

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"DETERMINACION DE LA PATOGENICIDAD DEL ENTOMOPATOGENO
Beauveria bassiana (Bals.) Vuill EN 20 ESPECIES DE
INSECTOS PLAGA EN CONDICIONES DE LABORATORIO Y
SU EFECTO A NIVEL ~~DE CAMPO~~ EN Pieris sp."



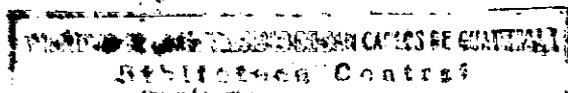
INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA

1988



DL

01

T (1104)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Lic. Roderico Segura Trujillo

JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martinez M.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Mendez G.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge E. Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	P. A. Byron Millian V.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL QUE REALIZO

EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
EXAMINADOR	Ing. Agr. José Jesus Chonay P.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Rolando Aguilera
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizures P.

Bananera, Mayo 31 de 1988

Ing. Agr. Anibal Martínez
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala

Señor Decano:

En atención al nombramiento recibido de esa Decanatura, me permito manifestar a usted que he asesorado y revisado el trabajo de Tesis titulado "Determinación de la patogenicidad del entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals.) Vuill en 20 especies de insectos plaga en condiciones de laboratorio y su efecto a nivel de campo en Pieris sp." desarrollado por el universitario Mario Francisco Chonay Chonay, carnet: 79-10201.

En la presente investigación, se presenta información básica valiosa para continuar investigando en la línea del control biológico como un componente del manejo integrado de plagas.

Esta investigación fue realizada con el estricto apego a los procedimientos científicos; por lo que recomiendo su aprobación para que sea aceptado como un trabajo de Tesis de graduación -- en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

Atentamente,



Ing. Agr. Msc. Lauriano Figueroa Q.

A S E S O R

Guatemala, 31 de mayo 1988

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

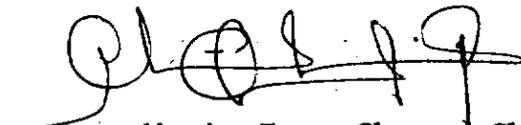
Señores Miembros:

De acuerdo a lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"Determinación de la patogenicidad del entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals.) Vuill en 20 especies de insectos plaga en condiciones de laboratorio y su efecto a nivel de campo en Pieris sp."

Este trabajo lo presento como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

De ustedes atentamente,



Agr. Mario Fco. Chonay Chonay

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO

Con gratitud por haberme concedido mi anhelo.

A MIS PADRES

Maria Eleuteria de Chonay
Faustino Chonay Ajzac
En agradecimiento a su esfuerzo, sacrificio y fe inquebrantable al encausarme a este objetivo.

A MIS HERMANOS

Romeo Fernando
Edgar Faustino
Irma Yolanda
Para que no pierdan el deseo de superación.

A MIS ABUELITOS

Con respeto.

A MIS PRIMOS

Especialmente a José Jesus y Familia
Con aprecio.
Rosenda (Q.E.P.D.) como recuerdo a su memoria.

A MIS AMIGOS

Leonardo Contreras
Ballardo Vargas y Sra. Olivia de Vargas
Miguel Angel Osorio
Arturo Rene Cabrera
Walter Robledo
Por su amistad, atención y apoyo en momentos difíciles.

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala.

A: Tecpan Guatemala y Santa Apolonia.

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Agronomía.

A: Mis amigos y compañeros de estudio e ideales, especialmente: Rony Espinoza, Fredy Hurtarte, Guillermo Guzman y Jorge Alfaro.

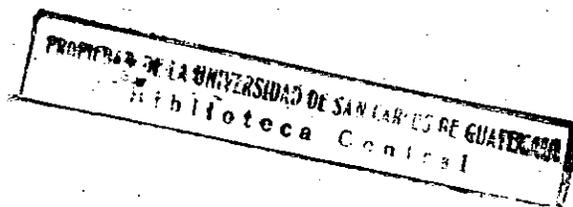
Al: Ing. Agr. MSc. Mario R. Vela, por su apoyo moral y preocupación para que aprovechara y asimilara al máximo sus experiencias.

Al: Lic. Humberto Enriquez, por su amistad y orientación en el encause de mi vocación agrícola.

A: Todos los Agronomos y Agricultores involucrados en el desarrollo agrícola.

AGRADECIMIENTOS

- A: Mi asesor de Tesis Ing. Agr. MSc. Lauriano Figueroa Quiñonez por su cooperación y especial atención que me brindo en la realización de esta investigación.
- A: Los Ingenieros Agrónomos MSc. : Felipe Gerónimo Manuel y Edil Rodriguez por su colaboración y orientación en el trabajo escrito.
- A: Los Ingenieros Agrónomos: Luis Saravia, Oswaldo Lopez Muñoz, Otoniel Chavarría y Otoniel Chacon por su valiosa colaboración.
- A: Los Ingenieros Agrónomos: Cesar Marroquin Varela y José Antonio de Leon por su amistad y desinteresada colaboración prestada en la realización del trabajo de investigación.
- A: El Agricultor Miguel Carrera por su colaboración prestada en la fase de campo.



"LO QUE TU PUEDES HACER, ES
SOLO UNA GOTA EN EL OCEANO,
PERO ES LO QUE
DA SIGNIFICADO A TU VIDA"

ALBERTH SHWERTZER.

INDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Indice de cuadros	ii
Resumen	iii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
V. MATERIALES Y METODOS	11
1. Patogenicidad de <u>Beauveria bassiana</u> en 20 insectos plaga en el laboratorio	11
2. Efecto de <u>Beauveria bassiana</u> bajo condiciones de campo ..	13
2.1. Tratamientos evaluados	13
2.2. El modelo lineal estadístico de análisis de las va- riables evaluadas	13
2.3. Obtención del inóculo	14
2.4. Calendario de aspersiones	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	16
1. Patogenicidad de <u>Beauveria bassiana</u> en 20 insectos plaga en el laboratorio	16
2. Efecto de <u>Beauveria bassiana</u> bajo condiciones de campo ..	18
VII. CONCLUSIONES	21
VIII. RECOMENDACIONES	22
IX. BIBLIOGRAFIA.....	23

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Insectos inoculados con el hongo <u>Beauveria bassiana</u>	12
2	Efecto del entomopatógeno <u>Beauveria bassiana</u> en 20 insectos plaga en condiciones de laboratorio	17
3	Rendimiento de plantas sanas por tratamiento en el campo	19
4	Análisis de varianza de seis tratamientos, obtenidos en el campo	20

"DETERMINACION DE LA PATOGENICIDAD DEL ENTOMOPATOGENO
Beauveria bassiana (Bals.) Vuill EN 20 ESPECIES DE
INSECTOS PLAGA EN CONDICIONES DE LABORATORIO Y
SU EFECTO A NIVEL DE CAMPO EN Pieris sp."

"DETERMINATION OF THE PATHOGENICITY OF THE ENTOMOPATHOGEN
Beauveria bassiana (Bals.) Vuill IN 20 SPECIES OF
PEST UNDER LABORATORY CONDITIONS AND ITS
EFFECT IN THE FIELD ON Pieris sp."

RESUMEN

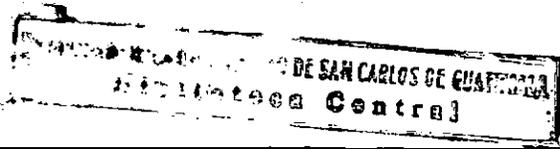
En Guatemala, así como en otros países en desarrollo se ha intensificado el uso de plaguicidas el cual ha traído como consecuencia el desequilibrio ecológico en los sistemas agrícolas, ya que de esta manera salen afectados los enemigos naturales y por consiguiente surgen plagas secundarias.

Por ello, como componente del manejo integrado de plagas, el control biológico, mediante el uso de hongos entomopatógenos a cobrado importancia en el control de plagas. El hongo Beauveria bassiana es un entomopatógeno que ha dado buenos resultados en varios países del mundo.

El presente trabajo tuvo como objetivos: 1. Determinar en el laboratorio la patogenicidad del hongo Beauveria bassiana en 20 insectos plaga de importancia económica. 2. Evaluar el efecto de Beauveria bassiana bajo condiciones de campo, mediante aspersión de suspensiones de esporas en el cultivo de la coliflor (Brassica oleracea vr. Botritis) para el control de Pieris sp.

El experimento se desarrolló en dos fases, en la primera fase se determinó la patogenicidad del entomopatógeno, para ello se cultivó la cepa existente en tubos de ensayo con PDA.

Se recolectaron especímenes sanos de las siguientes plagas de insectos, en estado de larva y/o adulto: Chinche salivosa (Aenolamia postica), Gusano no chero (Agrotis sp.), Gusano medidor (Alabama argillacea), Picudo del chile (An-



thonomus eugenii), Picudo del algodón (Anthonomus grandis), Pulgones (Aphis sp.) Mosca blanca (Bemisia tabasi), Mosca del mediterraneo (Ceratitis capitata), Picudo del cardamomo (Cholus pilicauda), Tortuguilla del frijol (Diabrotica sp.), Barrenador de la caña (Diatraea saccharalis), Gusano peludo (Estigmene acrea), Conchuela del frijol (Epilachna sp.), Gusano del elote (Heliothis sp.), Cornudo del tabaco (Manduca sp.), Gusano de la col (Pieris sp.), Gallina ciega (Phyllopaga sp.), Falso medidor (Trichoplusia nii), Gusano soldado (Spodoptera exigua), Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda). De cada especie se colocaron 10 insectos por cada caja de petri, con cinco repeticiones, incluyendo un testigo absoluto, se inocularon con una concentración de 3×10^7 esporas/cc, depositando cinco gotas de la suspensión sobre cada insecto.

De las 20 especies plaga inoculadas, se determinó que la Conchuela del frijol (Epilachna sp.), Mosca del mediterraneo (Ceratitis capitata), Tortuguilla del frijol (Diabrotica sp.), Gusano de la col (Pieris sp.), Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), Falso medidor (Trichoplusia nii), presentaron un porcentaje de parasitismo comprendido dentro del rango de 65 - 95 %.

La segunda fase se llevó a cabo en la Sección de Hortalizas de la Escuela Nacional Central de Agricultura, Bárcena, Villa Nueva. Se cultivó coliflor (Brassica oleracea vr. Botritis), bajo el Diseño experimental de Bloques al azar y se evaluaron los siguientes tratamientos: 1. Testigo absoluto, 2. Insecticida químico (Metamidophos) Tamaron: 1.43 l/ha, 3. Bacillus thuringiensis (Dipel): 0.50 kg/ha, 4. Beauveria bassiana: 6×10^7 esporas/cc, 5. Beauveria bassiana: 3×10^7 esporas/cc, 6. Beauveria bassiana: 1×10^7 esporas/cc.

Estadísticamente no se encontró diferencia significativa en los tratamientos de campo, debido a que la política de la Dirección de la Escuela Nacional Central de Agricultura de esa época, promovió al máximo el uso racional de insecticidas químicos; esta situación favoreció el desarrollo de otros tipos de control biológico.

I. INTRODUCCION

En Guatemala, así como en otros países en desarrollo, se está haciendo uso excesivo de insecticidas para controlar las plagas de insectos, lo que ha perturbado el equilibrio biológico en los cultivos al matar a los enemigos naturales lo que conlleva a la reaparición, surgimiento de plagas secundarias, presencia de residuos en el aire, suelo, planta y animales.

La opción que ha tomado auge en muchos países es el control biológico como componente del manejo integrado de plagas, principalmente el control biológico de insectos con el uso de hongos entomopatógenos, los cuales son bastante efectivos para el control de insectos plaga, esta situación hace reducir el número de aplicaciones químicas.

El hongo Beauveria bassiana es un agente muy importante en el control de plagas de insectos, el cual está siendo utilizado en varios países como: Estados Unidos, Rusia, Perú, etc.

Solo en Estados Unidos han determinado hasta 175 especies de insectos susceptibles al hongo, algunos de los cuales son insectos de importancia económica en el país.

En Guatemala, se ha determinado un 63.75 % de mortalidad de la Broca del café (Hypothenemus hampei) por el hongo Beauveria bassiana.

En vista de que en Guatemala solo se ha hecho estudios de campo y escasos en Broca del café, pero no de las principales plagas que pueden ser parasitadas por este entomopatógeno; por tal razón se llevó a cabo el presente trabajo, el cual tuvo como propósito determinar la patogenicidad del entomopatógeno Beauveria bassiana en 20 especies de insectos plaga a nivel de laboratorio y evaluar su efecto a nivel de campo en otro cultivo.

En lo que respecta a nivel de campo se ha determinado que el gusano de la col (Pieris sp.) es una plaga que provoca graves daños al cultivo de la coliflor (Brassica oleracea vr. Botritis) por lo que el agricultor hace uso intensivo de insecticidas químicos, lo que en la mayoría de los casos originan un aumento de los costos de producción, la obtención de productos con residuos tóxi-

cos al humano y desarrollo de resistencia en los insectos plaga.

Experimentos llevados a cabo en otros países han reportado la susceptibilidad que presenta el gusano de la col (Pieris sp.) al entomopatógeno Beauveria bassiana, en un 88 % de mortalidad.

Para la determinación de su efecto a nivel de campo, se evaluarón tres concentraciones distintas de esporas del entomopatógeno, el cual se llevó a cabo en la sección de Hortalizas de la Escuela Nacional Central de Agricultura localizado en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

II. OBJETIVOS

- A. Determinar en el laboratorio la patogenicidad del hongo Beauveria bassiana en 20 insectos plaga de importancia económica.
- B. Evaluar el efecto de Beauveria bassiana bajo condiciones de campo, mediante aspersión de suspensiones de esporas en el cultivo de la coliflor (Brassica oleracea vr. Botritis) en el control de Pieris sp.

III. HIPOTESIS

- A. Todas las especies de insectos recolectados son susceptibles al entomopatógeno Beauveria bassiana bajo condiciones de laboratorio.
- B. El uso del entomopatógeno a nivel de campo si es efectivo para el control del gusano de la col (Pieris sp.).

IV. REVISION DE LITERATURA

Bassi de Lodi, (1823), demostró que infecciones naturales en el gusano de seda (Bombix mori) eran causados por el hongo Beauveria bassiana, el cual se multiplica dentro y sobre el cuerpo del gusano (2).

En pruebas de campo realizadas en el Estado de Kansas en el año de 1890, se puso en práctica un proyecto en el cual el Beauveria bassiana era dado a muchos finqueros para su uso contra las chinches. En los primeros dos años (1891-1892) los resultados fueron prometedores, pero dicha situación cambio en los años posteriores, esto dió como resultados dos conclusiones básicas:

1. La presencia de un agente de control microbiano no es adecuado para asegurarse de la muerte de insectos expuestos, porque el ambiente es un factor de mucha importancia para la inducción de la epizootia.
2. Ya que el hombre tiene poca probabilidad de controlar el ambiente hay poca esperanza para que los hongos sirvan como agentes confiables de control microbiano,

La aceptación de la influencia de los microclimas y su importancia en incrementar la virulencia del hongo, han modificado las anteriores conclusiones, después de 80 años de prueba, sus objetivos son de caracter válido cuando se discute el control microbiano por medio de este hongo.

Metalnikon y Toumanoff, (1928), en infecciones experimentales de Beauveria bassiana al barrenador Europeo del maíz (Ostrinia nubilalis) y (Galleria mellonella), demostraron que estos eran susceptibles en estado de larva (12).

Mesera, (1934), reportó que Beauveria bassiana ejercen buen control del gorgojo de los granos almacenados (Tenabrio molitor) (3).

Dresner, (1949), en ensayos de campo determinó que Beauveria bassiana ejerce buen control de la tortuguilla mexicana del frijol (Epilachna varivestis),

durante lluvias frecuentes y fuertes (3).

Schaerffenberg, (1952), reportó un control efectivo de Melolonta sp. con Beauveria bassiana, en 1957 obtuvo resultados similares con el escarabajo de la papa (Leptinotarsa decemlineata) (13).

Donaubaver, (1962), observó un buen control de Cephaleia abietis L. con Beauveria bassiana en condiciones de 40, 50 y 70 % de H.R.

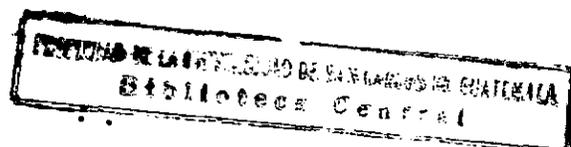
Eulakhova & Shekhurina, (1963), observaron susceptibilidad en Erygaster integriceps a Beauveria bassiana (7).

Müller & Kögler, (1968), hicieron aplicaciones de Beauveria bassiana en Myzus persicae; el hongo lo aislaron de Leptinotarsa decemlineata, lo cultivaron posteriormente e hicieron suspensiones de esporas para asperjarlo en Brassica oleracea, a los 14 días después observaron una mortalidad de 20 - 40 % (5).

Jaques et. al., (1968), observó que las hojas del manzano eran menos afectadas cuando la palomilla del manzano (Carpocapsa pomella) eran tratados con los hongos entomopatógenos: Beauveria bassiana y Metarrhizium anisopliae (3).

Entre los insectos destructivos más susceptibles a Beauveria bassiana están: el barrenador Europeo del maíz (Ostrinia nubilalis), la palomilla del manzano (Carpocapsa pomella) y la chinche hedionda (Blissus leucopterus); éste último sufre ataque natural del entomopatógeno, el cual reduce en gran escala la población del insecto (1).

Tedders, (1973), reportó que Beauveria bassiana era el más virulento de muchos hongos entomopatógenos estudiados; posteriormente Pekrul y Grula (1979) determinaron que la susceptibilidad del gusano del maíz (Heliothis zea) era de



bido a la presencia de una enzima que facilita el crecimiento del patógeno en la superficie de las larvas de dicha plaga (4).

Getzin al comparar la patogenicidad entre Beauveria bassiana, Spicaria rileyi, Metarrhizium brunnen y dos cepas de M. anisopliae, determinó que cada uno de ellos es efectivo en el control de Trichoplusia nii pero en distinta fase del estado de larva (2).

Insectos susceptibles a Beauveria bassiana reportados por la Universidad de Ohio, estan: Rhynchites bicolor (Fabr.), la tortuguilla mexicana del frijol (Epilachna varivestis), mosca doméstica (Musca domestica), gorgojo de los cereales (Sitophilus oryza), Attagenus piceus (Oliv.), Acanthascelides obtectus (Say), cucaracha americana (Periplaneta americana) (12).

En el Perú, se observó efectividad en el control de larvas y adultos de la pulga saltona de la papa (Epitrix sp.), mediante el uso de esporas de Beauveria bassiana (10).

Rodas en 1982, cita que el Organismo Regional de Sanidad Agropecuaria (O-IRSA) hizo estudios para determinar el potencial de Beauveria bassiana (Bals.) Vuill, para el control microbiológico de Hypothenemus hampei en Guatemala (9).

Monterroso en 1982, de acuerdo a experiencias de campo con Beauveria bassiana en el control de la Broca del café (Hypothenemus hampei) determinó que este hongo es mas efectivo que los plaguicidas quimicos, obteniendo una mortalidad de 63.75 % (8).

En investigaciones recientes, se determinó que el mejor medio de cultivo para la reproducción masiva del entomopatógeno Beauveria bassiana, es mediante la utilización de productos no elaborados, como el arroz entero comercial (9).

Rodriguez en 1982, determinó a nivel de laboratorio, que el hongo Beauveria bassiana es sensible a los fungicidas que más se utilizan en el cultivo del café, ya que inhiben su desarrollo; este es un aspecto muy importante que debe de tomarse muy en cuenta para lograr mayor eficiencia en las aspersiones que se efectuen a nivel de campo para el control de la Broca del café (10).

Telenga, (1958), Eulakhor y Shvetsora, (1961), observaron que el hongo Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis actuaron con mucho éxito en contra del lepidoptero Pieris brassicae, ambos indujeron entre 93 y 98 % de mortalidad. Solo Beauveria bassiana indujo un 88 % de mortalidad y Bacillus thuringiensis entre 58 - 86 %.

Evaluaciones realizadas por Sikura en 1967, en Rusia, determinó que combinaciones de Beauveria bassiana y pequeñas dosis de DDT; originaron buenos resultados.

Dyadecho (1958-1959), reportó el uso de mezclas preparadas de Beauveria bassiana y pequeñas dosis de acaricidas dan buenos resultados en el control de Tetranychus sp. y Bryobia rubrioculus; él explicó que al ser tratados químicamente eran susceptibles a la infección del hongo, lo que daba como resultado una alta mortalidad después de cada tratamiento. Observaciones posteriores determinaron que el sulfuro de cal era tóxico para algunos hongos, por lo que surgió que el hongo Beauveria bassiana debería ser usado cuatro días después de la aplicación de aspersiones de sulfuro de cal (3).

Baird en 1959, observó que la aplicación de hongos entomopatógenos, es conveniente usarlo como práctica de control preventivo, debido a que su efecto no es inmediato, de esta manera no hay incrementos del insecto plaga.

Ensayos sobre control microbiano hechos por Baird en 1958 y Müller - Kögler en 1965, demostraron que Beauveria bassiana mostró un éxito relevante al usarlo

como insecticida en el control de plaga.

Dunn y Mechalas en 1963, observaron que si puede existir una inoculación masiva en el campo; así también observaron que cada efecto negativo de Beauveria bassiana era porque seguidamente donde los cultivos eran tratados, se utilizan fungicidas o bien era por la poca o ninguna inoculación aplicada. Por ello se propusieron dos alternativas para la aplicación práctica de este patógeno:

- A. La reducción de la aplicación, menores del punto crítico económico es en muchos casos una función directa de dosis y tiempo de observación.
- B. A mayor dosis se torna más amplio el número de plagas que puede ser controladas.

La humedad es un factor limitante en la aplicación de insecticidas microbiales, ya que la humedad relativa debe ser alta. Un punto de vista diferente lo obtuvieron Dunn y Mechalas en 1963 y Schaerffenberg en 1964 al determinar que la infección puede ocurrir bajo escasos niveles de humedad y sin gran número de esporas (3).

En general las esporas pueden ser aplicadas en distintas formas: en polvo, granulados o en suspensiones; hay que tomar en cuenta que la formulación dependerá de la especie del hongo.

Una de las ventajas que presenta la formulación en polvo es la facilidad con que puede ser guardados y aplicados, ya que esta se adhiere bien a la superficie del follaje.

Dresner en 1949, determinó que debe tenerse cuidado al momento de seleccionar el diluyente, ya que existen muchos materiales que inhiben la germinación de las esporas. Los talcos, harinas y leche en polvo han servido como diluyentes adecuados para la formulación en polvo.

Las suspensiones comerciales de Beauveria bassiana requieren que al momen

to de su aplicación se utilice siempre un agente humectante, siempre es aconsejable hacer una prueba de viabilidad de las esporas antes de su utilización.

York en 1958, observó que algunos compuestos como el Triton X-55 y el detergente casero de marca comercial Trent al 1 % en agua no tiene efectos adversos sobre las esporas de Beauveria bassiana; así también determinó que los granos de arcilla eran más efectivos que los polvos y suspensiones, cuando hacían tratamientos al maíz con Beauveria bassiana para el control del gusano del maíz (Heliothis zea).

Hay que tomar en cuenta que los compuestos deben tener la particularidad de proteger las esporas de los rayos ultravioletas del sol y mantener la humedad existente en el microclima, de esta manera se asegura la viabilidad de las esporas (3).

A nivel de campo se requiere la aplicación de grandes cantidades de inóculo, por lo cual es recomendable que este sea aplicado con el equipo diseñado para la aplicación de insecticidas químicos.

Observaciones de Dunn y Mechalas en 1963, Ferron en 1967 y Jaque et. al. en 1968, indican que grandes dosis son aconsejables para determinadas situaciones y en condiciones con muchas limitaciones.

La frecuencia de las aplicaciones debe coincidir con la presencia de agentes hospedantes susceptibles, así también deben estar ligados al medio ambiente, por ejemplo: después de las lluvias o irrigaciones, estas condiciones pueden ser más efectivas que la de los periodos secos. Es también aconsejable hacer tratamientos nocturnos para obtener una ventaja con la ausencia de la luz solar, ya que los hongos son susceptibles a ella y por la humedad del rocío.

Burges, determinó que las aplicaciones de esporas a la superficie del suelo es inefectivo, debido a su poca penetración (3).

V. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio consistió en dos fases, una de laboratorio y otra de campo; la primera fase del estudio fue efectuado durante el año de 1984, en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1. Patogenicidad de Beauveria bassiana en 20 insectos plaga en el laboratorio.

La cepa del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana, se obtuvo de la colección existente de dicho laboratorio. El hongo se incrementó en PDA contenido en tubos de ensayo y se encubarón a 29° C., a los 20 días después se efectuó un lavado del crecimiento fungoso para la preparación de la suspensión del hongo, por medio del Hematocimetro se determinó una concentración del inóculo de 3×10^7 esporas por centímetro cúbico.

Simultáneamente, se recolectaron en el campo, especímenes de las plagas de insectos de interés, los cuales se detallan en el Cuadro 1.

La inoculación de las diferentes plagas se realizó tomando en cuenta el estado más perjudicial de los mismos. Para la ejecución de la presente investigación, se tomó como unidad experimental una caja de petri y cada tratamiento consistió de cinco unidades experimentales que incluyen un testigo absoluto. En cada unidad experimental, se colocaron 10 especímenes a los cuales se les brindó un tratamiento especial en lo relativo a clima y alimentación; la inoculación del agente patogénico se llevó a cabo con una jeringa hipodérmica estéril, se les agregó 5 gotas de suspensión fúngica con una concentración de 3×10^7 esporas por centímetro cúbico en cada ejemplar.

Los insectos tratados se mantuvieron a temperatura de 25° C., durante 15 días se tuvo en constante observación el comportamiento y desarrollo del hongo entomopatógeno, inmediatamente después se determinó si hubo crecimiento del hongo en el cuerpo de cada insecto, para proceder al reaislamiento del hongo

Cuadro 1. Insectos inoculados con el hongo Beauveria bassiana.

Nombre científico	Nombre común	Lugar de recolección	Estado de desarrollo
<u>Aenolamia postica</u>	Chinche salivosa	Bárcena, V.N.	Adulto
<u>Agrotis</u> sp.	Gusano nochero	Chimaltenango	Larva
<u>Alabama argillacea</u>	Gusano medidor	Chimaltenango	Larva
<u>Anthonomus eugenii</u>	Picudo del chile	Bárcena, V.N.	Larva/adulto
<u>Anthonomus grandis</u>	Picudo del algodón	Escuintla	Larva/adulto
<u>Aphis</u> sp.	Pulgones	Villa Nueva	Adulto
<u>Bemisia tabasi</u>	Mosca blanca	Villa Nueva	Adulto
<u>Ceratitidis capitata</u>	Mosca del mediterráneo	MOSCAMED *	Adulto
<u>Cholus pilicauda</u>	Picudo del cardamomo	Retalhuleu	Adulto
<u>Diabrotica</u> sp.	Tortuguilla del frijol	Chimaltenango	Adulto
<u>Diatraea saccharalis</u>	Barrenador caña	Escuintla	Larva
<u>Estigmene acrea</u>	Gusano peludo	Chimaltenango	Larva
<u>Epilachna</u> sp.	Conchuela frijol	Chimaltenango	Adulto
<u>Heliothis</u> sp.	Gusano del elote	Chimaltenango	Larva
<u>Manduca</u> sp.	Cornudo del tabaco	Bárcena, V.N.	Larva
<u>Pieris</u> sp.	Gusano de la col	Bárcena, V.N.	Larva
<u>Phyllopagea</u> sp.	Gallina ciega	Bárcena, V.N.	Larva
<u>Trichoplusia nii</u>	Falso medidor	AGMIP *	Larva
<u>Spodoptera exigua</u>	Gusano soldado	AGMIP *	Larva
<u>Spodoptera frugiperda</u>	Gusano cogollero	Santa Rosa	Larva

* Institución que proporcionó los insectos.

Beauveria bassiana. De cada especie plaga se registró el porcentaje de individuos muertos y parasitados.

2. Efecto de Beauveria bassiana bajo condiciones de campo.

Con el objeto de evaluar la efectividad del hongo Beauveria bassiana, en el control de Pieris sp., se contó con una parcela experimental sembrada de coliflor Brassica oleracea vr. Botritis, localizada en la sección de Hortalizas de la Escuela Nacional Central de Agricultura, en la Aldea Bárcena, del Municipio de Villa Nueva, del Departamento de Guatemala, ubicado a 14° 31' latitud norte, 90° 36' longitud oeste de Greenwich y a 1480 msnm, las condiciones climáticas que prevalecieron durante el experimento fueron: 700 mm de pp, temperatura de 30° C. la máxima y 17° C. la mínima (*).

2.1. Los tratamientos evaluados fueron:

- A. Testigo absoluto
- B. Insecticida Químico, (Metamidophos) Taron: 1.43 l/ha
- C. Bacillus thuringiensis, (Dipel): 0.50 kg/ha
- D. Beauveria bassiana: 6×10^7 esporas/cc
- E. Beauveria bassiana: 3×10^7 esporas/cc
- F. Beauveria bassiana: 1×10^7 esporas/cc

Los tratamientos en el campo se distribuyeron al azar y en cada bloque se evaluaron 6 tratamientos, repetidos cuatro veces cada unidad experimental.

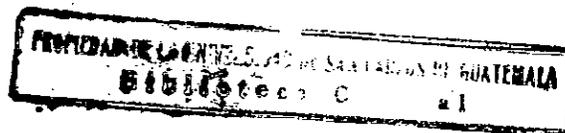
2.2. El modelo lineal estadístico de análisis de las variables evaluadas

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \text{ (t)}$$

$$j = 1, 2, 3, 4 \text{ (r)}$$

* INSIVUMEN consulta personal.



Donde:

Y_{ij} = variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental

U = efecto de la media general

T_i = efecto i -ésimo tratamiento

B_j = efecto j -ésimo bloque

E_{ij} = error experimental en la ij -ésima unidad experimental

El lote experimental comprendió un área de 110 m^2 , en el cual se delimitaron 24 unidades experimentales de 15 m^2 cada una, de forma rectangular (3 X 5 m), en las que se establecieron 66 plantas distribuidas en 6 surcos, distanciados uno del otro a 0.60 m y con distanciamiento entre plantas de 0.45 m; las calles entre bloques fueron de 3 m y entre unidades experimentales de 2 m, los bloques se aislaron entre sí, utilizando plantas de gandul Cajanus bicolor.

2.3. Obtención del inóculo

La multiplicación masiva del entomopatógeno se realizó en frascos de vidrio de 110 ml de capacidad, se utilizó arroz precocido como medio de cultivo, luego se siguió la metodología establecida en trabajos anteriores (9).

Para la preparación de la suspensión de esporas del entomopatógeno se licuaron los medios de cultivo con esporas mas agua y se obtuvieron las concentraciones del inóculo de 1×10^7 esporas/cc, 3×10^7 esporas/cc y 6×10^7 esporas/cc, se utilizó para el conteo de esporas el Hematocímetro.

2.4. Calendario de aspersiones

Para el control de Pieris sp. en esta zona utilizaban el producto comercial conocido como Tameron, asperjándolo una vez por semana durante el ciclo del cultivo.

Con respecto a los insecticidas biológicos debido a que su efecto no es

inmediato, se determinó asperjarlo en forma preventiva.

Previo a la aplicación de la suspensión fúngica, se hizo un recuento de larvas, para el cual se muestrearón 20 plantas por cada parcela en forma de cruz.

El criterio que se tomó para la primera aspersion fue: para el caso de los insecticidas biológicos, al detectar un 15 % de plantas con larvas pequeñas y respecto al insecticida químico fue al detectar un 50 % de plantas con larvas pequeñas; la frecuencia de aspersiones posteriores, tanto de los insecticidas biológicos como el químico se estableció cada 7 días.

El rendimiento se determinó en función del número de plantas sanas por ca da tratamiento, tomando en cuenta los criterios de calidad para exportación.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Patogenicidad de Beauveria bassiana en 20 insectos plaga en el laboratorio.

En las larvas parasitadas se determinó que a los cuatro días no reaccionaban a los estímulos externos, sus movimientos eran lentos hasta quedar inmóviles (muertos), de acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 2; El falso medidor (Trichoplusia nii), fué el que presentó el mayor porcentaje de parasitismo el cual fue de 95 % y la manifestación del crecimiento del micelio sobre las larvas fue a los 8 días, al siguiente día, las larvas estaban cubiertas totalmente. Siguiendo el orden de importancia están: El gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), El gusano de la col (Pieris sp.) y El gusano del elote (Heliothis sp.), cada uno de ellos presentaron el 90, 85 y 82 % de parasitismo respectivamente; el desarrollo del micelio del hongo sobre las larvas fue más notorio a los 6 días, a los 8 días las larvas estaban cubiertas en su totalidad, dos días después el hongo esporulaba, el cual le daba a las larvas un aspecto harinoso.

Los insectos adultos parasitados presentaron rigidez (muertos) a los 6 días; la tortuguilla del frijol (Diabrotica sp.) fue la que presentó el 80 % de parasitismo, la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata) y la conchuela del frijol (Epilachna sp.) presentaron el 70 y 65 % de parasitismo respectivamente.

En la parte exterior de los adultos, se observó poco micelio y esporas a los 10, 8 y 12 días respectivamente, pero al más leve movimiento se desintegraban soltando gran cantidad de esporas.

Las larvas parasitadas manifestaron la patogenicidad del hongo en menor tiempo y con mayor porcentaje que los insectos adultos, esto nos indica que las larvas son más susceptibles al entomopatógeno, debido a su propia estructura.

Cuadro 2. Efecto del entomopatógeno Beauveria bassiana en 20 insectos plaga en condiciones de laboratorio.

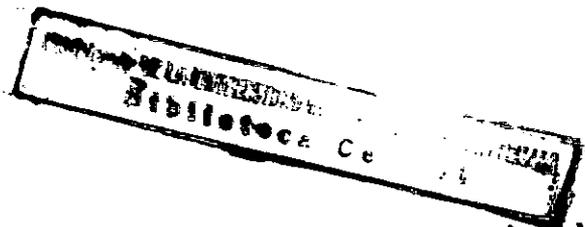
No.	Nombre científico	Nombre común	Estado de desarrollo	Insectos inoculados	Insectos parasitados	Parasitismo %	Manifestación (días)
1	<u>Trichoplusia ni</u>	Falso medido	Larva	40	38	95	8 - 9
2	<u>Spodoptera frugiperda</u>	Gusano cogollero	Larva	40	36	90	6 - 8
3	<u>Pieris</u> sp.	Gusano de la col	Larva	40	34	85	6 - 8
4	<u>Heliothis</u> sp.	Gusano del elote	Larva	40	33	82	6 - 8
5	<u>Diabrotica</u> sp.	Tortuguilla del frijol	Adulto	40	32	80	10
6	<u>Ceratitis capitata</u>	Mosca del mediterraneo	Adulto	40	28	70	8
7	<u>Epilachna</u> sp.	Conchuela del frijol	Adulto	40	26	65	12
8	<u>Aenolamia postica</u>	Chinche salivosa	Adulto	40	0	0	0
9	<u>Agrotis</u> sp.	Gusano nochero	Larva	40	0	0	0
10	<u>Alabama argillacea</u>	Gusano medidor	Larva	40	0	0	0
11	<u>Anthonomus eugei</u>	Picudo del chile	Larva y adulto	40, 40	0	0	0
12	<u>Anthonomus grandis</u>	Picudo del algodón	Larva y adulto	40, 40	0	0	0
13	<u>Aphis</u> sp.	Pulgón del rosal	Adulto	40	0	0	0
14	<u>Bemisia tabaci</u>	Mosca blanca	Adulto	40	0	0	0
15	<u>Cholus pilicauda</u>	Picudo del cardamomo	Adulto	40	0	0	0
16	<u>Estigmene acrea</u>	Gusano peludo	Larva	40	0	0	0
17	<u>Manduca</u> sp.	Cornudo del tabaco	Larva	40	0	0	0
18	<u>Phyllopagea</u> sp.	Gallina ciega	Larva	40	0	0	0
19	<u>Diatraea sacharalis</u>	Barrenador de la caña	Larva	40	0	0	0
20	<u>Spodoptera exigua</u>	Gusano soldado	Larva	40	0	0	0

2. Efecto de Beauveria bassiana bajo condiciones de campo.

Al establecerse la población de larvas en el cultivo se procedió de acuerdo a la metodología establecida, primero se asperjó el insecticida biológico y 7 días después se asperjó el insecticida químico.

Las suspensiones de Bacillus thuringiensis y Beauveria bassiana se asperjaron los días 20, 26 de Junio, 3, 9, 17 y 23 de Julio de 1985, las aspersiones del insecticida químico se efectuaron con la misma frecuencia a excepción de la primera, los cuales fueron un total de 5 aspersiones

El rendimiento de plantas sanas por tratamiento, se observan en el Cuadro 3, el tratamiento de Bacillus thuringiensis y Beauveria bassiana de 6×10^7 esporas/cc, originaron un igual número de plantas sanas y no presentaron mucha diferencia con el tratamiento del producto químico, en condiciones favorables para los insecticidas biológicos pudieron haber originado mejores resultados, éstos presentan una ventaja con respecto a los productos químicos al no dejar residuos tóxicos, esta situación originaría más aceptación del cultivo de la coliflor para su exportación.



Cuadro 3. Rendimiento por cada tratamiento obtenido en el campo.

Tratamientos	Dosificación	Plantas sanas/ha
Testigo		9,780
Insecticida químico (Metamidophos) Tamaron	1.43 l/ha	31,479
B. <u>thuringiensis</u> (Dipel)	0.50 kg/ha	25,978
B. <u>bassiana</u>	6×10^7 esporas/cc	25,978
B. <u>bassiana</u>	3×10^7 esporas/cc	22,922
B. <u>bassiana</u>	1×10^7 esporas/cc	19,560

En el resultado del análisis de varianza que se observa en el Cuadro 4, sobre los rendimientos se pudo observar que no se encontró alguna diferencia estadísticamente significativa para los seis tratamientos evaluados.

El número de larvas que lograron presentar parasitismo fueron insignificantes por tratamiento ya que no hubo suficiente margen para que el entomopatógeno desarrollara en las larvas inoculadas, esta situación se presentó, debido a que en esa época la política de la Dirección de la Escuela Nacional Central de Agricultura, promovió al máximo el uso racional de productos químicos, lo que originó el desarrollo de otro tipo de control biológico; uno de los componentes que tomaron parte activa fueron los pájaros existentes en la zona. Estos ejercieron control en larvas medianas y grandes las que tenían la posibilidad de presentar parasitismo, sucediendo todo lo contrario con las larvas pequeñas, las cuales lograron dañar las plantas.

Otra limitante que afectó el desarrollo del hongo fue el estrato limitado del microclima, ya que este entomopatógeno proviene de un microclima más amplio (Cultivo del café), donde la interferencia de la radiación solar es casi nula

y por lo tanto la humedad relativa que ahí existe asegura la viabilidad de las esporas asperjadas.

Cuadro 4. Análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc	Ft 5%
Bloques	3			
Tratamientos	5	147.40	2.27 N. S..	2.90
Error	15	64.71		
Total	23			

C. V. = 43 %

N. S. = no significativo

VII. CONCLUSIONES

1. Patogenicidad de Beauveria bassiana en 20 insectos plaga en el laboratorio.

- A. En el presente estudio se obtuvieron niveles de parasitismo que estan comprendidos entre el rango de 65 - 95 %.
- B. Las especies sobre los cuales el efecto del hongo se manifestó fueron respectivamente: Conchuela del frijol (Epilachna sp.), Mosca del mediterraneo (Ceratitis capitata), Tortuguilla del frijol (Diabrotica sp.), Gusano del elote (Heliothis sp.), Gusano de la col (Pieris sp.), Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) y Falso medidor (Trichoplusia nii).
- C. Todos los insectos que fueron afectados por el hongo Beauveria bassiana murieron.
- D. El resto de especies de insectos evaluados no fueron parasitados.

2. Efecto de Beauveria bassiana bajo condiciones de campo.

- A. En esta fase del experimento el resultado del análisis de varianza sobre los rendimientos, no se encontró diferencia estadísticamente significativa para los seis tratamientos evaluados.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de patogenicidad de Beauveria bassiana en otras plagas de importancia económica.
2. Incluir en futuras investigaciones una fase de invernadero, previo a las evaluaciones de Beauveria bassiana en el campo.
3. Evaluar bajo distintas condiciones ambientales (zonas de cultivo), el efecto de Beauveria bassiana sobre Pieris sp. y otras plagas.
4. Evaluar en el campo concentraciones del hongo arriba del 3×10^7 esporas/cc.
5. Evaluar la etapa de larva más susceptible a Beauveria bassiana.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. BACH, P. DE. 1969. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Trad. por Carlos Manuel Castanos. Mexico, Continental. p. 617 - 618.
2. BERRIOS E., F. 1972. Estudio de la susceptibilidad del barrenador de las Meliaceas (Hypsipyla grandella Zeller) al hongo Metarrhizium anisopliae (Metchnikoff) Sorukin. Tesis Mag. Sc. Costa Rica, IICA. p. 22.
3. BURGESS, H. D.; HUSSEY, N. W. 1971. Microbial control of insect and mites. Great Britain, Academic Press. p. 97 - 98.
4. CHAPLIN, F. R. et al. 1981. Virulence of Beauveria bassiana mutants for the Pecan Weevil. Journal of Economic Entomology 74(5): 617 - 621.
5. HAGEN, K. S.; VAN DE BOSCH, R. 1968. Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids. Annual of Entomology 13:331.
6. KILGORE, W. W. 1967. Pest control biological, physical and selected chemical methods. New York, Academic Press. p. 474.
7. MANDELIN, M. F. 1966. Fungal parasites of insects. Annual Review of Entomology 11:435.
8. MONTERROSO M., J. L. 1983. Control biológico de la broca del café (Hypothenemus hampei). In Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas (1., 1983, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 182 - 185.
9. RODAS C., E. A. 1982. Evaluación de medios de cultivo para la producción masiva del entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 30 p.
10. RODRIGUEZ D., C. E. 1982. Sensibilidad del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana (Bals.) Vuill a 7 fungicidas bajo condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
11. ROJAS C., J. J. 1983. Métodos de aplicación del hongo Beauveria sp. para el control de la pulga saltona de la papa Epitrix sp. Entomology Abstract 14(5): 32.
12. STEINHAUS, E. A. 1949. Principles of insect pathology. EE.UU., McGraw-Hill. p. 377, 382, 383.
13. TANADA, Y. 1959. Microbial control of insect pest. Annual Review of Entomology 4:281.

Vo. Bo.




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Numero 23 de junio de 1988

"IMPRIMASE"



ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ
D E C A N O



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central