

Efecto de la Aplicación de Hongos Entomopatógenos para el Control de Plagas en el Cultivo de Pepino, en el Valle de Comayagua, Honduras

Presentado por:

Loan Cramier Vaquedano Gamez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2006

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA

Efecto de la Aplicación de Hongos Entomopatógenos para el
Control de Plagas en el Cultivo de Pepino, en el Valle de
Comayagua, Honduras

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el nivel académico de Licenciatura.

Presentado por:
Loan Cramier Vaquedano Gamez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2006

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Loan Cramier Vaquedano Gamez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2006

Efecto de la Aplicación de Hongos Entomopatógenos para el Control de Plagas en el Cultivo de Pepino, en el Valle de Comayagua, Honduras

Presentado por:

Loan Cramier Vaquedano Gamez

Aprobado:

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph.D.
Coordinador de Área Temática
de Fitotecnia

Alfredo Rueda, Ph.D.
Asesor Secundario

Abelino Pitty, Ph.D.
Director Interino de la
Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria.

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor Secundario

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mi familia.

Al personal administrativo y de campo del proyecto en Comayagua de IAGSA (Ingeniería Agrícola y Ganadera S.A.) por el apoyo incondicional para realizar mi pasantía y mi tesis.

A los investigadores Zamoranos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme vivir esta etapa de mi vida y lograr mis metas.

A mi madre por su apoyo incondicional, por haberme enseñado a ser perseverante, a tener esperanza y a creer que Dios a nadie desampara.

A Sara por apoyarme todo el tiempo en estos duros cuatro años y ayudarme a ser la vida más feliz con su compañía.

A mis hermanos queridos por saber creer en mí y la confianza que tuvieron.

A mi familia por el apoyo que me brindaron cuando más lo necesitaba.

Al Ing. Elías Domínguez y su Familia por haberme ayudado a realizar mis metas.

Al Dr. Rubén Darío Fernández por su apoyo y orientación.

A mis amigos en Ajuterique, por brindarme su apoyo y amistad que permanecerán por siempre.

A mis amigos y compañeros del ala en la residencia Maya que yo viví, que hicieron de Zamorano un lugar mejor para vivir.

Al Dr. Rueda y al Ing. Trabanino por su comprensión y colaboración.

Al Dr. Isidro Matamoros por su valiosa e importante colaboración.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mi familia por el gran esfuerzo que realizó.

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería por haberme financiado mis cuatro años de estudio.

A Educredito por haberme ayudado a culminar mis últimos tres años.

Al comité de becas de Zamorano por haberme ayudado a culminar mi tercer año.

Al Ing. Hugo Zavala y Vinny Núñez por su apoyo y comprensión.

A IPM-CBSP y PROMIPAC por su valiosa colaboración.

A la empresa Ingeniería Agrícola y Ganadera S. A. por su apoyo incondicional.

RESUMEN

Vaquedano, L. 2006. Efecto de la aplicación de hongos entomopatógenos para el control de plagas en el cultivo de pepino, en el Valle de Comayagua, Honduras. Proyecto especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 21 p.

Los hongos usados para el control de insectos son llamados hongos entomopatogénicos. Se conocen alrededor de 100 especies de hongos con efectos insecticidas, sin embargo, solamente cerca de 20 especies han sido estudiadas como agentes de control biológico entre ellas tenemos: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*. El objetivo de este estudio fue evaluar los hongos entomopatógenos, Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Metazam[®] (*Metarhizium anisopliae*) para el control de *Diaphania hyalinata* y Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*) y Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) para el control de áfidos (*Aphis* sp.) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el Valle de Comayagua, Honduras en la época seca en el cultivo de pepino. Las variables medidas fueron: densidad poblacional inicial y final de insectos, número de insectos por planta, número de insectos por día y rendimiento. El diseño experimental que se utilizó fue de Bloques Completos al Azar (BCA). Se realizó un ANDEVA para los ensayos y una separación de medias utilizando la prueba de LSD, con un margen de error del 5%. En los primeros muestreos se encontraron que las poblaciones de larvas de *D. hyalinata* eran altas y estas decrecen con la aplicación de Bazam[®] y Metazam[®]. Se encontró que existe diferencia en los costos de aplicación, siendo Bazam[®] y Metazam[®] 31.11% más costosos e igual de eficiente que el producto Dipel[®] 6,4 WP. Al evaluar el efecto de *L. lecanii* y *B. bassiana* en el control de *Aphis* sp. y *B. tabaci* contra Thiametoxam se encontró que el Thiametoxam (P=0.0001) es el mejor producto para el control de *Aphis* sp y *B. tabaci*. Con este estudio se concluyó que para el control de *Diaphania hyalinata*. en pepino se puede sustituir los productos químicos Spinosad, Indoxacarb y Methoxyfenozide con *B. bassiana* o *M. anisopliae*, ya que son igual de eficientes (P=0.1771), son más baratos y no se encontró diferencia en el rendimiento.

Palabras clave: Afidos, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, *diaphania*, mosca blanca, Spinosad, Thiamethoxam

CONTENIDO

	Página
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Agradecimientos a patrocinadores.....	vii
Resumen.....	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
 1. INTRODUCCIÓN.....	 1
 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	 2
Localización	3
Aplicaciones	3
Ensayos.....	4
Variables medidas	5
Diseño experimental.....	5
 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 6
Ensayo 1.	6
Densidad poblacional.....	6
Larvas de <i>Diaphania hyalinata</i> por día en el cultivo de pepino y su rendimiento.....	7
Costos de la aplicación por tratamiento.....	7
Ensayo 2.....	8
Densidad poblacional.....	8
Larvas de <i>Diaphania hyalinata</i> por día en el cultivo de pepino y su rendimiento.....	9
Costo de la aplicación por tratamiento.....	9
ensayo 3.....	10
Densidad poblacional.....	10
Número de áfidos (<i>Aphis</i> sp.) por día en el cultivo de pepino.....	11
Costo de la aplicación por tratamiento.....	11
 Ensayo 4.....	 12

Densidad poblacional	12
Número de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) por día en el cultivo de pepino.	13
Costos de la aplicación por tratamiento	13
Ensayo 5..	14
Densidad poblacional.....	14
Número de áfidos (<i>Aphis</i> sp.) por día en el cultivo de pepino.....	14
Costos de la aplicación por tratamiento.....	15
4. CONCLUSIONES	16
5. RECOMENDACIONES	18
6. LITERATURA CITADA	19

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Insecticidas usados en los tratamientos de los ensayos	4
Cuadro 2. Larvas por día de <i>D. hyalinata</i> en el cultivo de pepino, encontrados durante cuatro aplicaciones de <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> comparados con los testigos químicos y rendimientos comerciales. Comayagua, Honduras, 2006	7
Cuadro 3. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de <i>Diaphania hyalinata</i> durante el ciclo del cultivo de pepino con cuatro aplicaciones. Comayagua, Honduras. 2006	7
Cuadro 4. Larvas de <i>Diaphania hyalinata</i> por día en el cultivo de pepino encontrado durante cuatro aplicaciones de Bazam® y Metazam® comparados con el testigo Dipel® 6,4 WP y rendimientos comerciales de pepino. Comayagua, Honduras. 2006.	9
Cuadro 5. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de <i>Diaphania hyalinata</i> durante el ciclo del cultivo de pepino con cuatro aplicaciones. Comayagua, Honduras. 2006.	9
Cuadro 6. Número de <i>Aphis</i> sp. por día en el cultivo de pepino encontrado durante cinco aplicaciones de Bazam® y Verzam® comparados con el testigo Thiametoxam. Comayagua, Honduras, 2006.	11
Cuadro 7. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de <i>Aphis</i> sp. durante el ciclo del cultivo de pepino con cinco aplicaciones. Comayagua, Honduras. 2006.	11
Cuadro 8. Número de <i>Bemisia tabaci</i> por día en el cultivo de pepino encontrado durante cinco aplicaciones de Bazam® y Verzam® comparados con el testigo Thiametoxam. Comayagua, Honduras, 2006.	13
Cuadro 9. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de <i>Bemisia tabaci</i> . durante el ciclo del cultivo de pepino con cinco aplicaciones.	13
Cuadro 10. Número de <i>Aphis</i> sp. por día en el cultivo de pepino encontrado durante aplicaciones de <i>Lecanicillium lecanii</i> (Verzam®) en diferentes frecuencias. Comayagua, Honduras, 2006.	15
Cuadro 11. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de <i>Aphis</i> sp. durante el ciclo del cultivo de pepino.	15

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Comportamiento de la densidad poblacional de larvas <i>D. hyalinata</i> en pepino expuestas a los insecticidas <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> comparado con los testigos químicos Spinosad, Indoxacarb y Methoxyfenozide.....	6
Figura 2. Comportamiento de la densidad poblacional de larvas <i>D. hyalinata</i> expuestas durante el ciclo del cultivo de pepino a los insecticidas <i>B. bassiana</i> (Bazam®) y <i>M. anisopliae</i> (Metazam®) comparado con el testigo Dipel® 6,4 WP.	8
Figura 3. Comportamiento de la densidad poblacional de <i>Aphis</i> sp. en pepino durante el ciclo del cultivo expuesta a <i>B. bassiana</i> (Bazam®) <i>L. lecanii</i> (Verzam®) comparado con el testigo Thiametoxam.	10
Figura 4. Comportamiento de la densidad poblacional de <i>Bemisia tabaci</i> . en pepino expuestos a los hongos entomopatógenos <i>Beauveria bassiana</i> (Bazam®) y <i>Lecanicillium lecanii</i> (Verzam®) comparado con el testigo Thiametoxam.	12
Figura 5. Comportamiento de la densidad poblacional de <i>Aphis</i> sp. en pepino expuesta al hongo entomopatógeno <i>Lecanicillium lecanii</i> en tres frecuencias de aplicación por semana.	14

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han presentado cambios importantes en la producción y consumo de alimentos a escala mundial. Esta tendencia se debe por una fuerte preocupación por la salud y una mayor concientización por la protección del medio ambiente. Esto ha obligado a productores a buscar otras alternativas para el control de plagas dentro de sus cultivos, evitando el uso de químicos (Medina Terán 2003).

Actualmente los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga (Monzón 2004). Los hongos o mycota usados para el control de insectos son llamados hongos entomopatógenicos. Son un grupo de microorganismos ampliamente estudiados, existiendo más de 700 especies reunidas en 100 géneros. Ellos ocurren frecuentemente en la naturaleza y a menudo causan reducciones significativas en poblaciones de insectos incluyendo especies plaga. Se conocen alrededor de 100 especies de hongos con efectos insecticidas, sin embargo, solamente cerca de 20 especies han sido estudiadas como agentes de control biológico y su desarrollo comercial ha sido lento (Carballo y Guharay 2004).

El objetivo de este estudio fue evaluar los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*, contra los productos químicos Thiametoxam, Indoxocarb, Methoxyfenozide y Spinosad para el control de áfidos, mosca blanca y diaphania en el cultivo de pepino.

El *Lecanicillium lecanii* es un hongo efectivo en el control de plagas de Homópteros y tiene la capacidad de crear epizootias cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables. Infecta naturalmente áfidos y escamas en los trópicos y subtrópicos (Carballo y Guharay 2004)

El *Lecanicillium lecanii* es un hongo entomopatógeno que fue comercializado por primera vez en Europa, en el Reino Unido en 1981 como VertalecTM, para el control de cinco especies de áfidos en invernaderos. Más tarde se registró otro aislado como MycotalTM para el control de la mosca blanca de invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*). En Cuba se producen diferentes formulaciones a base de este hongo, mientras que en Colombia se produce un producto llamado Vertisol WP por los laboratorios Laverlam (Carballo y Guharay 2004).

En la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, han hecho estudios sobre el control biológico de afidos en pepino con este hongo, obteniendo eficiencias del 90% hasta el 95% en el control de esta plaga (Medina Terán 2003).

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos. Virtualmente todos los insectos son susceptibles a las enfermedades causadas por hongos. De todos los hongos entomopatógenos conocidos por su efecto sobre plagas, en Nicaragua y en toda la región los más utilizados corresponden a las especies *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, de las cuales se han evaluado muchas cepas contra plagas de importancia agrícola (Carballo y Guharay 2004).

Beauveria bassiana ha sido encontrado atacando a más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, incluyendo plagas de mucha importancia agrícola (Alves 1986). *Metarhizium anisopliae* ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos ordenes (Alves 1986).

Lo que falta por conocer son otras fuentes de control biológico igual o más eficientes que los productos antes mencionados para que la industria agrícola disponga una diversidad de agentes, control biológico, así como se dispone de varios productos químicos para combatir estas plagas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en la finca Las Mercedes, Comayagua de la empresa Ingeniería Agrícola y Ganadera S. A (IAGSA). En el Valle se han reportado precipitaciones de 613.7 a 1184.2 mm/ año, se encuentra a una altura de 550 a 700 msnm, con una temperatura promedio de 27°C, y una humedad relativa de 70%, la textura del suelo es franco arcilloso con un pH de 7 a 8 y moderada fertilidad (SAG 2004). Es importante mencionar que el ensayo se hizo en la época seca en la cual la temperatura promedio es de 32°C y la humedad relativa de 60%.

Aplicaciones

El estudio consistió en la evaluación de productos biológicos Bazam® y Verzam® para el control de afidos y mosca blanca, Bazam® y Metazam® se evaluó para el control del gusano del pepino, para lo cual se realizaron diferentes ensayos orientados a obtener datos sobre la eficiencia de estos productos.

La aplicación de los tratamientos se hicieron por la tarde, comenzando a las 4:00 p.m. para aprovechar las horas más frescas del día y no matar a las abejas con los testigos químicos. La primera aplicación en cada ensayo comenzó el día que se encontró las primeras plagas concluyendo con el ciclo del cultivo que dura 12 semanas. Dichas aplicaciones se realizaron con bomba de motor marca Stihl dirigidas al envés de la hoja y se agregó un adherente para los productos que se usaron en los tratamientos. El volumen de agua dependió de la edad del cultivo, comenzando la primera semana con 150 l/ha, hasta llegar a la quinta semana cuando el cultivo ya ha alcanzado la máxima altura que se usan 500 l/ha.

Para los ensayos de *Diaphania hyalinata* la aplicación de los biológicos comenzó desde que se encontró la primera larva y terminó hasta la última semana del cultivo, en caso de los productos químicos que se usaron como testigos las aplicaciones se iniciaron con la floración del pepino que tarda aproximadamente 23 días.

Ensayos

Ensayo 1 Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino comparado con Spinosad, Indoxocarb y Methoxyfenozide. El diseño fue un BCA, cinco tratamientos y cuatro repeticiones, con un área de la unidad experimental de 43 m².

Ensayo 2 Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino comparado con *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki. El diseño fue un BCA, tres tratamientos y cuatro repeticiones, con un área para la unidad experimental de 207 m².

Ensayo 3 Evaluación de *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana* para el control de *Aphis* sp. comparado con Thiametoxam en el cultivo de pepino. El diseño fue un BCA, cuatro repeticiones para afidos con un área de la unidad experimental de 135 m².

Ensayo 4 Evaluación de *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana* para el control de *Bemisia tabaci* comparado con Thiametoxam en el cultivo de pepino. El diseño fue un BCA, cuatro repeticiones para mosca blanca con un área de la unidad experimental de 135 m².

Ensayo 5 Evaluación de tres dosis de *Lecanicillium lecanii* para el control de *Aphis* sp. en el cultivo de pepino. El diseño fue un BCA, tres tratamientos y cuatro repeticiones, con un área para la unidad experimental de 60 m².

Cuadro 1. Insecticidas usados en los tratamientos de los ensayos

Tratamiento	Ingrediente activo	Fabricante	Unidad	Dosis/ ha
Actara [®] 25 WG	Thiametoxam	Syngenta	g	500
Dipel [®] 6,4 WP	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki.	Aventis	g	500
Bazam [®]	<i>Beauveria bassiana</i>	E.A.P. Zamorano	g	240
Metazam [®]	<i>Metarhizium anisopliae</i>	E.A.P. Zamorano	g	240
Tracer [®] 480 SC	Spinosad	Dow AgroSciences	ml	125
Avaunt [®] 30 WG	Indoxacarb	Dupont	g	200
Intrepid [®] 24 SC	Methoxyfenozide	Dow AgroSciences	ml	250
Verzam [®]	<i>Lecanicillium lecanii</i>	E.A.P. Zamorano	g	240

Variables medidas

Se midieron las siguientes variables:

Densidad poblacional inicial de insectos.

Densidad poblacional final de insectos.

Número de insectos por planta.

Número de insectos por día.

Rendimiento.

La toma de datos se realizó a través de los muestreos durante el desarrollo del cultivo, estos muestreos se realizaron semanalmente hasta el momento de la cosecha, estos se realizaron antes de aplicar y tres días después de la aplicación de los tratamientos. El muestreo consistió en observar cinco plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental de los tratamientos, se muestreaban todas las hojas hasta la tercera semana y seis hojas y todos los cogollos a partir de la cuarta semana para el conteo de *Aphis* sp. y *B. tabaci*. En el caso de *Diaphania hyalinata* se muestreaba toda la planta.

Se calcularon los insectos por día de cada tratamiento con la siguiente formula:

$$\text{Insectos por día} = \frac{\sum \{(\text{Muestreo inicial} + \text{Muestreo final})/2 \times (\text{días entre muestreos})\}}{\text{Total de días del ciclo.}}$$

Fuente Rueda A. 2000.

En la toma de datos de rendimiento, debido a la cantidad de cajas se hizo un promedio de peso en kg de 10 cajas de cosecha y luego se multiplicó por el número de cajas de cada unidad experimental.

Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó para todos los ensayos fue de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Se realizó un ANDEVA para los ensayos y una separación de medias utilizando la prueba de LSD, con un margen de error del 5%. Para analizar los datos se usó el programa estadístico SAS[®].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1. Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino comparado con Spinosad, Indoxacarb y Methoxyfenozide.

Densidad poblacional

La gráfica 1 muestra el comportamiento poblacional de las larvas de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino durante el período de muestreo que fue de 32 días. En la gráfica se observa como las poblaciones fueron altas y estas van decreciendo con la aplicación de los tratamientos. El tratamiento que muestra más larvas por planta en el período de muestreo es en el Indoxacarb y que *M. anisopliae* y *B. Bassiana* mantuvieron las poblaciones por debajo del nivel crítico después de la segunda aplicación. No se encontró de larvas en el muestreo del 22 de febrero, debido a la cuarta aplicación de los tratamientos.

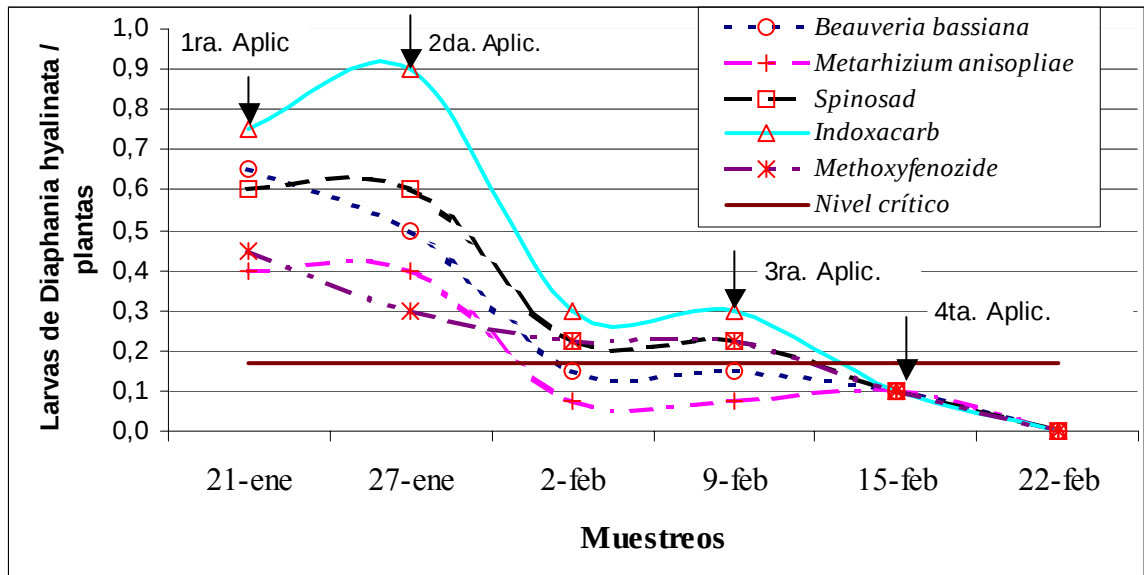


Figura 1. Comportamiento de la densidad poblacional de larvas *D. hyalinata* en pepino expuestas a los insecticidas *B. bassiana* y *M. anisopliae* comparado con los testigos químicos Spinosad, Indoxacarb y Methoxyfenozide.

Larvas de *Diaphania hyalinata* por día en el cultivo de pepino y sus rendimientos

El nivel crítico que se manejó fue cuando en los recuentos semanales existía presencia en una de cada seis hojas. En este estudio se encontró ($P=0.1771$) una mayor cantidad de larvas por día de *D. hyalinata* tratadas con Indoxacarb aunque esta cantidad no fue mayor estadísticamente que los tratamientos de *B. Bassiana*, Methoxyfenozide y Spinosad. Se puede observar que el tratamiento con menor larvas estadísticamente fue el de *M. anisopliae*. Los datos de rendimiento provienen únicamente del pepino de exportación que corresponde al fruto que pasa una clasificación en el campo antes de entrar a la planta de empaque. En el Cuadro 2 podemos observar que no existió diferencia significativa ($P=0.9341$) en el rendimiento para ninguno de los tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Larvas por día de *D. hyalinata* en el cultivo de pepino, encontrados durante cuatro aplicaciones de *B. bassiana* y *M. anisopliae* comparados con los testigos químicos y rendimientos comerciales. Comayagua, Honduras, 2006

Tratamiento	Larvas / día	Rendimiento (t/ha)
Indoxacarb	0.39 a	85.53
<i>Beauveria bassiana</i>	0.26 ab	85.19
Methoxyfenozide	0.22 ab	87.83
Spinosad	0.26 ab	89.14
<i>Metarhizium anisopliae</i>	0.17 b	88.16

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, prueba LSD, α 0.05.

Costos de la aplicación por tratamiento

Aunque se observó que *B. bassiana* (Bazam[®]) y *M. anisopliae* (Metazam[®]) son igual de eficientes que los productos químicos evaluados para el control de *D. hyalinata* en el cultivo de pepino, en el cuadro 4 se observa que Bazam[®] y Metazam[®] son menos costosos que el Tracer[®] 480 SC.

Cuadro 3. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de *Diaphania hyalinata* durante el ciclo del cultivo de pepino con cuatro aplicaciones. Comayagua, Honduras. 2006

Producto	Unidad	Precio \$ [∞]	Dosis/ ha	Costo/ aplicación \$	Total \$
Tracer [®] 480 SC	L	391.79	125 mL	48.97	195.90
Avaunt [®] 30 WG	Sobre 200 g	16.39	200 g	16.39	65.55
Intrepid [®] 24 SC	L	82.91	250 mL	20.73	82.91
Metazam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	91.90
Bazam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	91.90

[∞] Tasa de cambio a Lempiras de 19.02 por un USA \$.

Ensayo 2. Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino comparado con *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*.

Densidad poblacional

Al comparar las densidades poblacionales de *D. hyalinata* en los tratamientos en un período de 32 días podemos observar que las poblaciones de larvas son muy elevadas antes de comenzar las aplicaciones y que después de la aplicación de Bazam[®] y Metazam[®] las poblaciones de larvas van disminuyendo. Después de la segunda aplicación el Dipel[®] 6.4 WP mantiene las poblaciones por debajo del nivel crítico. A partir del muestreo del 22 de febrero no se encontró larvas, debido a la cuarta aplicación de los tratamientos.

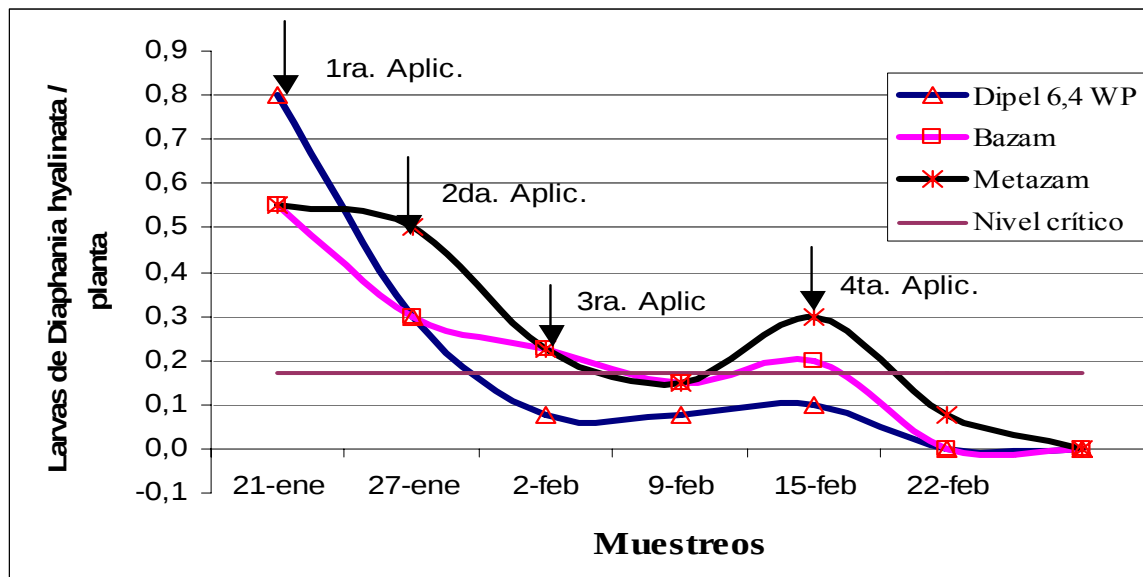


Figura 2. Comportamiento de la densidad poblacional de larvas *D. hyalinata* expuestas durante el ciclo del cultivo de pepino a los insecticidas *B. bassiana* (Bazam[®]) y *M. anisopliae* (Metazam[®]) comparado con el testigo Dipel[®] 6,4 WP.

Larvas de *Diaphania hyalinata* por día en el cultivo de pepino y su rendimiento

El nivel crítico usado fue de una larva presente por cada seis hojas observadas. En el cuadro 4 podemos observar la cantidad de larvas por día de *D. hyalinata* por tratamiento, el cuadro nos muestra que no existió diferencia significativa en la cantidad de larvas por día indicando que los tres tratamientos ejercieron el mismo control.

Al evaluar el efecto de Metazam[®] (*M. anisopliae*) y Bazam[®] (*B. bassiana*) en el control de larvas de *D. hyalinata* contra el Dipel[®] 6.4 WP (*Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki) no se encontró diferencia significativa ($P=0.6217$), lo que nos indica que los productos Bazam[®] y Metazam[®] son igual de eficientes que el producto usado en la finca Dipel[®] 6.4 WP. Los datos de rendimiento provienen únicamente del pepino de exportación que corresponde al fruto que pasa una clasificación en el campo antes de entrar a la planta de empaque. No se encontraron diferencias significativas ($P=0.9920$) en el rendimiento para ninguno de los tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Larvas de *Diaphania hyalinata* por día en el cultivo de pepino encontrado durante cuatro aplicaciones de Bazam[®] y Metazam[®] comparados con el testigo Dipel[®] 6,4 WP y rendimientos comerciales de pepino. Comayagua, Honduras. 2006.

Tratamiento	Larvas/día	Rendimiento (t/ha)
Metazam [®]	0.18	72.96
Bazam [®]	0.19	73.64
Dipel [®] 6,4 WP	0.17	73.37

Costo de la aplicación por tratamiento.

En el cuadro 5 podemos encontrar que existe una diferencia en los costos de aplicación, siendo los tratados con Bazam[®] y Metazam[®] 31.11% más costosos e igual de eficiente que el producto Dipel[®] 6.4 WP usado en la finca (Cuadro7).

Cuadro 5. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de *Diaphania hyalinata* durante el ciclo del cultivo de pepino con cuatro aplicaciones. Comayagua, Honduras. 2006.

Producto	Unidad	Precio \$ [∞]	Dosis/ha	Costo/aplicación \$	Total \$
Dipel [®] 6,4 WP	Frasco 500 g	18.69	500 g	18.69	74.74
Metazam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	91.90
Bazam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	91.90

[∞] Tasa de cambio a Lempiras de 19.02 por un USA \$.

Ensayo 3. Evaluación de Bazam® (*Beauveria bassiana*) y Verzam® (*Lecanicillium lecanii*) para el control de áfidos (*Aphis* sp.) en el cultivo de pepino comparado con Thiametoxam.

Densidad poblacional

En la figura 3 Se muestra el comportamiento poblacional de *Aphis* sp. en un período de muestreo de 37 días, se observa que la población inicial es baja al comienzo de las aplicaciones, aumenta con el tiempo debido a que los individuos presentes se multiplican rápidamente. Los tratados con Bazam® y Verzam® no mantienen las poblaciones bajo el nivel crítico, solo el Thiametoxam las mantiene cerca del nivel crítico. Las poblaciones no tienen un crecimiento constante debido a la aplicación de los tratamientos, sin embargo en las plantas tratadas con Thiametoxam se encontró que las poblaciones son más estables en comparación con Bazam® y Verzam®. En el muestreo del 24 de febrero se encontraron poblaciones altas por lo que se aplicó en todos los tratamientos (Imidacloprid) Plural® 20 SL para bajar las poblaciones.

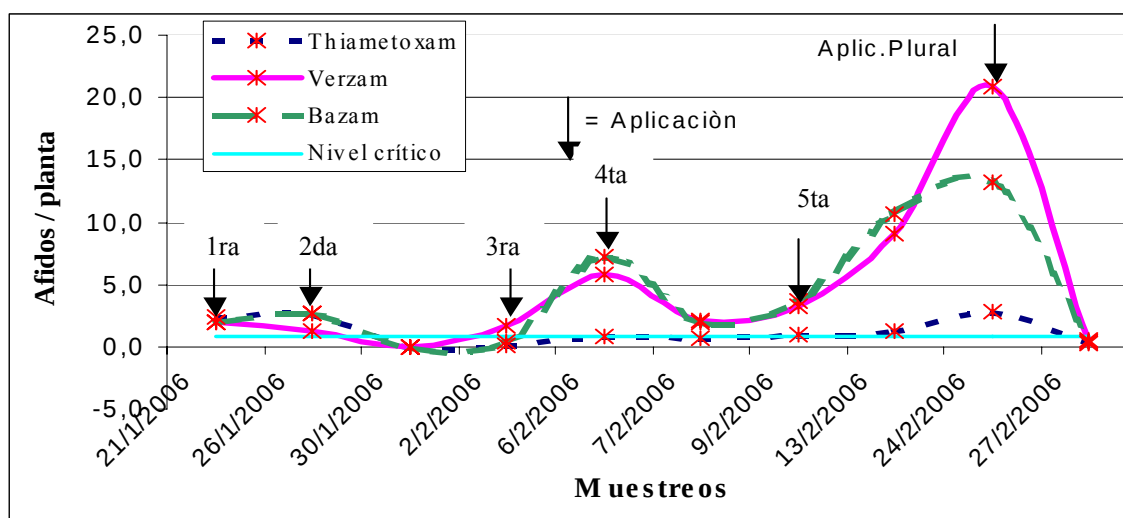


Figura 3. Comportamiento de la densidad poblacional de *Aphis* sp. en pepino durante el ciclo del cultivo expuesta a *B. bassiana* (Bazam®) *L. lecanii* (Verzam®) comparado con el testigo Thiametoxam.

Número de áfidos (*Aphis* sp.) por día en el cultivo de pepino.

Los niveles críticos para áfidos usados en la finca fue de 0.8 áfidos alados / planta .Al evaluar el efecto de *L. lecanii* (Verzam[®]) y *B. bassiana* (Bazam[®]) contra su contraparte químico Thiametoxam (Actara[®] 25 WG) en el control de *Aphis* sp. Podemos observar que las poblaciones diarias son mas bajas en el tratamiento Thiametoxam (Actara[®] 25 WG). Se encontró diferencia significativa ($P=0.0001$), siendo el Thiametoxam el tratamiento más efectivo, pero se observa que tampoco mantiene los afidos por debajo del nivel crítico.

Cuadro 6. Número de *Aphis* sp. por día en el cultivo de pepino encontrado durante cinco aplicaciones de Bazam[®] y Verzam[®] comparados con el testigo Thiametoxam. Comayagua, Honduras, 2006.

Tratamiento	Áfidos / día
Verzam [®]	5.15 a
Bazam [®]	5.39 a
Thiametoxam [®]	1.19 b

⁰ Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, prueba LSD, α 0.05.

Costo de la aplicación por tratamiento.

Anteriormente se demostró que encontró diferencia significativa entre Actara 25[®] WG comparado con Bazam[®] y Verzam[®], en el cuadro 9 se demuestra que el control de *Aphis* sp. es un 265.92% mas barato con Bazam[®] ó Verzam[®] que el control con Actara[®] 25 WG aunque no son eficientes en el control de áfidos. Los datos de los costos de la aplicación se elaboraron con información brindada por la oficina de administración de la empresa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de *Aphis* sp. durante el ciclo del cultivo de pepino con cinco aplicaciones. Comayagua, Honduras. 2006.

Producto	Unidad	Precio \$ ^π	Dosis/ ha	Costo/ aplicación \$	Total \$
Actara [®] 25 WG	kg	168.14	500 g	84.07	420.35
Verzam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	114.88
Bazam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	114.88

^π Tasa de cambio a Lempiras de 19.02 por un USA \$.

Ensayo 4. Evaluación de Bazam® (*Beauveria bassiana*) y Verzam® (*Lecanicillium lecanii*) para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino comparado con Thiametoxam.

Densidad Poblacional

En la figura 4 Se demuestra el comportamiento poblacional de *Bemisia tabaci* en un periodo de 37 días, se observa que las poblaciones son bajas al inicio de las aplicaciones ya que la presencia en el cultivo es poca y aumenta con el tiempo debido a que los individuos presentes se multiplican rápidamente. Ninguno de los tratamientos logra mantener las poblaciones por debajo del nivel crítico. El incremento poblacional no es abrupto como en otras plagas, esto se debió a la frecuencia de las aplicaciones. En el caso de Thiametoxam las poblaciones se mantuvieron mas bajas por la efectividad que ejerce sobre *Bemisia tabaci*. En el muestreo del 24 de febrero se encontró una sobrepoblación por lo que se decidió aplicar a todos los tratamientos (Imidacloprid) Plural® 20 SL para el control de *Bemisia tabaci*.

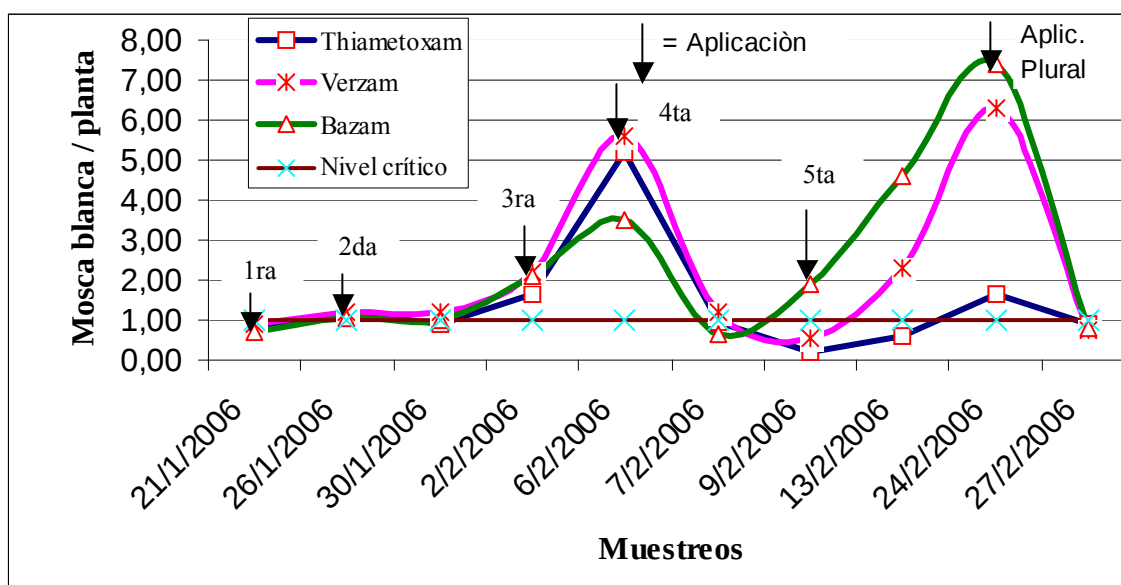


Figura 4. Comportamiento de la densidad poblacional de *Bemisia tabaci*. en pepino expuestos a los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bazam®) y *Lecanicillium lecanii* (Verzam®) comparado con el testigo Thiametoxam.

Número de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) por día en el cultivo de pepino.

En pepino se utilizó un nivel crítico de un adulto por planta desde la germinación hasta la floración. Al evaluar el efecto de Verzam® (*L. lecanii*) y Bazam® (*B. bassiana*) en el control de *B. tabaci* contra el Thiametoxam se encontró que Bazam® es el tratamiento más deficiente y no se encontró diferencia significativa ($P=0.0001$) entre Verzam® y Actara® 25 WG en control de mosca blanca, pero se observa una tendencia clara que el control químico redujo con mayor eficiencia las poblaciones de mosca blanca.

Cuadro 8. Número de *Bemisia tabaci* por día en el cultivo de pepino encontrado durante cinco aplicaciones de Bazam® y Verzam® comparados con el testigo Thiametoxam. Comayagua, Honduras, 2006.

Tratamiento	Mosca blanca / día
Bazam®	2.27 a
Verzam®	2.09 b
Thiametoxam	1.15 b

σ Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, prueba LSD, α 0.05.

Costos de la aplicación por tratamiento

En el cuadro 10 se demostró que no hay diferencia significativa entre Actara 25 WG® comparado con Verzam®, en el control de *Bemisia tabaci* es un 265.92% más barato con Verzam® que el control con Thiametoxam (Actara® 25 WG). Los datos de los costos de la aplicación se elaboraron con información brindada por la oficina de administración de la empresa (Cuadro 11).

Cuadro 9. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de *Bemisia tabaci*. durante el ciclo del cultivo de pepino con cinco aplicaciones.

Producto	Unidad	Precio \$ ^σ	Dosis/ ha	Costo/ aplicación \$	Total \$
Actara® 25 WG	kg	168.14	500 g	84.07	420.35
Verzam®	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	114.88
Bazam®	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	114.88

σ Tasa de cambio a Lempiras de 19.02 por un USA \$.

Ensayo 5. Evaluación de *Lecanicillium lecanii* en tres frecuencias de aplicación para el control de *Aphis* sp. en el cultivo de pepino.

Densidad Poblacional

En la figura 5. Se observa el comportamiento poblacional de *Aphis* sp. en un periodo de muestreo de 24 días. Los tratamientos mantienen las poblaciones en el nivel crítico después de la tercera aplicación. En el muestreo del 10 de marzo las poblaciones se incrementaron aceleradamente y que al muestreo del 13 de marzo las poblaciones bajan debido a la aplicación a todos los tratamientos de un químico (Acetamiprid) Rescate® 20 SP para bajar las poblaciones. Después del muestreo del 15 de marzo las poblaciones se mantienen bajas debido a la aplicación de los tratamientos. Se observa que entre más aplicaciones se realizaron menos áfidos por día se encontraron.

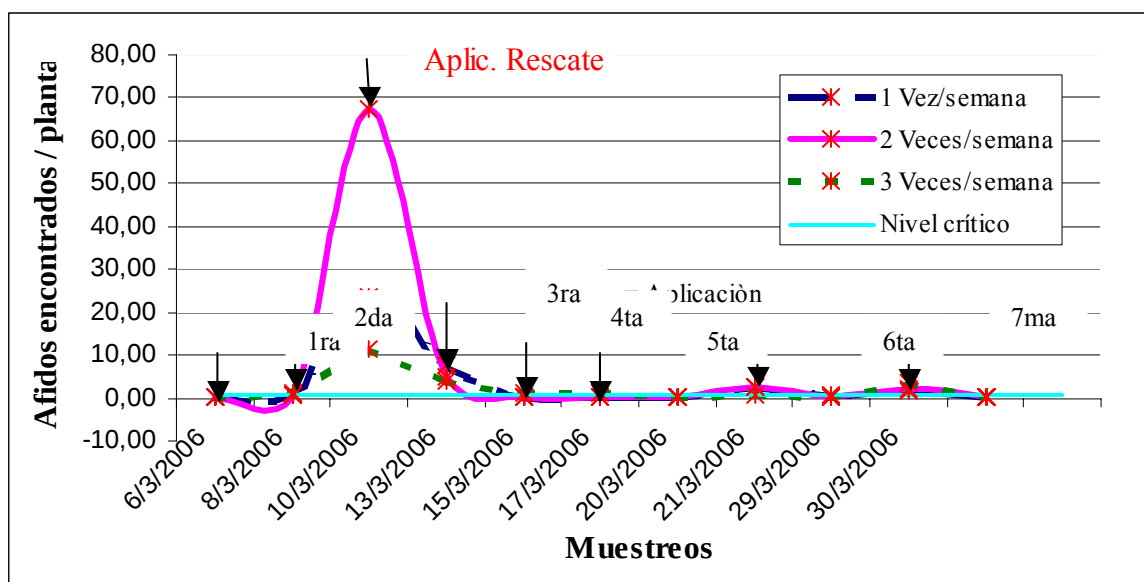


Figura 5. Comportamiento de la densidad poblacional de *Aphis* sp. en pepino expuesta al hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* en tres frecuencias de aplicación por semana.

Número de áfidos (*Aphis* sp.) por día en el cultivo de pepino.

El nivel crítico para áfidos usado en este ensayo fue de 0.8 áfidos alados / planta. Al evaluar el efecto de *L. lecanii* en el control de *Aphis* sp. no se encontró diferencia significativa ($P=0.7660$) independientemente se use una frecuencia de 1 vez, 2 veces o tres veces por semana. La cantidad de áfidos por día están arriba del nivel crítico de áfidos, lo que demuestra que los tratamientos no fueron capaces de mantener las poblaciones por debajo de el nivel crítico en el control de áfidos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de *Aphis* sp. por día en el cultivo de pepino encontrado durante aplicaciones de *Lecanicillium lecanii* (Verzam[®]) en diferentes frecuencias. Comayagua, Honduras, 2006.

Tratamiento	Áfidos / día
Verzam [®] 2 veces / semana	2.51
Verzam [®] 1 vez / semana	2.63
Verzam [®] 3 veces / semana	2.17

Costos de la aplicación por tratamiento

En el cuadro 10 se puede observar que no existe diferencia significativa entre aplicar Verzam una, dos o tres veces por semana, por lo cual según los costos de las aplicaciones duplican y triplican según la frecuencia 2 ó 3 veces por semana lo cual es innecesario (Cuadro 11).

Cuadro 11. Costos de la aplicación de los tratamientos para el control de *Aphis* sp. durante el ciclo del cultivo de pepino.

Producto	Unidad	Precio \$ ¹	Dosis/ Ha	Costo/ aplicación \$	No.aplica- ciones	Total \$
Verzam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	3	68.93
Verzam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	6	137.85
Verzam [®]	Sobre 240 g	22.98	240 g	22.98	9	206.78

¹ Tasa de cambio a Lempiras de 19.02 por un USA \$.

4. CONCLUSIONES

Ensayo 1. Evaluación de Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Metazam[®] (*Metarhizium anisopliae*) para el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino comparado con Spinosad, Indoxacarb y Methoxyfenozide.

Para el control de *Diaphania hyalinata* en pepino se puede sustituir los productos químicos Spinosad, Indoxacarb y Methoxyfenozide con Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) o Metazam[®] (*Metarhizium anisopliae*) productos elaborados en el laboratorio de control biológico de Zamorano, ya que reducen las poblaciones de larvas por debajo del nivel crítico después de la segunda aplicación, y son igual de eficientes para el control de *D. hyalinata*, son más baratos y no se encontró diferencia en el rendimiento del pepino.

Ensayo 2. Evaluación de Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Metazam[®] (*Metarhizium anisopliae*) para el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino comparado con Dipel[®] 6,4 WP.

Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Metazam[®] (*Metarhizium anisopliae*) productos elaborados en el laboratorio de control biológico de Zamorano, son igual de eficiente que el Dipel[®] 6.4 WP en el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino ya que se encontró que mantienen las poblaciones de larvas estadísticamente igual, son 31.11% más costoso y no se encontró diferencia en el rendimiento.

Ensayo 3. Evaluación de Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*) para el control de áfidos (*Aphis* sp.) en el cultivo de pepino comparado con Thiametoxam.

Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*), no son tan eficientes como Thiametoxam, ya que no pudieron mantener las poblaciones por debajo del nivel crítico usado en la finca.

Ensayo 4. Evaluación de Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*) para el control de mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino comparado con Thiametoxam.

Bazam[®] (*Beauveria bassiana*) y Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*) no lograron mantener las poblaciones de *Bemisia tabaci* por debajo del nivel crítico, el producto químico Thiametoxam mantuvo las poblaciones muy cerca del nivel crítico. Estadísticamente no se encontró diferencia en las poblaciones de *B. tabaci* mantenidas en el ciclo del cultivo de pepino entre Verzam[®] y Thiametoxam, y el control con Verzam[®] resulta 97% más barato.

Ensayo 5. Evaluación de Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*) en tres frecuencias por semana para el control de *Aphis* sp. en el cultivo de pepino.

No se encontró diferencia en las aplicaciones de una vez por semana, dos veces por semana y tres veces por semana de Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*). Verzam[®] una vez por semana es 100% más barato que aplicar dos veces por semana y es 200% más caro aplicar Verzam[®] tres veces por semana.

5. RECOMENDACIONES

Usar Bazam[®] o Metazam[®] para el control de *Diaphania hyalinata* en el cultivo de pepino.

Hacer nuevas evaluaciones de Bazam[®] y Verzam[®] para el control de afidos y mosca blanca, en diferentes épocas del año y comparar en que época se desempeña mejor.

Usar Actara[®] 25 WG para el control de *Aphis* sp.

Para futuras evaluaciones se recomienda usar cepas más virulentas y adaptadas al trópico seco que controlen afidos y mosca blanca con la misma eficiencia.

Con los resultados de este estudio se recomienda usar Verzam[®] (*Lecanicillium lecanii*) para el control preventivo de *Bemisia tabaci* y Thiametoxam (Actara[®] 25 WG) para un control cuando las poblaciones son altas.

6. LITERATURA CITADA

Alves, SB. 1986. Controle microbiano de insectos. Sao Pablo, Brasil, Editora Manole. 407 p.

Carballo, M.; Guharay, F. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. Nicaragua. 224 p.

Medina Terán, M. 2003. Eficacia de *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii* aplicados a tres concentraciones en dos formulaciones para el control de *Spodoptera frugiperda* en jilote y *Aphis spp* en pepino. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 20 p.

Monzón, A. 2004. Producción, Uso y control de calidad de Hongos Entomopatógenos en Nicaragua (en línea). Consultado 7 de mayo de 2006. Disponible en: web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev63/pag95-103.pdf

Rueda, A. 2000. Developing the Research and Education Components for an Integrated Pest Management Program for Sweet Onions in Honduras. Thesis Ph.D. Cornell University. 167 p.

Secretaría de Agricultura y Ganadería, SAG. 2004. Valle de Comayagua (en línea). Consultado 7 mayo 2006. Disponible en: www.sag.gob.hn/regionales/comayagua.html