F., Montalva, C., Luz, C., Humber, R. A., & Faria, M. (2017). *Metarhizium alvesii* sp. nov.: a new member of the *Metarhizium anisopliae* species complex. *Journal of invertebrate pathology*.
- López Molina, E. G., Cerna Chávez, E. A., Rodríguez Rodríguez, J. F. C. A., & Ochoa Fuentes, Y. M. C. A. (2017). Determinación de Enzimas de Resistencia en Poblaciones de *Spodoptera frugiperda* S. (Lepidoptera: Noctuidae) Procedentes del Estado de Guanajuato.
- Manual de ensayo de campo (2da ed.). Suiza: Basilea. pp. 11-20. Cuellar-Ayala, I.A., de León-Ortiz, M.E., Gómez-Ruiz, A., Pinon Gómez, D., Villegas Delgado, R., & Santana Aguilar, I. (2003). Caña de azúcar: paradigma de sostenibilidad. La Habana: Publica.
- Mejía, M., Bustillo, P., Orozco, H., & Chaves, C. (2000). Effect of four insecticides and *Beauveria bassiana* on *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae)

- parasitoid of the coffee berry borer. *Revista Colombiana de Entomología*, 26(3/4), 117-123.
- Mejía, M., Bustillo, P., Orozco, H., & Cháves, C. (2000). Effect of four insecticides and *Beauveria bassiana* on *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) parasitoid of the coffee berry borer. *Revista Colombiana de Entomología*, 26(3/4), 117-123.
- Méndez-Barceló, B. A. (2008). Aspectos ecológicos de *Peregrinus maidis* Ashmead (Homoptera: Delphacidae) en la zona norte de la provincia de Las Tunas, Cuba. *Centro Agrícola*, 35(3), 69-73.
- Potterat, O., Wagner, K., & Haag, H. (2000). Liquid chromatography–electrospray time-of-flight mass spectrometry for on-line accurate mass determination and identification of cyclodepsipeptides in a crude extract of the fungus *Metarrhizium anisopliae*. *Journal of Chromatography A*, 872(1), 85-90.
- Meyling, N. V., & Eilenberg, J. (2007). Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: potential for conservation biological control. *Biological Control*, 43(2), 145-155.
- Nault, L.R., & Ammar, E.D. (1989). Leafhopper and Planthopper Transmission of Plant Viruses. *Annual Review of Entomology*, 34, 503-529.
- Oliveira, D., & Alves, L. (2009). Interação do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. com terra diatomácea para o controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), o cascudinho dos aviários. *BioAssay*, 2.
- Oramas, R. M. A. (2017). Control de *Peregrinus maidis* Ashm. en el cultivo del maíz zeamays L. mediante la utilización de hongos entomopatógenos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(2).
- Osorio, S., De La Cámara, R., Monteserin, M. C., Granados, R., Oña, F., Rodríguez-Tudela, J. L., & Cuenca-Estrella, M. (2007). Recurrent disseminated skin lesions due to *Metarrhizium anisopliae* in an adult patient with acute myelogenous leukemia. *Journal of clinical microbiology*, 45(2), 651-655.

- Padrón-Padrón, W.R. & Aloma-Oramas, R.M. (2017). Control de *Peregrinus maidis* Ashm. en el cultivo del maíz *Zea mays* L. mediante la utilización de hongos entomopatógenos.
- Padrón-Padrón., W. R., Marín-Hautrive, L. R., & Yero Mosquera, Y. (2008). Ecología de *Peregrinus maidis* Ashm. En plantaciones de Maíz; localidad de Potrerillo, municipio de Cruces. Centro Agrícola, 35(2), 59-64.
- Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H. R., Violic, A. D. &Marathée JP. (2001). El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Roma: FAO.
- Paradell, S. (2017). Especies argentinas de homópteros cicadélidos asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 71(2), 213-234.
- PATI, P., & BHATTACHARYA, S. (2017).Efficacy of differentbio-fertilizers and bio-pesticidesagainstpod bug in greengram. *International Journal of FarmSciences*, 7(3), 57-62.
- Peña Ramos, A., González Castañeda, F., & Robles Escobedo, F. J. (2010). Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(1), 27-35.
- Perinotto, W. M., Angelo, I. C., Golo, P. S., Camargo, M. G., Quinelato, S., Sá, F. A., ...&Bittencourt, V. R. (2017). In vitro pathogenicity of different *Metarhizium anisopliaes* isolates in oil formulations against *Rhipicephallus microplus*.*Biocontrol Science and Technology*, 27(3), 338-347.
- Perinotto, W. M., Angelo, I. C., Golo, P. S., Camargo, M. G., Quinelato, S., Sá, F. A., & Bittencourt, V. R. (2017). In vitro pathogenicity of different *Metarhizium anisopliaes* isolates in oil formulations against *Rhipicephallus microplus*. *Biocontrol Science and Technology*, 27(3), 338-347.
- Pirali-Kheirabadi, K., Haddadzadeh, H., Razzaghi-Abyaneh, M., Bokaie, S., Zare, R., Ghazavi, M., &Shams-Ghahfarokhi, M.(2007).Biological control of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *annulatus* by different strains of *Metarhizium*

- anisopliae*, *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium psalliotae* fungi. *Parasitology research*, 100(6), 1297-1302.
- Posada, F. J., Villalba, D. A., & Bustillo, A. E. (2004). Los insecticidas y el hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café.
- Posada, F., Aime, M. C., Peterson, S. W., Rehner, S. A., & Vega, F. E. (2007). Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Mycological research*, 111(6), 748-757.
- Potterat, O. Wagner, K., & Haag, H. (2000). Liquid chromatography–electrospray time-of-flight mass spectrometry for on-line accurate mass determination and identification of cyclodepsipeptides in a crude extract of the fungus *Metarrhizium anisopliae*. *Journal of Chromatography A*, 872(1), 85-90.
- Quesada-Moraga, E., Ruiz-García, A., & Santiago-Alvarez, C. (2006). Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* against puparia and adults of *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 99(6), 1955-1966.
- Recuperado de <https://academic.oup.com/jinsectscience/article-lookup/doi/10.1093/jisesa/iev154> Berry, S. T., Roberts, M. J. & Schlenker, W. (2013).
- Rustiguel, C. B., Fernández-Bravo, M., Guimarães, L. H. S., & Quesada-Moraga, E. (2017). Different strategies to kill the host presented by *Metarrhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Canadian journal of microbiology*, (ja).
- Samuels, R. I., Coracini, D. L. A., dos Santos, C. M., & Gava, C. A. T. (2002). Infection of *Blissusantillus* (Hemiptera: Lygaeidae) eggs by the entomopathogenic fungi *Metarrhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Biological control*, 23(3), 269-273.
- Shi, W. B., & Feng, M. G. (2004). Lethal effect of *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. *Biological Control*, 30(2), 165-173.

- Toledo, J., Flores, S., Campos, S., Villaseñor, A., Enkerlin, W., Liedo, P.,... & Montoya, P. (2017). Pathogenicity of three formulations of *Beauveria bassiana* and efficacy of autoinoculation devices and sterile fruit fly males for dissemination of conidia for the control of *Ceratitiscapitata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 164(3), 340-349.
- Wekesa, V. W., Maniania, N. K., Knapp, M., & Boga, H. I. (2005). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the tobacco spider mite *Tetranychus evansi*. *Experimental and Applied Acarology*, 36(1), 41-50.
- Wraight, S. P., Carruthers, R. I., Jaronski, S. T., Bradley, C. A., Garza, C. J., & Galaini-Wraight, S. (2000). Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological Control*, 17(3), 203-217.
- Ekesi, S., Maniania, N. K., & Lux, S. A. (2002). Mortality in three African tephritid fruit fly puparia and adults caused by the entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Biocontrol Science and Technology*, 12(1), 7-17.
- Wraight, S. P., Carruthers, R. I., Jaronski, S. T., Bradley, C. A., Garza, C. J., & Galaini-Wraight, S. (2000). Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological Control*, 17(3), 203-217.

7. ANEXOS

