



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Diploma

Uso de hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en diferentes especies de plantas hospederas bajo condiciones de invernadero.

AUTORES

Br. María Magdalena Estrada Ocampo
Br. Jerzaly Margarita Pavón Muñoz

Asesor:

Dr. Arnulfo José Monzón C.

Managua, Nicaragua

Septiembre, 2012

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a **Dios**, por darme la vida, la sabiduría, la fortaleza y los medios para concluir con mis estudios.

A mi **familia** por ser parte de mi formación personal.

A mi hermana **Norma Lidia Estrada Ocampo**, por su apoyo y comprensión.

A mi madre **Blanca Ocampo Gutiérrez** por sus consejos, por animarme, apoyarme y por inculcarme siempre el amor a Dios.

A mi esposo **Oscar Ricardo Quijano Urroz** por animarme siempre a seguir adelante y su apoyo incondicional.

A mi hermana **Ruth Nohemí Estrada Ocampo** por su comprensión y motivación

A mi hermana **Mara Luz Estrada Ocampo** por haberme brindado su amor, apoyo, comprensión y por compartir juntas este sueño.

Y a mi gran amiga **Merling Belén Cornejo Cálix** (q.e.p.d) por haberme brindado su amistad incondicional.

María Magdalena Estrada Ocampo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a **Dios**, por el don de la vida y por ser una luz y guía en mi vida.

A mis padres José Félix Pavón López y Juana Muñoz Gaitán, por el apoyo incondicional que me han brindado en el transcurso de mi carrera y por ser un ejemplo vivo de virtudes y deseo de superación.

A mi esposo Elmer Rodríguez, por el apoyo, cariño y amor que me ha brindado a lo largo de mi carrera.

A mi hijo Jeremy Rodríguez Pavón, por ser la luz de mis ojos, y la inspiración para lograr mis metas.

A mis hermanos Jackzanira y Edixon Pavón, por apoyarme en los momentos difíciles de mi vida y por darme ánimos para salir adelante.

A mi amiga Merling Belén Cornejo Calix (q.e.p.d), por su amistad

Jerzaly Margarita Pavón Muñoz

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a **Dios** por darme la vida, la sabiduría y la oportunidad de terminar mi carrera.

A mi **familia**, a mi **esposo**.

Al Dr. **Arnulfo José Monzón Centeno** por su apoyo, por su paciencia, y por darnos el privilegio de trabajar con él.

Al personal del laboratorio de hongos entomopatógenos, en especial al Ing. **Víctor Ramón Monzón**.

Al Lic. **Sergio Orlando Ramírez Molina**.

Al Lic. **José Luis Delgado**.

A mi amiga y compañera de tesis **Jerzaly Margarita Pavón Muñoz** por comprenderme y animarme a concluir este trabajo.

María Magdalena Estrada Ocampo

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado la vida y la sabiduría para culminar mi carrera

A **mis padres** por el apoyo económico y moral que me brindaron en todo el transcurso de mi educación para llegar a ser una persona de bien y luchar para lograr todos mis propósitos.

A **mi esposo y hermanos** por apoyarme económicamente para terminar mi carrera

A mi amiga y compañera de tesis **María Magdalena Estrada Ocampo**, por brindarme su amistad,

A mi asesor **Dr. Arnulfo José Monzón Centeno** por brindarme su apoyo, dedicación y paciencia al instruirme y transmitirme sus conocimientos durante la elaboración de este trabajo de investigación.

A mi amiga **Mara Luz Estrada Ocampo**, por haberme brindado su amistad

Al personal de laboratorio de hongos entomopatógenos en especial a **Ing. Víctor Ramón Monzón**

Al **Lic. Sergio Orlando Ramírez** y el **Lic. José Luis Delgado** por habernos brindado su apoyo.

Jerzaly Margarita Pavón Muñoz

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vi
RESUMEN.....	vi
SUMMARY.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4.1. Ubicación del ensayo.....	6
4.2. Manejo del experimento.....	6
4.2.1 Plantas hospederas.....	6
4.2.2 Obtención de la mosca blanca.....	6
4.2.3 Infestación de la mosca.....	6
4.2.4 Inoculación con hongos entomopatógenos.....	7
4.2.5 Caracterización del hongo.....	7
4.2.6 Diseño experimental.....	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
5.1. Influencia de la especie de planta sobre el número de huevos de <i>B. tabaci</i>	10
5.2. Influencia de la especie de planta sobre el número de ninfas de <i>B. tabaci</i>	10
5.3. Número de ninfas muertas.....	11
5.4. Numero de adultos emergidos.....	16
5.5. Ciclo bilógico de mosca blanca.....	15
V. CONCLUSIONES.....	22
VI. RECOMENDACIONES.....	23
VII. BIBLIOGRAFIA.....	24
VIII. ANEXOS.....	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página No.
1	Número promedio de huevos de <i>B. tabaci</i> en cuatro especies de plantas hospederas.	.....10
2	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> en cuatro especies de plantas hospederas.	.....11
3	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas por <i>P. fumosoroseus</i> cepa Nic en cuatro especies de plantas hospederas.	.....12
4	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas en diferentes momentos después de la aplicación de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> cepa Nic.	.....12
5	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas por <i>P. fumosoroseus</i> cepa CR en cuatro especies de plantas hospederas.	.....13
6	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas en diferentes momentos después de la aplicación de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> cepa CR.	.....13
7	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas por <i>B. bassiana</i> cepa 114 en cuatro especies de plantas hospederas.	.....14
8	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas en diferentes momentos después de la aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> cepa 114	.....14
9	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas por <i>M. anisopliae</i> cepa NB en cuatro especies de plantas hospederas.	.....15
10	Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> muertas por <i>Metarhizium anisopliae</i> cepa NB en diferentes momentos después de la aplicación del hongo.	.....15
11	Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con <i>P. fumosoroseus</i> cepa Nic.	.....16
12	Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> emergidos en diferentes momentos después de la aplicación <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> cepa Nic.	.....17
13	Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con <i>P. fumosoroseus</i> cepa CR.	.....17
14	Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> emergidos en diferentes momentos después de la aplicación de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> cepa CR.	.....18
15	Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con <i>B. bassiana</i> cepa 114.	.....19
16	Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> emergidos en diferentes momentos después de la aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> cepa 114.	.....19
17	Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con <i>M. anisopliae</i> cepa NB.	.....20
18	Número promedio de adultos emergidos en diferentes momentos después de la aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> cepa NB.	.....20

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de diferentes cepas de hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca en diferentes especies de plantas hospederas. El estudio se realizó en la Universidad Nacional Agraria entre los meses de Octubre 2010 a Febrero 2011. Los tratamientos consistieron en cuatro especies de plantas: Tomate (*Solanum lycopersicum* L), Frijol (*Phaseolus vulgaris* L), Pipián (*Cucurbita mixta*) y Berenjena (*Solanum melongena*). Los hongos entomopatógenos utilizados en el estudio fueron: *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Realizando un experimento con cada una de las cepas de hongos evaluados. Cada planta fue infestada con 15 parejas de adultos de mosca blanca, obtenidas de una cría de mosca blanca en plantas de frijol. Cuando las ninfas alcanzaron el estado ninfa III, se procedió a la inoculación de los hongos. Para cada especie de planta se utilizó un testigo el que fue tratado con agua destilada. Los muestreos se realizaron cada 48 horas, iniciando 96 horas después de la aplicación de los hongos entomopatógenos. Las variables evaluadas fueron: Número de huevos, número de ninfas, número de ninfas muertas y número de adultos emergidos. Las ninfas muertas se colocaron en cámara húmeda para propiciar el crecimiento del hongo, para su debida identificación. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y también hubo diferencias significativas entre fechas de muestreo. En general en las plantas de tomate se observó mayor mortalidad de ninfas. En plantas de tomate y frijol la mayor mortalidad de ninfas de *B. tabaci* fue causada por *Metarhizium anisopliae* cepa – NB. En plantas de Berenjena y Pipián *Paecilomyces fumosoroseus* cepa–Nic fue el que causó la mayor mortalidad de ninfas. Los tratamientos testigos Tomate, Frijol y Berenjena presentaron la menor mortalidad de ninfas. El mayor número de adultos emergidos se observó en el tratamiento Berenjena testigo y el menor número de adultos emergidos se presentó en tratamiento Pipián tratado con *Beauveria bassiana* cepa 114.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the influence of different strains of entomopathogenic fungi for control of whitefly on different host plant species. The study was conducted at the National Agrarian University in the months of October 2010 to February 2011. Treatments consisted of four plant species: tomato (*Solanum lycopersicum* L), bean (*Phaseolus vulgaris* L), pipián (*Cucurbita mixed*) and eggplant (*Solanum melongena*). Entomopathogenic fungi used in the study were: *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. We used a completely randomized design with four treatments and four replications. Performing an experiment with each of the fungal strains tested. Each plant was infested with 15 pairs of whitefly adults, obtained from a breeding whitefly on bean plants. When they reached the state nymphs nymph III, we proceeded to the inoculation of the fungus. For each plant species used a witness who was treated with distilled water. Samples were taken every 48 hours, beginning 96 hours after application of entomopathogenic fungi. The variables evaluated were: number of eggs, nymphs number, number of dead nymphs and emerged number. Dead nymphs were placed in a humidity chamber to promote fungus growth, for proper identification. Significant differences between treatments and significant differences between sampling dates. Generally in the tomato plants showed higher mortality of nymphs. In tomato and bean plants increased mortality of nymphs of *B. tabaci* was caused by *Metarhizium anisopliae* cepa - NB. In eggplants and *Paecilomyces fumosoroseus* strain pipián Nic was the one that caused the greatest mortality ninfas. Los testigos tomate treatments, beans and eggplant had the lowest mortality of nymphs. The greatest number of were observed in the emerged eggplant witness treatment and fewer emerged from pupae treatment occurred in treated pipián *Beauveria bassiana* strain 114.

I. INTRODUCCIÓN

La mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius: Homóptera: Aleyrodidae) es originaria del sur de Asia. En Centro América fue reportada primeramente en 1963 en El Salvador causando pérdidas en el cultivo del algodón y posteriormente en otros países de la región de Centro América. Actualmente se encuentra distribuida en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Sarria 1998). El surgimiento y explosiones poblacionales de esta plaga en América Central estuvo relacionado a la siembra del algodón y al uso excesivo de plaguicidas. En este cultivo, la incidencia de mosca blanca se presentó asociada con la transmisión del virus del enrollamiento de la hoja del algodón (Ramírez 1992).

En Nicaragua los primeros reportes de pérdidas ocasionadas por mosca blanca en el cultivo de tomate fueron reportadas a partir de los años 70 en Tisma Masaya donde se observó una enfermedad que se creyó era transmitida por mosca blanca. A inicio de los 80 esta enfermedad también apareció en el valle de Sébaco y fue asociada con el incremento de las poblaciones de mosca blanca (Rojas *et al.*, 2000).

En Nicaragua las infestaciones de la mosca blanca *B. tabaci* empezaron a cobrar importancia a partir de 1973, en el cultivo del algodón. En 1986 se inician los primeros reportes de daño por este insecto sobre el cultivo del tomate y a partir de 1990 se producen grandes infestaciones y severas pérdidas en tomate, chiltoma, cucurbitáceas, frijol y tabaco, alcanzándose las pérdidas más dramáticas en el cultivo de tomate. Actualmente en Nicaragua el problema con el complejo mosca blanca-geminivirus se considera aún no resuelto, particularmente en el caso del tomate. En éste, continúa siendo el principal problema fitosanitario, sobre todo en épocas calientes (Hilje 2000). *B. tabaci* llegó a causar como vector de virus en tomate pérdidas de 30 a 100% en el ciclo de 1991-1992 en el valle de Sébaco en Nicaragua (Morales *et al.*, 1998).

Durante la década de 1990, *B. tabaci* se convirtió en una de las plagas más importante de los trópicos y sub trópicos del mundo, incluyendo Centro América. El pequeño productor llegó a gastar hasta US\$280/ha y los grandes productores US\$840/ha para el control de mosca blanca, principalmente con insecticidas (Padilla, 1997).

La duración del ciclo de vida de *B. tabaci* varía según las condiciones ambientales y el tipo de hospedante (Gerling *et al.*, 1986). Horowitz (1983) determinó que en el cultivo de algodón a 30 °C *B. tabaci* completa su ciclo en 17.7 días. El huevo dura 5.3 días, 2.5 el instar1 (N1), 3 el instar2 (N2), 2.6 el instar3 (N3) y 4.3 el instar4 (N4). En cambio en condiciones de campo, a 24°C y 70% HR, lo completa en 28 días (Eichelkraut y Cardona 1989).

La mosca blanca daña la planta de muchas formas causa daños directos al alimentarse succionando la savia lo cual trae como consecuencia clorosis y hasta la muerte de la planta. Otro daño directo se relaciona con la producción de extractos azucarados sobre los cuales se

desarrollan hongos, dañando la apariencia del producto y dificultándose la función clorofílica debido al bloqueo de la luz. Sin embargo el daño más importante se debe a la transmisión de virus, específicamente los geminivirus (Perring *et al.*, 1991).

Los problemas con *B. tabaci* se incrementaron debido a la presencia de un nuevo biotipo. En 1990 apareció en el Valle Imperial, California EE.UU el biotipo B de *B. tabaci*, causando pérdidas de aproximadamente 111 millones de dólares (González *et al.*, 1992). Este biotipo se diferencia del biotipo A, por poseer un mayor rango de hospedantes, mayor fecundidad y por producir mayor cantidad de mielecilla (Perring *et al.*, 1991). Además, induce alteraciones fisiológicas en las plantas afectadas, como el síntoma de la hoja plateada en algunas cucurbitáceas y la maduración irregular del fruto de tomate (Perring *et al.*, 1991). Algunos autores (Perring *et al.*, 1993) indican que el biotipo B es realmente una nueva especie, denominada, mosca blanca de la hoja plateada. Actualmente dicho biotipo se encuentra ampliamente distribuido en México y la cuenca del Caribe, convirtiéndose en el biotipo predominante. No obstante, existen en América Central otros biotipos como el C en tomate, en Costa Rica y el D en calabaza en Nicaragua (Brown 1993).

Aunque *B. tabaci* ha sido considerada como una especie polífaga, se han descubierto poblaciones monófagas (Brown *et al.*, 1995; Perring 2001; Thompson 2003). Al respecto, se sugiere que existe un amplio rango de diferencias genéticas entre las poblaciones de *B. tabaci*, razón por la que se adapta fácilmente a nuevos hospederos y climas en distintas regiones geográficas (Basu 1995). Esta característica también podría asociarse con las variaciones morfológicas que sufre la especie en las diferentes especies de plantas (Mohanty y Basu 1986).

La ineficacia del control de *B. tabaci* mediante insecticidas sugiere el desarrollo de resistencia. Los primeros indicios de resistencia provienen de sistemas de cultivos intensivos, como el algodón (Dittrich y Ernst 1990). Uno de los aspectos que influyen en la problemática de esta plaga, es su alta plasticidad genética, lo que le permite a esta especie desarrollar resistencia rápidamente a los insecticidas. Además la distribución de los estados inmaduros de la plaga dificulta el control con productos químicos (Hilje 1996).

Debido a la importancia económica de *B. tabaci* y su parecido a otras plagas no dañinas, muchos agricultores toman acción para controlar principalmente con químicos, como consecuencia se eliminan los enemigos naturales, se contamina el ambiente y estas especies de moscas blancas se vuelven resistentes a los insecticidas, surgiendo como plagas primarias (Caballero 1994).

Los problemas con el complejo mosca blanca y geminivirus, han alcanzado una gran magnitud mundial en los últimos años por lo que los esfuerzos en investigación básica y aplicada se han enfocado al desarrollo de métodos alternativos para su control (Quintero *et al.*, 2001). En este sentido, los productos biológicos, principalmente los elaborados a base de

hongos entomopatógenos, constituyen una de las alternativas de control de mosca blanca. Los hongos entomopatógenos son organismos microscópicos que se encuentran de forma natural en el campo. Estos tienen la capacidad de causar enfermedades en los insectos plagas hasta causar su muerte, por lo que son importantes agentes de control de plagas. Además, no son dañinos para el medio ambiente, no afectan a los insectos benéficos, no causan resistencia a las plagas, por lo que es una opción de manejo sostenible. Por otro lado por tratarse de organismos vivos no dejan residuos tóxicos en los productos, por lo que son de mucha ayuda en la agricultura orgánica (Pineda 2000).

Más de 20 especies de hongos infectan mosca blanca *B. tabaci*, entre las que se destacan las que pertenecen a los géneros *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Aschersonia*, *Beauveria* y *Metarhizium* (Pozo y Rodríguez 2003). Los niveles de control con estos hongos es variable, alcanzando en muchos casos niveles superiores al 80% (Wraight *et al.*, 2000). En otros casos se ha obtenido 65% de control de *B. tabaci* después de 5 aplicaciones semanales de *B. bassiana* cepa GHA (Poprawski 1999). En brócoli Wraight *et al.*, (1996) reportan 75% de control de mosca blanca con *P.fumosoroseus* y 38% con *B. bassiana*.

Paecilomyces fumosoroseus ha sido reconocido por más de 20 años como uno de los más importantes agentes biocontroladores contra las plagas de aleyrodidos en cultivos de campo y de invernaderos (Valencia 2000). Este hongo tiene gran potencial sobre el control de *B.tabaci* (Nuñez 1995). Trabajos realizados por Wraight *et al.*, (1998), encontraron niveles de mortalidad sobre ninfas de *B. tabaci* entre el 68% y el 94%, ocasionados por *P. fumosoroseus*. Este hongo afecta a una amplia variedad de insectos, incluyendo las moscas blancas, tanto en estados inmaduros como en la fase de adulto.

Su temperatura óptima de desarrollo es 28°C y sus esporas se adaptan mejor a las condiciones tropicales que las de *Verticillium lecanii*, por ser de mayor tamaño (Hall 1993, Hernández y Berlanga 1995).

El hongo *Beauveria bassiana* BalsamoVuillemin se ha evaluado contra más especies de insectos que cualquier otro hongo, se conocen actualmente cerca de 500 hospederos para este hongo (Alves, 1986). Este hongo comúnmente parasita insectos de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Hemiptera (Falcon, 1985; Tanada y Kaya, 1993; Humber, 1996). A nivel de campo este hongo se ha desarrollado exitosamente como agente de control biológico de diversos insectos plaga como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) (Goettel, 1992; Godonou *et al.*, 2000), la broca del café *Hypothenemus hampei* (Gaitán *et al.*, 2002) y la langosta (*Schistocerca piceifrons*) (Pariona *et al.*, 2007). *B. bassiana* también se ha evaluado contra huevos y ninfas de *B. tabaci*, donde ha mostrado diferentes grados de patogenicidad. Por ejemplo, Al-Deghairi (2008) reporta que ocasiona bajos porcentajes de mortalidad en huevos. Por el contrario, en algunos estudios en ninfas se han encontrado porcentajes de mortalidad de hasta el 96.5% (Espinell *et al.*, 2008). La patogenicidad se ha comprobado que depende de las características propias de los aislamientos, como lo demuestran Vicentini *et*

al., (2001), quienes encontraron que la mortalidad de ninfas de *B. tabaci* varió del 6.1 a 92.3% al evaluar 50 aislamientos de *B. bassiana*.

Metarhizium anisopliae (Metschnikoff) Sorokin. Este patógeno se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, siendo aislado fácilmente de suelos, donde puede sobrevivir por lapsos prolongados, también ha sido aislado de una gran variedad de insectos, siendo utilizados en programa de control de plagas a nivel mundial. 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).

A pesar de las amplias perspectivas que los enemigos naturales ofrecen para el control de las moscas blancas y la importancia económica actual de esta plaga en diferentes cultivos en nuestro país, es muy poco lo que se ha avanzado en el conocimiento y manipulación de los agentes de control biológico en el país.

Considerando que *B. tabaci* es una de las plagas de mayor importancia en Nicaragua y que se requiere de métodos alternativos de manejo, con la realización de este trabajo esperamos generar mayor información sobre uso de hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca (*B. tabaci*) en diferentes cultivos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Generar información sobre el efecto de hongos entomopatógenos como método de control sobre *B. tabaci* en diferentes especies de plantas hospederas.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de diferentes cepas de hongos entomopatógenos sobre el ciclo de vida de mosca blanca (*B. tabaci*) en diferentes especies de plantas hospederas.
- Comparar la efectividad de cepas de *B. bassiana*, *P. fumosoroseus* y *M. anisopliae* para el control de ninfas de mosca blanca en diferentes especies de plantas de importancia agrícola.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del ensayo

El estudio se realizó entre los meses de Octubre 2010 y Febrero 2011 en los invernaderos y laboratorio del Departamento de Protección Agrícola y Forestal de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el Km 12 ½ carretera norte con coordenadas geográficas de 12°08' 36'' latitud norte, 86° 09' 49'' latitud oeste con una elevación de 56 msnm (INETER 2002).

4.2. Manejo del experimento.

El estudio fue realizado en condiciones de invernadero a temperatura promedio de 28°C y humedad relativa promedio de 70%. El estudio consistió en la inoculación de diferentes especies de plantas con ninfas de mosca blanca, las que fueron posteriormente tratadas con diferentes cepas de hongos entomopatógenos. Posteriormente las ninfas fueron revisadas registrando la mortalidad y sus causas, así como cambios en su ciclo de vida.

4.2.1 Plantas hospederas

Se utilizaron cuatro especies de plantas hospederas de *B. tabaci*: Berenjena (*Solanum melongena*) variedad china, Tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad peto 98, Pipián (*Cucurbita sp.*) variedad garza, y Frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad INTA Masatepe. Estas especies de plantas fueron seleccionadas por ser cultivos de importancia en Nicaragua, y que son hospederas de mosca blanca (Saunders, 1998). Las plantas se establecieron en maceteras plásticas las que fueron previamente desinfectadas con alcohol al 75 %, posteriormente cada macetera se llenó de sustrato que consistía en una mezcla de abono lombriz (40%), compost (40%) y tierra negra (20%).

4.2.2 Obtención de la mosca blanca

Para la obtención de los insectos utilizados en los experimentos se colectaron adultos de mosca blanca en un cultivo de tomate en el municipio de Tisma departamento de Masaya. Con los insectos colectados en el campo se estableció una cría de mosca blanca en el invernadero de la UNA, en plantas de frijol rojo INTA-Masatepe. Para garantizar la ovoposición de las moscas y evitar la infestación con otros insectos, las plantas fueron colocadas en una jaula de madera y cedazo con dimensiones de 50 x 50 x 75cm. Una vez establecida la cría se obtuvieron los adultos de mosca blanca para realizar las inoculaciones correspondientes.

4.2.3 Infestación de la mosca

Las plantas que se utilizaron en el experimento fueron establecidas individualmente en maceteras, suministrándole riego diariamente, 25 días después de la siembra un grupo de 30

adultos de *B. tabaci* provenientes de la cría, fueron colocados en una trampa de clip en una de las hojas de cada hospedante para garantizar la ovoposición y ubicación de los huevos. Después de dos días los adultos fueron removidos de las trampas. El desarrollo de los huevos y emergencia de las ninfas fue observado diariamente con ayuda de un microscopio estereoscópico, hasta que estas alcanzaron el tercer instar.

Del total de ninfas que alcanzaron el tercer instar se seleccionaron 30 ninfas en una de las hojas de cada hospedante para la realización de los experimentos. Para fines de muestreo y seguimiento del experimento, dos días antes de la inoculación del hongo, sobre la hoja se trazó un círculo que contenía las 30 ninfas seleccionadas para el estudio.

Para determinar la duración del ciclo biológico tomamos en cuenta el tiempo a partir de la infestación de los adultos de mosca blanca hasta observar el último adulto emergido.

4.2.4 Inoculación con hongos entomopatógenos.

A partir de cultivos puros de los hongos utilizados se prepararon concentraciones de 1×10^8 conidias/ml, con una viabilidad de conidias de 95%.

La inoculación con el hongo se realizó a los ocho días después de la ovoposición, utilizando el método de inmersión. Las hojas que contenían las 30 ninfas seleccionadas para los experimentos fueron sumergidos en la suspensión conidial (1×10^8 conidias/ml) por un minuto.

Después de la aplicación (inoculación) de los hongos entomopatógenos, las plantas se mantuvieron en el invernadero, en condiciones de luz normal y a temperatura promedio de 28°C. Cada hoja tratada fue cubierta con una caja plástica durante 24 horas, para garantizar alta humedad relativa para promover la germinación y el crecimiento del hongo.

Después de realizada la inoculación, el grupo de 30 ninfas seleccionadas fueron observadas cada 48 horas hasta observar la última ninfa muerta. En cada muestreo se registró el total de ninfas vivas, total de ninfas muertas, total de adultos emergidos y se registraba cualquier otro evento asociado al efecto de los hongos sobre la mosca blanca. Cada ninfa muerta fue transferida individualmente a una cámara húmeda en platos petri. Las muestras colocadas en cámara húmeda fueron observadas cada 24 horas por 7 días para registrar el crecimiento del hongo sobre la ninfa. El hongo que se encontró creciendo sobre las ninfas (cadáveres) fue re-aislado en medio de cultivo hasta obtener un cultivo puro.

4.2.5 Caracterización del hongo

Para la caracterización de cada hongo se tomaron en cuenta la apariencia de la colonia, velocidad de crecimiento, tamaño, forma y color de las estructuras reproductivas. Se realizó un re-aislamiento de los hongos de cada especie creciendo sobre las ninfas (cadáveres) de

mosca blanca de donde se obtuvo un cultivo puro para su caracterización morfológica. Cada especie de hongo fue cultivado en platos Petri en medio PDA (Papa Dextrosa Agar) excepto *M anisopliae* que fue cultivado en medio SDA (Sabouraud Dextrosa Agar).

Para la medición de las estructuras reproductivas se tomó una muestra del cultivo de los hongos y se colocó sobre una gota de agua depositada en un portaobjetos la que fue luego observada a través del microscopio. Para determinar el tamaño de las estructuras de los hongos se utilizó un ocular micrométrico, el que fue previamente calibrado utilizando un micrómetro objetivo. La caracterización de las cepas de los hongos entomopatógenos se presenta en el anexo 1.

4.2.6 Diseño experimental

El experimento fue establecido como Diseño completamente aleatorizado (DCA) en el invernadero del DPAF/UNA. Los tratamientos consistieron en cuatro especies de plantas, las que fueron evaluadas con cuatro cepas de hongos entomopatógenos. Se utilizó además un tratamiento sin aplicación de hongos (testigo) para cada especie de planta, para un total de 8 tratamientos (Tabla 1). En total se realizaron cuatro experimentos, uno para cada cepa de hongo. El tratamiento testigo consistió en agua destilada y fue manejado de la misma manera que los tratamientos con hongos. Se utilizaron cuatro repeticiones y cada repetición estuvo constituida por una planta.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Experimento	Especies de hongos y testigo	Especies de plantas (Tratamientos)			
		Tomate	Pipián	Frijol	Berenjena
1	<i>P. fumosoroseus</i> cepa Nic.	X	X	X	X
	Testigo	X	X	X	X
2	<i>P. fumosoroseus</i> cepa CR	X	X	X	X
	Testigo	X	X	X	X
3	<i>B. bassiana</i> cepa 114	X	X	X	X
	Testigo	X	X	X	X
4	<i>M. anisopliae</i> cepa NB	X	X	X	X
	Testigo	X	X	X	X

4.2.7 Variables evaluadas.

- Numero de huevos
- Numero de ninfas
- Numero de ninfas muertas
- Numero de adultos emergidos.
- Duración del ciclo biológico.

4.2.8 Análisis estadístico

Previamente al análisis, los datos fueron transformados mediante la fórmula: $\sqrt{y + 0.5}$, donde y corresponde al valor de cada variable evaluada. Los datos transformados fueron analizados mediante análisis de varianza de medidas repetidas (parcela dividida en el tiempo), comparando simultáneamente las especies de plantas y las fechas de muestreo. Cuando se encontraron diferencias significativas en los efectos principales de tratamientos (especie de planta) y fecha de muestreo, se procedió a realizar una comparación de medias de Tukey (α : 0.05), para ordenar las medias por tratamiento. Cuando las interacciones resultaron significativas, se procedió a realizar una comparación de medias de tratamientos en cada fecha de muestreo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se evaluaron cuatro especies de plantas con tres especies de hongos. Todos los hongos evaluados tuvieron efecto sobre *B. tabaci* en todas las especies de plantas. Los resultados se presentan en el orden que se evaluaron las variables, por especie y cepa de hongo.

5.1. Influencia de la especie de planta sobre el número de huevos de *B. tabaci*

El promedio general fue de 143.3 huevos por hoja. No se encontró diferencias significativas de número de huevos entre las especies de plantas. Sin embargo, se observó que el número de huevos fue variable en las diferentes especies, observándose mayor número en las plantas de berenjena. Así mismo, en las plantas de pipián se observó el menor número de huevos (Cuadro 1). Costa *et al.*, (1991), señala que el número de huevos ovopositados no es indicador de la tasa de sobrevivencia.

Cuadro 1. Número promedio de huevos de *B. tabaci* en cuatro especies de plantas hospederas.

Especie de planta	Número promedio de huevos
Berenjena	198.79
tomate	165.38
Frijol	126.50
Pipián	82.55
Promedio general	143.30

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre el número de huevos en las especies de plantas, los datos del cuadro 1 sugieren que la mosca blanca tuvo una aparente preferencia para ovopositar en las plantas de berenjena y tomate, no así en pipián donde se observó la menor ovoposición.

5.2. Influencia de la especie de planta sobre el número de ninfas de *B. tabaci*

El promedio general fue de 12.05 ninfas por hoja. Se encontraron diferencias significativas ($P: 0.001$) en el número de ninfas entre las especies de plantas. El mayor número de ninfas se observó en las plantas de tomate, este resultado refleja la preferencia que *B. tabaci* tiene por esta especie de planta. Este resultado pudo haber sido influido por el número de huevos, ya que las plantas de tomate presentaron el segundo mayor número de huevos. Seguido por berenjena. Según Morales y Cermeli (2001) *B. tabaci* tiene mayor preferencia para la ovoposición y desarrollo ninfal en el cultivo de tomate. El número de ninfas fue significativamente menor en las plantas de pipián (**Cuadro 2**). Este resultado es opuesto a lo

reportado por Zalom *et al.*, (1995) quienes indican que *B. tabaci* exhibe fuerte preferencia para pipián (*Cucúrbita spp*).

Cuadro 2. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* en cuatro especies de plantas hospederas.

Especie de planta	Número promedio de ninfas
Tomate	19.25 a
Berenjena	12.90 ab
Frijol	10.03 b
Pipián	6.05 b
Promedio general	12.05

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

5.3. Número de ninfas muertas

Para la variable número de ninfas muertas el análisis indica que hubo diferencias significativas entre las especies de plantas evaluadas. El promedio general fue de 1.65 ninfas muertas y se observó mayor número de ninfas muertas en las plantas de tomate tratadas con *B. bassiana* y en tomate tratado con *M. anisopliae* los que presentaron un promedio de 6.62 ninfas muertas por hoja.

***Paecilomyces fumosoroseus* cepa Nic.** El número promedio general fue de 3.18 ninfas muertas por hoja, encontrando diferencias significativas entre tratamientos (P:0.0001). El mayor número de ninfas muertas se registró en el tratamiento pipián, con un número promedio de 4.37 ninfas muertas. En los tratamientos testigos de tomate, frijol y berenjena no se observó mortalidad de ninfas, por lo que podemos asumir que la mortalidad observada fue debida al efecto del hongo, ya que a los tratamientos testigos solamente se les aplicó agua destilada (**Cuadro 3**).

No se encontró diferencias significativas entre fechas de muestreo (P: 0.0001). El mayor número de ninfas muertas ocurrió a los ocho días después de la aplicación del hongo (tercera fecha de muestreo), lo que sugiere que es en esta fecha que el hongo tuvo su mayor efecto sobre las ninfas. El menor número de ninfas muertas se registró a los cuatro días después de la aplicación del hongo (primera fecha de muestreo) (**Cuadro 4**). La baja mortalidad de ninfas observada en esta fecha pudo ser debido a que la aplicación era reciente y el hongo aún no completaba el proceso patogénico sobre las ninfas.

Cuadro 3. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas por *P. fumosoroseus* cepa Nic en cuatro especies de plantas hospederas.

Especie de planta	Número ninfas muertas (Promedio)	
	<i>P. fumosoroseus</i> Nic.	Testigo
Pipían	4.37 a	0.25bc
Tomate	2.81 ab	0.00 c
Berenjena	2.81 ab	0.00 c
Frijol	2.75 ab	0.00 c
Promedio general	3.18	0.06

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

Cuadro 4. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas en diferentes momentos después de la aplicación de *P. fumosoroseus* cepa Nic.

Días después de la aplicación	Promedios
8	2.43a
6	2.12a
10	1.78a
4	0.15a

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

***Paecilomyces fumosoroseus* cepa CR.** El número promedio general fue de 2.7 ninfas muertas. El número de ninfas muertas fue significativamente mayor ($P:0.0001$) en el tratamiento tomate, con un número promedio de 6.62, seguido por el tratamiento frijol con un número promedio de 2.56. El menor número de ninfas muertas se observó en los tratamientos testigos de berenjena, frijol, pipián y tomate donde no se observó mortalidad de ninfas (**Cuadro 5**). Este resultado refleja el efecto que *P. fumosoroseus* cepa CR tiene sobre *B. tabaci*, ya que en las plantas que fueron tratadas únicamente con agua (testigo) no se observó efecto sobre las ninfas.

Para el hongo *P. fumosoroseus* cepa CR, hubo diferencias significativas ($P: 0.0155$) entre fechas de muestreo. Se observó que a los seis días después de la aplicación del hongo (segunda fecha de muestreo) se registró la mayor mortalidad de ninfas (2.43); registrando el mayor número de ninfas muertas en menos tiempo que *P. fumosoroseus* cepa Nic probablemente debido una diferencia en la virulencia de ambas cepas. El menor número de

ninfas muertas se registró a los cuatro días después de la aplicación del hongo (primera fecha de muestreo), en la cuarta fecha no se registro mortalidad (**Cuadro 6**). Este resultado puede ser debido a que las ninfas que han logrado sobrevivir hasta este momento tienen menos probabilidad de morir y por lo tanto alcanzan su estado adulto.

Cuadro 5. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas por *P. fumosoroseus* cepa CR en cuatro especies de plantas hospederas

Especie de planta	Número ninfas muertas (Promedio)	
	<i>P. fumosoroseus</i> CR	Testigo
Tomate	6.62 a	0.00 b
Frijol	2.56 b	0.00 b
Pipián	0.81 b	0.00 b
Berenjena	0.81 b	0.00 b
Promedio general	2.7	0.00 b

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

Cuadro 6. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas en diferentes momentos después de la aplicación de *P. fumosoroseus* cepa CR

Días después de la aplicación	Promedios
6	2.43 a
8	1.87 ab
4	1.09 ab
10	0.00 b

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

***Beauveria bassiana* cepa 114.** El número promedio general fue de 3.45 ninfas muertas por hoja, encontrando diferencias significativas entre tratamientos (P: 0.0001). El mayor número de ninfas muertas se registró en el tratamiento tomate, con un número promedio de 6.5. En los tratamientos testigos (tomate, pipián, frijol y berenjena) no se encontraron ninfas muertas, debido a que estos tratamientos se les aplicó agua destilada, lo que indica que la mortalidad observada en las plantas tratadas con *B. bassiana* es debida a la acción del hongo y no a otra causa (**Cuadro 7**).

Cuadro 7. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas por *B. bassiana* cepa 114 en cuatro especies de plantas hospederas

. Especie de planta	Número ninfas muertas (Promedio)	
	<i>B. bassiana</i>	Testigo
Tomate	6.50 a	0.00 b
Berenjena	5.43 a	0.00 b
Frijol	1.50 b	0.00 b
Pipián	0.37 b	0.00 b
Promedio general	3.45	0.00

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

Se encontró diferencias significativas (P: 0.0001) entre fechas de muestreo, el mayor número de ninfas muertas se registró a los seis días después de la aplicación del hongo (segunda fecha de muestreo), lo que sugiere que es en este período que el hongo tiene mayor actividad sobre las ninfas de mosca blanca, debido a su virulencia. El menor número de ninfas muertas se registró a los ocho días después de la aplicación del hongo (tercera fecha de muestreo). Después de esta fecha no quedaban más ninfas, debido a que todas murieron entre los cuatro y ocho días después de la aplicación del hongo (**Cuadro 8**).

Cuadro 8. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas en diferentes momentos después de la aplicación de *B. bassiana* cepa 114

Días después de la aplicación	Promedios
6	3.62 a
4	1.78 b
8	1.50 bc
10	0.00 c

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

***Metarhizium anisopliae* cepa NB.** El número promedio general fue de 3.74 ninfas muertas, Hubo diferencias significativas entre tratamientos (P:0.0001). El mayor número de ninfas muertas ocurrió en el tratamiento tomate, con un número promedio de 6.62, seguido por frijol con 3.25, lo que sugiere que estas especies de plantas favorecen el efecto de *M.anisopliae* sobre las ninfas. En los tratamientos testigos no se registró mortalidad de ninfas (**Cuadro 9**).

Cuadro 9. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas por *M. anisopliae* cepa NB en cuatro especies de plantas hospederas

Especie de planta	Número ninfas muertas (Promedio)	
	<i>M. anisopliae</i>	Testigo
Tomate	6.62 a	0.00 c
Frijol	3.25 b	0.00 c
Berenjena	2.81 bc	0.00 c
Pipián	2.31 bc	0.00 c
Promedio general	3.74	0.00

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

Se encontró diferencias significativas (P:0.0001) entre fechas de muestreo, el mayor número de ninfas muertas se registró a los seis días después de la aplicación del hongo (segunda fecha de muestreo) esto significa que este hongo completó su ciclo infeccioso en menos tiempo y el menor número de ninfas muertas se registró a los cuatro días después de la aplicación del hongo (primera fecha de muestreo) debido a que el hongo estaba recién aplicado y estaba iniciando su ciclo infeccioso (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* muertas por *M. anisopliae* cepa NB en diferentes momentos después de la aplicación del hongo.

Días después de la aplicación	Promedios
6	2.84 a
8	2.81 a
10	1.03 b
4	0.81 b

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

5.4. Numero de adultos emergidos

Paecilomyces fumosoroseus cepa Nic. El número promedio general fue de 0.60 adultos emergidos. No hubo diferencias significativas entre tratamientos, el mayor número de adultos emergidos se presentó en el tratamiento berenjena testigo con un número promedio de 4.12, seguido por tomate testigo con un número promedio de 3.87. El menor número de adultos emergidos se presentó en el tratamiento frijol, con un número promedio de 0.25 adultos emergidos (**Cuadro 11**). Según Morales y Anderson (2001), el frijol común (*P. vulgaris* L) no es un hospedero preferido por *B. tabaci*, pero en ausencia de otros hospederos puede alimentarse y reproducirse sobre esta leguminosa causando un daño severo como plaga y como vector de virus. Este resultado indica que *P. fumosoroseus* tuvo un efecto significativo sobre las ninfas en tal grado que afectó la emergencia de adultos de *B. tabaci*.

Cuadro 11. Número promedio de adultos de *B. tabaci* emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con *P. fumosoroseus* cepa Nic.

Especie de planta	Número adultos emergidos (Promedio)	
	<i>P. fumosoroseus</i> Nic	Testigo
Berenjena	0.81 a	4.12 a
Pipián	0.81 a	1.75 a
tomate	0.56 a	3.87 a
frijol	0.25 a	3.81 a
Promedio general	0.60	3.38

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

Hubo diferencias significativas (P: 0.002) entre fechas de muestreo; se observó un mayor número de adultos emergidos a los diez días después de la aplicación del hongo (cuarta fecha de muestreo) probablemente porque ya se había completado su ciclo biológico. Según Hilje (1996) el ciclo biológico desde la ovoposición hasta la emergencia del adulto dura de 21 a 45 días. En nuestro caso la emergencia de adultos ocurrió a los 22 días después de la ovoposición. El menor número de adultos emergidos se registró a los cuatro días después de la aplicación del hongo (primera fecha de muestreo) porque las ninfas apenas empezaban su ciclo biológico (**Cuadro 12**).

Cuadro 12. Número promedio de adultos de *B. tabaci* emergidos en diferentes momentos después de la aplicación *P. fumosoroseus* cepa Nic

Días después de la aplicación	Promedios
10	2.62 a
6	2.37 ab
8	2.00 ab
4	0.93 b

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

***Paecilomyces fumosoroseus* cepa CR.** El número promedio general fue de 0.37 adultos emergidos, no hubo diferencias significativas entre tratamientos (P:0.326). El mayor número de adultos emergidos se presentó en el tratamiento berenjena testigo con un número promedio de 4.81, seguido por tomate testigo con un número promedio de 3.18. Este resultado indica que cuando no se aplicó el hongo, el ciclo de vida de *B. tabaci* no fue afectado, ya que los insectos lograron completarlo hasta alcanzar el estado adulto, sugiriendo que a pesar de no ser significativamente diferente, la aplicación de este hongo que pudo tener efecto sobre alguna fase del ciclo del insecto. El menor número de adultos emergidos se registró en el tratamiento tomate, con un número promedio de 0.18, seguido por frijol con un número promedio de 0.31 debido al efecto que tuvo el hongo sobre las ninfas (**Cuadro 13**).

Cuadro 13. Número promedio de adultos de *B. tabaci* emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con *P. fumosoroseus* cepa CR.

Especie de planta	Número de adultos emergidos (Promedio)	
	<i>P. fumosoroseus</i> CR	Testigo
Pipián	0.56 a	0.37a
Berenjena	0.43 a	4.81 a
Frijol	0.31 a	1.87 a
Tomate	0.18 a	3.18 a
Promedio general	0.37	2.55

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

No hubo diferencias significativas entre las fechas de muestreo, presentando el mayor número de adultos emergidos a los seis días después de la aplicación del hongo (segunda fecha de muestreo) podría ser que las condiciones de temperatura le favorecieron para que su ciclo biológico se completara en menos tiempo. El ciclo de vida de mosca blanca puede variar debido a la influencia de diversos factores, de los cuales la temperatura es la más determinante (Salguero1992). El menor número de adultos emergidos se registró a los cuatro días después de la aplicación del hongo (primera fecha de muestreo) porque aun no completaban el ciclo de vida (**Cuadro 14**).

Cuadro 14. Número promedio de adultos de *B. tabaci* emergidos en diferentes momentos después de la aplicación de *P. fumosoroseus* cepa CR.

Días después de la aplicación	Promedios
6	2.65a
8	2.43a
10	0.40a
4	0.37a

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

***Beauveria bassiana* cepa 114.** El número promedio general fue de 0.07 adultos emergidos, se encontró diferencias significativas entre tratamientos (P: 0.0001), el mayor número de adultos emergidos se presentó en los tratamientos tomate testigo con un número promedio de 4.3, seguido por berenjena testigo con un número promedio de 1.4, este resultado probablemente fue porque no había presencia del hongo por lo que el ciclo de vida no resultó afectado. El menor número de adultos emergidos se presentó en el tratamiento pipián donde no se observó emergencia de adultos, seguido por los tratamientos frijol y berenjena, los que presentaron un número promedio de 0.06, pudo ser que este hongo infectó todas las ninfas y probablemente los que emergieron no tuvieron contacto con el hongo (**Cuadro 15**).

Hubo diferencias significativas (P: 0.0004) entre fechas, el mayor número de adultos emergidos se registró a los seis días después de la aplicación del hongo correspondiente a la segunda fecha de muestreo (**Cuadro 16**). En este caso pudo ser que se prestaron las condiciones necesarias para que muchas de las ninfas alcanzaran su ciclo biológico en menos tiempo. Según (Casados 2005) El tiempo de desarrollo de la mosca blanca depende principalmente de la temperatura, de la especie de planta hospedera y de la humedad. El número de adultos emergidos fue menor a los cuatro días después de la aplicación del hongo (primera fecha de muestreo).

Cuadro 15. Número promedio de adultos de *B. tabaci* emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con *B. bassiana* cepa 114.

Especie de planta	Número de adultos emergidos (Promedio)	
	<i>B. bassiana</i>	Testigo
Tomate	0.18 b	4.31 a
Berenjena	0.06 b	1.37 b
Frijol	0.06 b	1.31 b
Pipián	0.00 b	0.25 b
Promedio general	0.07	0.18

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

Cuadro 16. Número promedio de adultos de *B. tabaci* emergidos en diferentes momentos después de la aplicación de *B. bassiana* cepa 114

Días después de la aplicación	Promedios
6	1.65 a
8	1.09 ab
10	0.62 b
4	0.40 b

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

***Metarhizium anisopliae* cepa NB.** El número promedio general fue de 0.18 adultos emergidos, se encontró diferencias significativas entre tratamientos (P: 0.0005). El menor número de adultos emergidos se presentó en los tratamientos pipián con un número promedio de 0.1, seguido por tomate y berenjena los que tuvieron un número promedio de 0.2, debido al efecto que tuvo el hongo sobre las ninfas, de modo que muy pocos individuos alcanzaron el estado adulto. El mayor número de adultos emergidos se registró en el tratamiento tomate testigo con un número promedio de 4.3, seguido por berenjena testigo con un número promedio de 2.7 (**Cuadro 17**) ya que a estas solo se les aplico agua destilada, lo que no tuvo ningún efecto sobre las ninfas y les permitió completar el ciclo de vida y emerger.

Cuadro 17. Número promedio de adultos de *B. tabaci* emergidos en cuatro especies de plantas hospederas tratadas con *M. anisopliae* cepa NB.

Especie de planta	Número de adultos emergidos (Promedio)	
	<i>M. anisopliae</i>	Testigo
Frijol	0.25 b	1.56 a
Tomate	0.18 b	4.25 ab
Berenjena	0.18 b	2.62 ab
Pipián	0.12 b	1.75 ab
Promedio general	0.18	2.54

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

Hubo diferencias significativas entre fechas de muestreo (P:0.0001), el mayor número de adultos emergidos se registró a los seis días después de la aplicación del hongo (segunda fecha de muestreo) y el menor número de adultos emergidos se presentó a los cuatro días después de la aplicación del hongo correspondiente a la primera fecha de muestreo (**Cuadro 18**). Este resultado sugiere que el número de adultos emergidos depende de las condiciones en que se encuentren las ninfas, de las características del hospedero y de la efectividad del hongo sobre ellas.

Cuadro 18. Número promedio de adultos emergidos en diferentes momentos después de la aplicación de *M. anisopliae* cepa NB

Días después de la aplicación	Promedios
6	2.15 a
8	1.68 ab
10	1.21 bc
4	0.40 c

Promedios seguidos con la misma letra indica que no hay diferencias significativas según Tukey (0.05).

5.5. Duración del ciclo biológico en las diferentes especies de plantas hospederas.

En las especies de plantas (tomate, pipián y berenjena) el ciclo biológico de la mosca blanca *B. tabaci* se completo en 22 días, a diferencia de frijol que el ciclo biológico se completo en 26 días. Este insecto presenta un ciclo de vida variable, el cual depende en gran medida del

hospedero y de la temperatura, ya que a 32°C el ciclo del insecto dura 19 días y se puede extender a 73 días a 15°C; este periodo puede ser mayor o menor dependiendo de las variaciones de temperatura (**Salguero, 1992**).

V. CONCLUSIONES

Las especies de plantas que tuvieron mayor efecto sobre la ovoposición de huevos y la cantidad ninfas fueron berenjena y tomate ya que estas presentaron el mayor número de huevos y ninfas respectivamente.

En las especies de plantas tomate y berenjena el ciclo biológico de *Bemisia tabaci* se completó en menos tiempo (22 días), a excepción del tratamiento frijol que duró 26 días.

Todas las cepas de hongos entomopatógenos tuvieron mayor efecto sobre ninfas de mosca blanca en el cultivo de tomate a excepción de la cepa *Paecilomyces fumosoroseus* –Nic que registró mayor mortalidad de ninfas en berenjena y pipián.

Metarhizium anisopliae cepa NB fue el hongo que tuvo mayor efecto sobre ninfas de Mosca blanca en plantas de tomate y frijol. La mortalidad causada en tomate fue superior a los demás tratamientos y especies de hongos entomopatógenos.

Paecilomyces fumosoroseus cepa CR fue el hongo que presento menor efecto en cuanto la mortalidad en ninfas de Mosca blanca.

VI. RECOMENDACIONES

Seguir evaluando estas alternativas de control biológico en las diferentes regiones del país para conocer el comportamiento de esta plaga en las diferentes especies de plantas que se cultivan en nuestro país.

Brindar capacitaciones a los productores nicaragüenses sobre los métodos de control biológico sobre todo el uso de hongos entomopatógenos. En particular las cepas que se evaluaron en este estudio.

Al momento de establecer un cultivo se recomienda elegir especies de plantas que sean menos susceptibles al ataque de mosca blanca.

Al establecer una cría de mosca blanca para estudios posteriores en condiciones de invernaderos se recomienda utilizar plantas de frijol ya que estas poseen propiedades que permiten una nueva generación de adultos de mosca blanca libres de cualquier virus.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, S. B. 1986. Fungos entomopatogenicos. *En: Controle microbiano de insetos.* Rostista Alves, S (coordinador). Manole. P 73-126.
- AL-DEGHAIRI, M. A. 2008. Bioassay evaluation of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* vuill against eggs and nymphs of *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: aleyrodidae). *Pakistan Journal of Biological Science* 11:1551-1560.
- BASU, A. N. 1995. *Bemisia tabaci* (Gennadius): crop pest and a principal whitefly vector of plant viruses. Westview Press.
- BROWN, J. K., FROHLICH, D. R., ROSELL, R.C. 1995. The sweet potato or silver leaf whitefly: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. *Annual Review of Entomology* 40: 511-534.
- BROWN, J. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. *En: Las Moscas Blancas* (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje, O. Arboleda (eds.). CATIE, Turrialba. p 1-9.
- CABALLERO, R., RUEDA, A. 1994. Las moscas blancas en Honduras. *In: Las Moscas Blancas* (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Hilje, L., Arboleda, O. Eds. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 50-53.
- COSTA, H., BROWN, J., BYRNE, D. 1991. Life history traits of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on six virus-infected or healthy plant species. *Environ. Entomology*. 20:1102-1107.
- CASADOS, J. 2005. Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon sculemtum* Mill). En la Escuela Nacional de Agricultura (CENCA), Barcena Villa Nueva Guatemala.
- DITTRICH, V., ERNST, G.H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of Whiteflies. *In: Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management.* Gerling, D (ed.). Intercept Ltd, Wimborne, UK. pp 263-286.
- EICHELKRAUT, K., CARDONA, C. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de las Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) como Plaga del Frijol común. Turrialba. 39: 51-55.

- ESPINEL, C., TORREZ, L., GRIJALBA, E., VILLAMIZAR, L., COTES, A. M. 2008. Preformulados para control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en condiciones de laboratorio. Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*. 34:22-27
- FALCON, L. 1985. *Development and Use of Microbial Insecticides in Biological Control in Agricultural IPM Systems*, Academic Press, Londres, pp229-242.
- GAITAN, A., VALDERRAMA, A. M., SALDARIAGA, G., VELEZ, P., BUSTILLO, A. 2002. Genetic Variability of *Beuveria bassiana* Associated to the Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei* and Other Insects. Inglaterra. *Mycological Research* 106: 1307.
- GOETTEL, M. 1992. Fungal Agents for Biocontrol, *Biological Control of Locust and Grasshoppers*. U.K. CAB International Ascot. pp 122-132.
- GERLING, D. 1986. Natural enemies of *Bemisia tabaci* biological characteristics and Potencial as biological control agent: Areview: Agriculture, Ecosystems and Environment 17: 49-110.
- GODONOU, I., GREEN, K. R., ODURO, K. A., LOMER, C. J., AFREH-NUAMAH, A. 2000. Field Evaluation of Selected Formulation of *Beuveria bassiana* for the Management of the Banana Weevil (*Cosmopolites sordidus*) on Plantain (*Musa* spp.) *Biocontrol Science and Technology* 10:779- 788.
- GONZALEZ, R. A., GOLDMAN, G. E., NATWUIK, E.T., ROSEMBERG, H.R., GRIESHOP J.L., SUTTER S.R., FUNAKOSHI, T., DAVILA GARCÍA, S. 1992. Whitefly invasion in Imperial Valley, costs growers, workers millions in losses. *Calif. Agric.* 46: 7-8.
- HALL, R. A. 1993. The use of pathogens to control whiteflies in Europe and the tropics Possibilities for integrated control. *In: Memoria II Taller Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus*. Managua, Nicaragua. 20-22 Octubre. p 35-48.
- HERNANDEZ, V.M., BERLANGA, A.M.1995. Seleccin de aislamientos de *Paecilomyces spp.* y su interacción con otros agentes de control de *Bemisia spp.* *In: Memorias XVIII Congreso Nacional de Control Biológico*. México. p 68-69.
- HOROWITZ, A.R. 1983. Population dynamies of the tabaco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius) on cotton, Ph. D.University. 213p.
- HUMBER, R. 1996. Fungi: Identification, *Manual of Techniques in Insect Pathology*, Academic Press, New York, pp. 153-185.

- HILJE, L. 1996. Introducción. *In: Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. Hilje, L. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Materiales de Enseñanza. p.7-15.
- HILJE, L. 2000. Aspectos Bioecologicos de *Bemisia tabaci* y su importancia en la epidemiología de enfermedades virales. p 193.
- MONZON, A. 2001. Producción uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas* 63: 95-103
- MOHANTY, A.K., BASU, A.N. 1986. Effect of host plants and seasonal factors on intraspecific variations in pupal morphology of the whitefly vector, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Entomological Research* 10:19-26.
- MORALES, F.1998. La evolución de las enfermedades virales en cultivos tradicionales y de exportación en América Latina *En: VII congreso internacional de manejo integrado de plagas VII taller Latinoamericano y del Caribe de mosca blanca y geminivirus XXXVIII reunión anual de la sociedad Americana de fitopatología división Caribe (APS-CD)*.P:4.
- MORALES, P., CERMELI, M. 2001. Evaluación de la preferencia de la Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos Agrícolas. Aragua, Venezuela. *Entomotropica*. 16 : 73-78
- MORALES, F., ANDERSON, P. 2001. The emergence and dissemination of whitefly transmitted geminiviruses *In: Latin America*. *Archives of Virology* 146-441.
- NUÑEZ, E. 1995. Reporte de Perú. *In: memoria IV Taller latinoamericano sobre moscas blancas y geminivirus*. Caballero, R., Patty, A (eds) Zamorano, Honduras. CEIBA 36: 157-162.
- PINEDA, L. 2000. Evaluación de hongos entomopatógenos sobre plagas claves en el cultivo del arroz (Julio a octubre del 2000). Tesis, UNA, Managua Nicaragua. 14 p.
- POZO, N., RODRIGUEZ, D. 2003. Alternativa para el manejo *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en tomate orgánico en Uruguay. *Boletín de Sanidad Vegetal: plagas*. España 29: 211-218.
- PERRING, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* . *Crop Protection* 20: 725-737.
- PARIONA, N., CASTELLANOS, P., LEON, E .2007. Capacidad entomocida de cepas nativas de *Beauveria* spp sobre *Schistocerca piceifrons peruviana*. Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología* 14:253-257

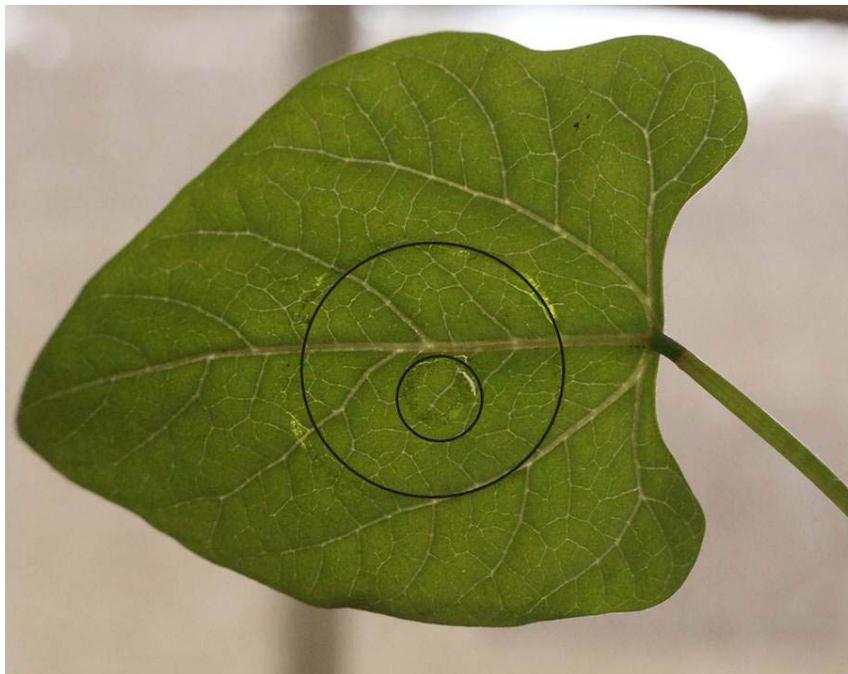
- PERRING, T., COOPER, A.D., RODRÍGUEZ, R.J., FARRAR, R.J., BELLOWS, C.A. 1993. Identification of whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259: 74-77.
- PERRING, T.M., COOPER, A., KAZMER, D.J., SHIELDS, C., SHIELDS, J. 1991. New strain of sweet potato whitefly invades California vegetables. *Calif Agric* 45:10-12
- POPRAWSKI, T.J. 1999. Control of *Bemisia argentifolii* on collards using different formulations and rates of *Beauveria bassiana*, 1997. *Arthropod Manage. Tests* 24, 122-123.
- PADILLA, D. 1997. Memorias, congreso nacional MIP. P: 81.
- QUINTERO, C., RENDON, E., GARCIA, J., CARDONA, C., LOPEZ, A., HERNANDEZ, P. 2001. Especies y biotipos de mosca blanca (Homóptera: Aleyrodidae) en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*. 27: 27-31.
- RAMIREZ, O. 1992. Problemas actuales de la Mosca blanca en América Central y el Caribe. *In: Taller C.A de Protección en cucúrbitas*. (4.; 27-28 de Agosto de 1992. Managua) (Memoria). Managua, Nicaragua. p13.
- RODEZNO, R., PINEDA, M., ARAUZ, I., NUNEZ, L., ZUFFO, C. 2002. Ciclo Biológico y Preferencias de ovoposición de la Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) sobre tres plantas huésped. Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí. Nicaragua. EAGE-ADESCO. 2003. p13.
- ROJAS, A., KVARNHEDEN, A., VALKONEN, J. 2000. Geminiviruses infecting tomato crop in Nicaragua. *Plant Disease* 84:843-846.
- SARRIA, F. M. 1998. Ciclo Biológico de la Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius, Homóptera: Aleyrodidae) en tres variedades de tomate (*Lycopersicon sculentum* mil). Tesis. Universidad de Panamá. Panamá, República de Panamá. p2.
- SALGUERO, V. 1992. Perspectivas para el Manejo del complejo Mosca blanca (Homoptera-Aleyrodidae) en América central y el Caribe. 1992 Turrialba. p20-26.
- THOMPSON, W. M. 2003. A new host plant species for the cassava biotype of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 127: 374-376.
- TANADA, Y., KAYA, H. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press. New York, EE.UU.

- VICENTINI, S., FARIA, M., OLIVEIRA, R. M. 2001. Screening of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Isolates Against *Bemisia tabaci* (Genn.) Biotype B. (Hemiptera: Aleyrodidae) with a Description of a New Bioassay Method. *Brasil Neotropical Entomology* 30:97-103.
- VALENCIA, L. 2000. La Mosca blanca en la Agricultura Peruana. Lima, Perú. Industria grafica Cimagraf. p 20.
- WRAIGHT, S., CARRUTHERS, R., BRADLEY, C., JARONSKI, S., LACEY, L., WOOD, P., GALINI – WHAIGHT, S. 1998. Pathogenicity of the Entomopathogenic Fungi *Paecilomyces spp.* and *Beauveria bassiana* against the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolli*. *Journal of Invertebrate Pathology* 71: 217- 226.
- WRAIGHT, S., CARRUTHERS, R., BRADLEY, C. 1996. Development of entomopathogenic fungi for microbial control of whiteflies of the *Bemisia tabaci* complex. *In: Fifth Simposio de Controle Biológico, Anais: Conferencias e Palestras. Embrapa CNPSo, Foz do Iguacu, Brasil, pp. 28–34.*
- WRAIGHT, S., CARRUTHERS, R., JARONSKI, S., BRADLEY, C., GARZA, C, AND 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: 203-217.
- ZALOM, F., CASTANE, C., GABARRA, R. 1995. Selection of some Winter- Spring vegetable crop host by *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Econ Entomol* 88: 70-76.

ANEXOS

Anexo 1. Caracterización de cepas de *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* re-aislados de cadáveres de ninfas de *B. tabaci* inoculadas por inmersión.

Hongo	Cepa	Color de las colonias	Tiempo de crecimiento (Hrs)	Tipo de crecimiento	Color de conidias	Forma de conidias	Tamaño de estructuras (mm)		
							Conidias	Fiálides	Conidióforos
<i>P.fumosoroseus</i>	NIC	Café claro	48 hrs	Vertical	Café claro	Subglobosa	5.5 x 2.6	13.6x 1mm	159.6mm
<i>P.fumosoroseus</i>	CR	Rosado	48hrs	Horizontal	Rosado	Ovalada	2.6 xx 2.6	11.8x 2.6	191.4mm
<i>B. bassiana</i>	114	Blanco	24hrs	Horizontal	Blanco	Globosa	2.63 x2.63	8.67 x 2.63	140.1mm
<i>M. anisopliae</i>	NB	Verde olivo	48hrs	Horizontal	Verde olivo	Cilíndrica	5.2 x 2.6	11.8 x 1	35.2mm



Anexo 2. Metodología de infestación “trampas clip” de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en las especies de plantas y delimitación de círculo (30 ninfas) de para las evaluación y seguimiento del experimento.



Anexo 3. Fotografías de las especies de hongos entomopatógenos evaluados sobre ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) **a)** *Paecilomyces fumosoroseus*, **b)** *Beauveria bassiana*, **c)** *Metarhizium anisopliae*