

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



DETERMINACION DE LA CONCENTRACION LETAL DEL ENTOMOPATOGENO
Verticillium lecanii (Nees), QUE CAUSA LA MUERTE DE LA MOSCA BLANCA
(Bemisia tabaci Genn.; Hom.; Aleyrodidae), BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

DEMETRIO CUTZAL MIJANGO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera

SECRETARIO

Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Walter Estuadro García Tello

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. Raúl Erberto Alfaro Ortiz

VOCAL CUARTO

Prof. Abelardo Caal Ich

VOCAL QUINTO

Br. Axel Herrera

Guatemala, Septiembre del 2001.

Honorable Junta Directiva.
Honorable Tribunal examinador.
Facultad de Agronomía.

Señores miembros:

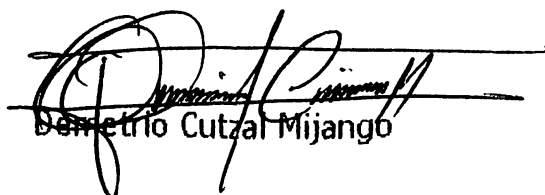
De manera atenta y de acuerdo a las disposiciones reglamentadas en las normas de Ley Orgánica de la Tricentenaria Universidad Nacional Autónoma de San Carlos de Guatemala, me es grato someter a vuestra consideración el trabajo de tesis de grado que se titula:

DETERMINACION DE LA CONCENTRACION LETAL DEL ENTOMOPATOGENO Verticillium lecanii (Nees), QUE CAUSA LA MUERTE DE LA MOSCA BLANCA (Bemisia tabaci Genn.; Hom.; Aleyrodidae), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Considerando que la presente investigación llena los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo.

Atentamente:



Benetrio Cutzal Mijango

ACTO QUE DEDICO

- A: DIOS** Al darme sabiduría, fuerza y bendición para alcanzar esta meta.
- VIRGEN DEL SAGRADO** Virgen bondadosa, gracias por haberme ayudado en las causas difíciles y desesperadas.
- MIS PADRES** Petronilo Cutzal Ambrocio
Dionicia Mijango (Q.E.P.D).
Fuente de inagotable amor, gracias por guiar mi vida.
- MI ESPOSA** Marta Odilia Chalí Gómez, como recompensa por sus esfuerzos y con mucho amor y cariño.
- MIS HIJOS:** Luis Antonio y Flor de María.
- MIS HERMANOS:** José de la Cruz, María Alberta, Salvador, Genaro Reyes, Rigoberto, María Toribia, German y Rosenda.
Gracias por las ayudas recibidas de ustedes.
- MIS CUÑADOS Y CUÑADAS:** Arcadia Muz, Agustín González, Sandy González, Cesar O. Chalí, Irma C. Velásquez, Enma Curruchiche y Moisés Solares.
Por sus consejos y apoyo.
- MIS SUEGROS:** Anselmo Chalí Salazar (Q.E.P.D.)
Fidelia Gómez.
Mil gracias por comprenderme y ayudarme.
- MI FAMILIA:** En general.

Dionicia Mijango (Madre Q.E.P.D.)
María Cúmez (Tía Q.E.P.D)
Gregorio Cutzal Calí (Abuelo Q.E.P.D)
Secuestrados y desaparecidos Nov/1983, que con sus cuerpos fertilizaron el suelo para obtener las mejores cosechas, este triunfo rinde tributo y homenaje a ustedes.
- MIS AMIGOS.**

TESIS QUE DEDICO.

A:

GUATEMALA

ALDEA PAMUMUS

SAN JUAN COMALAPA

CHIMALTENANGO

LA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA CINCUENTENARIA GLORIOSA FACULTAD DE AGRONOMIA

COLEGIO SEMINARIO SAN JOSE DE SOLOLA (SACERDOTES
BENEDICTINOS).

COLEGIO PARROQUIAL MEDALLA MILAGROSA (COMALAPA).

A LOS PRODUCTORES DE TOMATE DE SAN ANTONIO ILOTENANGO
EL QUICHE.

A LAS PERSONAS DE SANTA LUCIA UTATLAN, SOLOLA Y DE SAN
ANDRES, EL PETEN.

AGRICULTORES Y CAMPESINOS

AL PUEBLO DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTO

A:

Mis Catedráticos de la Facultad de Agronomía, por su constante apoyo y orientación en mi formación académica.

Mi supervisor de E.P.S. Ing. Agr. Silvel Elias Gramajo, por su valiosa ayuda y colaboración para mi formación profesional.

Mis Asesores: Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez e Ing. Agr. José Domingo Mendoza por su apoyo en la realización del presente trabajo de Tesis.

Al Ing. Agr. Ronald Estrada y al personal de Agrícolas el Sol por apoyarme en los instrumentos y espacio para la realización de este estudio.

A la Gerencia y compañeros de trabajo del APART-HOTEL SUITES REFORMA.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 Mosca blanca <u>Bemisia tabaci</u> Genn.	4
3.1.2 Biología	4
3.1.2.1 Taxonomía	4
3.1.2.2 Ciclo biológico	4
3.1.2.3 Reproducción	6
3.1.3 Importancia y tipo de daño	6
3.1.3.1 Importancia económica de la Mosca Blanca	8
3.1.4 Geminivirus	8
3.1.4.1 Características	8
3.1.4.2 Transmisión	8
3.1.4.3 Síntomas	9
3.2 Control biológico	9
3.2.1 Importancia del Control Biológico	10
3.3 Hongos entomopatógenos	11
3.3.1 Hongos	11
3.3.2 Sus propiedades	11
3.3.3 Mecanismo de infección de los hongos entomopatógenos	12
3.3.4 Especificidad	13

3.3.5	Capacidad de adhesión	13
3.3.6	Producción de toxinas	14
3.4.	Bioensayo	14
3.4.1	Componentes de un bioensayo. Dosis respuesta.	15
3.4.2	Tipos de bioensayo	15
3.4.3	Dosis contra dosificación	16
3.4.4	Pruebas de efectividad y pruebas de susceptibilidad	17
3.4.5	Evaluación de la toxicidad	17
3.4.6	Ley de Weber y Fechner	18
3.4.7	Requerimiento para obtener Líneas Ldp rectas	18
3.4.8	Propiedades de la Línea Ldp	19
3.4.9	Significado de la posición y la pendiente de la línea Ldp	19
3.4.10	Límites de confianza (Límites Fiduciales)	19
3.4.11	Concentración Letal Media (DL_{50})	19
3.4.12	Ventana de Respuesta Biológica	20
4.	MARCO REFERENCIAL	20
4.1	<u>Verticillium lecanii</u>	20
4.1.1	Taxonomía	20
4.1.2	Algunos estudios	20
4.2	Ubicación de la investigación	21
5.	OBJETIVOS	23
6.	HIPOTESIS	24
7.	METODOLOGIA	25
7.1	Conducción del Bioensayo para la primera población	25
7.1.1	Pruebas preliminares	25
7.1.2	Cálculo de la Ventana de Respuesta Biológica, Primera Población	25
7.2	Descripción de los tratamientos	25
7.3	Unidad experimental	26
7.4	Diseño experimental	26
7.5	Modelo estadístico	27
7.6	Variables consideradas	27

7.6.1	Números de insectos muertos	27
7.6.2	Tiempo de acción de entomopatógeno	27
7.7	Metodología experimental	27
7.7.1	Realización de concentración intermedia	27
7.7.2	Concentración de <u>Verticillium lecanii</u> que causaron mortalidad Arriba del 50%	28
7.8	Manejo del experimento	28
7.8.1	Reproducción de esporas del entomopatógeno	28
7.8.2	Preparación de las concentraciones mediante diluciones	28
7.8.3	Fase de instalación del Bioensayo	29
7.8.3.1	Aplicación del inóculo	29
7.8.3.1	Manejo del testigo	30
7.9	Análisis de la información	30
7.9.1	Análisis de Varianza	30
7.9.2	Análisis de regresión	30
8.	RESULTADOS Y DISCUSION	32
8.1	Número de insectos muertos por tratamiento	32
8.2	Tiempo de acción del entomopatógeno	35
9.	CONCLUSIONES	37
10.	RECOMENDACIONES	37
11.	BIBLIOGRAFIA	38
12.	ANEXO	41

INDICE DE CUADROS

CUADROS	PAGINA
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos	26
Cuadro 3. Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad	32
Cuadro 4. Prueba de Tukey para porcentaje de mortalidad de mosca blanca	33
Cuadro 5. Concentraciones de conidios/ml y porcentaje de mortalidad encontrados	34

CUADRO EN ANEXOS

CUADROS	PAGINA
2 A. Mortalidad Y Mortandad corregida según Prueba de ABBOT	42
6 A. Transformaciones logarítmicas de base 10 y estimación de ecuación de regresión.	43

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PAGINA
Figura 3. Comportamiento de las mortalidades de mosca blanca vs. concentraciones de conidios del hongo <u>Verticillium lecanii</u> .	35
Figura 4. Variación de la susceptibilidad de la mosca blanca por la acción Patogénica de <u>Verticillium lecanii</u> (Nees.).	36

FIGURAS EN ANEXO

FIGURA	PAGINA
Figura 1 A. Porciones de hojas de tomate con ninfas de <u>Bemisia tabaci</u> .	44
Figura 2 A. Ninfas del primer estadio de <u>Bemisia tabaci</u> .	45

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACION LETAL DEL ENTOMOPATOGENO Verticillium lecanii (Nees), QUE CAUSA LA MUERTE DE LA MOSCA BLANCA (Bemisia tabaci Genn.; Hom.; Aleyrodidae), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.

"Determination of the lethal concentration of the entomopatogen Verticillium lecanii (Nees), that causes the death of the white fly (Bemisia tabaci Genn.; Hom.; Aleyrodidae), under laboratory conditions".

RESUMEN

Se evaluaron nueve concentraciones de conidios de Verticillium lecanii (Nees), para el control de la mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.). Para lo cual se cortaron cuadritos de hojas de tomate (Lycopersicon esculentum Miller) conteniendo ninfas de los primeros estadíos de (Bemisia tabaci Genn.), las cuales se sumergieron en cada una de las concentraciones de conidios propuestos y se evaluó la mortalidad causada por cada tratamiento. La mayoría de las concentraciones aplicadas fueron diferentes significativamente al testigo (0 Conidios/ml).

Se determinó que las concentraciones 4.5×10^{15} y 3.6×10^{17} conidios/ml reportaron los más altos valores de mortalidad con 87.39 y 92.23%, respectivamente; así mismo se determinó que la mortalidad de ninfas de mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.) alcanzó el 50% a los 6.9 días después de inoculado (TL_{50}). Se concluye que la CL_{50} sobre ninfas de mosca blanca fue de 1.29×10^9 .

1. INTRODUCCION

El uso de hongos entomopatógenos se ha intensificado en los últimos años. Estos hongos son capaces de causar enfermedad y mortandad en las poblaciones de insectos específicos (4).

La mosca blanca, (Bemisia tabaci Genn.; Hom.; Aleyrodidae) es un ejemplo de este caso, que ha generado resistencia al control químico tradicional y en algunos casos, por ejemplo en México, se han presentado devastaciones por daño directo - debilitamiento por extracción de savia - e indirecto - formación de fumaginas - en soya, algodón, chile dulce, tomate y varias cucurbitáceas. Sin embargo los problemas más difíciles de manejar se asocian con la transmisión de virus, especialmente en frijol y tomate (6).

Los gastos en el combate de plagas, así como las pérdidas que éstas ocasionan, representan una proporción importante de los costos de producción de cualquier cultivo. En hortalizas, estos gastos pueden ser considerables, por ejemplo, en América Central, los costos del combate de plagas en tomate y chile dulce generalmente representan entre 12-22% y 34 % de los costos totales directos de producción (4).

Cuando un insecticida con buenos antecedentes de control comienza a no ser efectivo, los usuarios consideran que la plaga se ha hecho resistente al producto e inmediatamente aumentan las dosis, incrementan la frecuencia de aplicación o aplican mezclas sin recomendación técnica, lo cual favorece el desarrollo de resistencia y aumentan los costos de producción, afectando el nivel y estabilidad de la ganancia de los agricultores (19).

De esa cuenta se tiene que las aplicaciones de productos biológicos están reemplazando a los productos químicos debido a que los biológicos no contaminan el ambiente y reducen la mortandad en poblaciones de insectos benéficos (19).

La resistencia de insectos a los plaguicidas, y el uso constante de ellos ha provocado, que la entomofauna benéfica disminuya, causando un desequilibrio entre las plagas y sus enemigos naturales, propiciando que éstas desarrollen su ataque con mayor intensidad (6).

En el caso de los hongos entomopatógenos se tiene que los deuteromycetos se caracterizan por reproducirse principalmente por esporas asexuales (conidios). Los que más atacan a B. tabaci tanto en el campo como en los invernaderos son; Aschersonia aleyrodis, Verticillium lecanii, Paecilomyces fumosoroseus (Spicaria fumoso-roeus), Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae.

La investigación se realizó con la finalidad de determinar la concentración letal de Verticillium lecanii (Nees) que controlara la población de la mosca blanca Bemisia tabaci, (Genn.), por arriba del cincuenta por ciento en muestras colectadas de tomate provenientes de la Aldea Panimacac del Municipio de San Juan Comalapa, del departamento de Chimaltenango.

Se determinó que las concentraciones 4.5×10^{15} y 3.6×10^{17} conidios/ml reportaron los más altos valores de mortalidad con 87.39 y 92.23%, respectivamente; así mismo se determinó que la mortalidad de ninfas del primer estadio de mosca blanca alcanzaron el 50% a los 6.9 días después de inoculado (TL_{50}). Se concluye que la CL_{50} sobre ninfas de mosca blanca fue de 1.29×10^9 .

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Se sabe que la mosca blanca, Bemisia tabaci (Genn), tiene gran plasticidad genética debido a que presenta gran variación morfológica de las ninfas incluso dentro de una misma planta, gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas rápidamente; existencia de varias razas o biotipos, asociados con hospedantes específicos y gran habilidad de adaptación a nuevas zonas geográficas, sobre todo en latitudes y altitudes más frías (7).

Algunos autores señalan que B. tabaci (Genn) tiene gran habilidad para desarrollar resistencia a los insecticidas rápidamente, debido principalmente a la brevedad de su ciclo de vida y la partenogénesis facultativa que contribuyen en este sentido. Por ejemplo, en Guatemala, en algodón, hasta 1987, B. tabaci desarrolló resistencia a 16 insecticidas de diferente origen químico, y alcanzó niveles de resistencia superiores a 900X para la bifentina y la cialutrina, y de hasta 2,000X para el quinosfós y la deltametrina, (resistencia 900 ó 2,000 veces más alto que la resistencia normal) (7).

El método más generalizado de combate de este insecto ha sido la aplicación de químicos, pero éstos se realizan en forma irracional, lo que incrementa los costos de producción, desequilibra el sistema ecológico, desarrolla resistencia a los plaguicidas y hace esta forma de combate ineficaz (17).

Ante la problemática planteada se hizo necesario investigar alternativas para controlar poblaciones de B. tabaci (Genn.), una de las cuales fue el uso del hongo entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees) usando la concentración adecuada.

1. MARCO TEORICO

3.1. MOSCA BLANCA Bemisia tabaci Genn.

3.1.2 BIOLOGIA

3.1.2.1. TAXONOMIA

Orden:	Homoptera
Familia:	Aleyrodidae
Género:	<u>Bemisia</u>
Especie: -	<u>tabaci</u>
Nombre común	Mosca blanca
Nombre científico:	<u>Bemisia tabaci</u> (Gennadius) (14).

3.1.2.2 CICLO BIOLÓGICO

Las moscas blancas presentan una metamorfosis incompleta, pasando por las etapas de huevo, ninfa y adulto. Sin embargo el 4to. estadio ninfal, es considerado como una "pupa" o pseudopupa (8).

Elchelkraut (1987), citado por Morán (1994) (17), describe la duración del ciclo biológico de B. tabaci (Genn.), a una temperatura de 24 °C, así:

La etapa de huevo: dura aproximadamente 5 días, la hembra ovíparos generalmente en el envés de la hoja, colocando los huevos ya sea en grupos, en círculo o semicírculo y algunas veces aislados. El huevo es ovalado, con la parte superior terminada en punta y la base redondeada provista de un pedicelo inserto en el tejido de la hoja, en posición vertical.

El primer ínstar o "crawler" (gateador): tiene una duración de 4 días. El "crawler" o ninfa móvil se empuja fuera del corión con movimientos alternativos de contracción y expansión del abdomen, efectuado ligeros movimientos de patas y antenas. El "crawler"

se arrastra hasta encontrar un sitio conveniente para alimentarse y fijarse. El período desde la eclosión hasta que se fija puede durar entre una y dos horas.

La ninfa se observa de color blanco verdoso, es de forma elíptica, con la parte distal ligeramente más angosta. Ventralmente es plana y posee dos pares de microsetas cefálicas y un par abdominal. Los ojos están situados en los márgenes cefálicos, los que se observan de color rojo.

El segundo ínstar: dura aproximadamente 4 días; es de forma oval, de color blanco verdoso, cristalino y aplanado al principio, opaco y túrgido al final. En este ínstar es posible diferenciar B. tabaci de T. vaporariorum mediante la llingula, ésta es algo hinchada distalmente y termina en punta, está cubierta medianamente por el opérculo. La llingula de T. vaporariorum tiene dos lóbulos distales y no termina en punta.

El tercer ínstar: como en el ínstar anterior, la llingula sirve para diferenciar las ninfas de T. Vaporariorum cuya llingula es lobulada. Además T. vaporariorum tiene un margen uniforme crenulado a diferencia de B. tabaci (Genn.). Este ínstar dura 5 días aproximadamente.

El cuarto ínstar o "pseudopupa": ocurre después de la tercera muda, la ninfa pasa por dos fases, una inicial durante la cual se alimenta y otra donde deja de hacerlo y sufre algunos cambios morfológicos que es lo que se conoce como pseudopupa. Esta fase dura aproximadamente 6 días.

El adulto recién emergido: es de color blanco debido al polvo ceroso con que se cubre. La cabeza es de forma cónica con la parte más ancha a la altura de las antenas y más angosta en el aparato bucal. La antena es filiforme y consta de 7 segmentos. El aparato bucal es chupador, consta de labro, dos pares de estiletes que representan mandíbulas y maxilas. La hembra se diferencia del macho por su mayor tamaño y por su genitalia.

La duración del ciclo biológico de las moscas blancas varía según la especie. En B. tabaci el ciclo dura aproximadamente 19 días a 32 °C. La especie vegetal en la cual se desarrolle también tiene cierto efecto; en zanahoria y tomate, el ciclo puede durar un poco más, mientras que en camote es de ciclo corto. La temperatura es el factor determinante en la duración del ciclo, el cual puede prolongarse hasta 73 días a 15 °C. En Venezuela se encontró que el factor que más reduce las poblaciones de B. tabaci, es la precipitación pluvial.

3.1.2.3 REPRODUCCION

Byrney y Bellows (1991), citados por Hilje y Arboleda (1993) (8), indican que la reproducción de B. tabaci puede ser sexual o partenogenética. La reproducción sexual se realiza con la participación del macho y la hembra, en cuyo caso la progenie va a ser de machos y hembras, en forma facultativa existe la posibilidad de que la reproducción se de por partenogénesis, es decir, la producción de nuevos individuos sin que la hembra sea fecundada por el macho. En este caso es del tipo arrenotoquia que da lugar únicamente a machos.

3.1.3 IMPORTANCIA Y TIPO DE DAÑO

Esta plaga llega a ser problema fuerte en plantas pequeñas cuando se presenta en infestaciones elevadas, ocasionando que la planta tome un color amarillo, se marchite y finalmente muera; además transmite enfermedades viróticas. Adicionalmente las plantas infestadas tienen una apariencia ennegrecida, debida al hongo Capnodium citri de la fumagina que crece en la mielecilla pegajosa y dulce que las ninfas secretan (14).

La importancia de las pérdidas causadas por las plagas difiere según la naturaleza del daño y el tipo de cultivo. Por ejemplo, no es equivalente el daño causado por fumaginas al tomate o la soya, que el provocado por geminivirus en frijol o tomate, aunque en todos ellos esté involucrada Bemisia tabaci (7).

Algunos agricultores frente a una misma plaga podrían perder parcial o totalmente su cultivo, mientras que otros podrían perder muy poco. Así, los primeros podrían arruinarse,

mientras que los que logren combatir adecuadamente la plaga podrían beneficiarse, sobre todo si las pérdidas generales, con la consecuente disminución de la oferta en el mercado, son suficientemente altas como para subir los precios. Esta situación beneficiosa para ciertos productores, es de gran interés para los consumidores, políticos y funcionarios del gobierno, pues los costos/beneficios del manejo de las plagas se trasladan al plano macroeconómico y afectan las finanzas y recursos estatales destinados a otros aspectos del desarrollo (7).

Bemisia tabaci (Genn.) no se conocía como plaga en América Central, antes de 1971. Durante la siembra de algodón 1961-1962, se registró en El Salvador. En 1964 se encontró en Honduras y en 1965 en Guatemala y Nicaragua. Debido al uso excesivo de plaguicidas de amplio espectro como DDT, toxafeno y metil paratión; B. tabaci se ha considerado como un brote de plaga secundaria en América Central (2).

El daño principal que produce B. tabaci es indirecto, a través de la transmisión de virus tales como el de enrollamiento de la hoja del tomate (VEHAT), mosaico dorado del tomate (MDT) y mosaico amarillo del tomate (MAT) (2).

El daño que B. tabaci ocasiona puede ser de tres tipos (8):

1. Por succión directa: lo hace al insertar el estilete en el tejido vegetal y succionar la savia; este daño puede considerarse serio cuando se alcanzan poblaciones altas, lo cual sucede normalmente en el algodón.
2. Por transmisión de virus: es el daño más serio que B. tabaci ocasiona pues es capaz de transmitir varios geminivirus y otros tipos de virus. La virosis ha sido el problema severo, que en algunos casos ha obligado a los agricultores a abandonar los cultivos, como en el caso del frijol, tomate y chile.
3. Por excreciones azucaradas: las cuales pueden causar dos tipos de problemas: a) Interferir con los procesos fotosintéticos normales y b) Favorecer la proliferación de hongos, proporcionando las fumaginas; en el caso del algodón, esto adicionalmente afecta la calidad de la fibra cosechada.

3.1.3.1. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA MOSCA BLANCA

En el cultivo de tomate, cuando las poblaciones de mosca blanca son bajas como las recomendaciones del umbral económico sugerido por Salguero (1994) (21), de una mosca blanca por cada 20 plantas, es manejable químicamente, teniéndose un porcentaje de daño muy bajo. Cuando las poblaciones de mosca blanca son más altas es difícil salvar una plantación, aún controlando la plaga entre los 45 días después de la siembra y si disminuyen las aplicaciones del control químico para las mismas, trae como resultado daño en la fruta, lo cual no pretende que suceda y si el número de aplicaciones del control químico continúa, aumentan los costos de producción.

Los costos por el control químico en tomate por hectárea para insectos menores (aquí se incluye la mosca blanca) asciende a un promedio de Q 1,976.00, con una aspersión cada siete días, pero cuando existe un aumento en la población de mosca blanca y aparece el virus, hay un alza de hasta Q 8,300.00 por hectárea debido a que aumentan las aplicaciones a cada dos días (21).

3.1.4 GEMINIVIRUS

3.1.4.1 CARACTERISTICAS

Según Lastra (1993) (12); los geminivirus se caracterizan por poseer partículas casi isométricas de ARN formando parejas. Con relación al ácido nucléico, corresponde al ADN de cadena sencilla, con forma circular. Los geminivirus se multiplican en las células floemáticas de las plantas infectadas, específicamente en el núcleo; acumulándose partículas virales que forman masas densas y que en un momento dado, pueden ocupar un volumen considerable del núcleo.

3.1.4.2 TRANSMISION

Las moscas blancas se alimentan en el floema de las plantas, de donde extraen los aminoácidos y carbohidratos necesarios para su supervivencia. La relación de B. tabaci con los geminivirus es del tipo persistente-circulativo, lo que significa que las partículas virales adquiridas por el insecto durante su alimentación circulan dentro de su cuerpo, pasando del intestino a la hemolinfa, hasta llegar a las glándulas salivales. Los

geminivirus no se pueden transmitir transováricamente; es decir, de la madre a su prole (12).

3.1.4.3 SINTOMAS

El más común y en ocasiones el único tipo de síntomas causado por los virus es una menor tasa de crecimiento de la planta; lo cual, causa diferentes grados de enanismo o achaparramiento en toda la planta. Al parecer, casi todas las enfermedades virales ocasionan cierto grado de disminución en el rendimiento y el período de vida de las plantas infectadas se acorta. Estos efectos pueden ser severos y fáciles de observar o pueden ser muy poco significativos y pasar inadvertidos con facilidad. Los síntomas más evidentes en las plantas infectadas con virus muestran síntomas visibles en el tallo, fruto y raíces con o sin el desarrollo de síntomas foliares (1).

3.2 CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es permanente hasta cierto punto, ya que es prácticamente imposible erradicar cualquier especie. Los enemigos naturales competentes son efectivos año tras año, con o sin intervención del hombre, siempre que no se interfiera con ellos de alguna manera. Sin embargo, ya que es casi imposible erradicar cualquier especie una vez que se ha establecido, es muy importante que sólo se liberen enemigos naturales. En forma ocasional una población hospedera desarrolla inmunidad hacia los enemigos naturales por evolución de una alta tasa de encapsulación u otro mecanismo de defensa que reduzca la efectividad de los enemigos naturales. Aunque éste no es el caso para la mayoría de las poblaciones de plagas, y los enemigos naturales también pueden evolucionar, la inmunidad de los hospederos no es un problema tan extendido como los causados por el tipo de resistencia a los plaguicidas, ya que éstos no evolucionan por sí mismos (15).

El control biológico es relativamente económico, ya que tan sólo están presentes los enemigos naturales que una vez fueron eficientes, lo único que se requiere es evitar las prácticas destructivas. El control biológico ha mostrado ventajas y carece de desventajas importantes, siempre que se lleve a cabo una investigación básica cuidadosa (15).

El control biológico se basa en la premisa de que los parasitoides, depredadores y patógenos son capaces de mantener las poblaciones de hospederos a niveles inferiores de los que se mantendrían si aquéllos no se hallaran presentes. Por lo tanto, los objetivos del control biológico son el mantener el "status quo", si es aceptable, o disminuir las poblaciones a niveles inferiores mediante el manejo de sus enemigos naturales y su medio ambiente (15).

A primera vista parece que se buscan los enemigos naturales cuyos efectos aumentan conforme se incrementa la densidad del hospedero y que disminuyan al decrecer el nivel de éstos, ya que tienden a reducir la población cada vez que se alcanza cierta densidad y de que la presión se atenúe cuando la plaga disminuye, sin embargo, en el caso ideal, se desea un control consistente sin fluctuaciones por encima de los niveles económicos, de tal manera que se prefieren los enemigos naturales que mantienen a sus hospederos por debajo de los niveles de daño (15).

El programa Regional Cooperativo de la papa, PRECODEPA (18), indica que el control biológico puede ser natural y/o inducido. Este tipo de control consiste en la destrucción de la plaga utilizando sus enemigos naturales, parásitos (parasitoides), depredadores y entomopatógenos. Este tipo de combate incluye: la introducción al cultivo de enemigos naturales de especies exóticas, del manejo de poblaciones naturales endémicas y de la propagación de liberaciones masivas de enemigos de la plaga.

3.2.1 IMPORTANCIA DEL CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico dentro del manejo integrado de plagas, constituye el medio más utilizado para el manejo natural, que permite lograr un equilibrio en los agroecosistemas, a la vez reduce el uso del control químico, que hasta la fecha fue interpretado como la panacea del control de plagas insectiles, heredando graves problemas de toxicidad, contaminación del ambiente y de recursos naturales no renovables (5).

Keith y Quezada (1968) (9) dicen que el control biológico es ecológicamente deseable

porque no tiene efectos colaterales, no causa daño al medio ambiente por su selectividad y seguridad, enriqueciendo la fauna del sistema.



3.3 HONGOS ENTOMOPATOGENOS

3.3.1 HONGOS

Las infecciones fúngicas son muy comunes en insectos y relativamente fáciles de detectar debido a que generalmente sus cuerpos aparecen cubiertos por micelios o cuerpos fructíferos del hongo. Hasta el momento se han registrado aproximadamente 40 géneros de hongos entomopatógenos. Sin embargo, sólo unos pocos se han investigado intensivamente con el fin de usarlos en programas de control microbial. Los hongos entomopatógenos más estudiados pertenecen a los géneros: Beauveria, Metarhizium, Entomophthora, Coelomomyces, Cordyceps, Nomuraea, Aschersonia, e hirsutella (3).

En los primeros intentos, la utilización de los organismos entomopatógenos en el combate de insectos presenta resultados inconsistentes; esto debido al desconocimiento de la ecología, virulencia del patógeno, sensibilidad del insecto y los efectos del medio ambiente (6).

3.3.2 SUS PROPIEDADES

Las propiedades que representan los hongos entomopatógenos y que los constituyen como una alternativa de uso masivo, son (6):

1. Alto poder patogénico suficientemente estable.
2. Conservación de la virulencia en la preparación antes de su aplicación y después de un período de almacenamiento.
3. Especificidad.
4. Posibilidades de multiplicación y conservación en condiciones rentables.
5. Poder residual.
6. Inocuidad para insectos parasitoides, depredadores, peces, abejas y vertebrados.

Los hongos causantes de enfermedades de insectos plaga en la agricultura se

consideran como importantes organismos de regulación de poblaciones que ofrecen la posibilidad de ser utilizados dentro de un control integrado de plagas, utilizándose como insecticidas biológicos, los cuales, necesitan estar disponibles en volúmenes altos, hecho que ha generado un gran interés en el estudio de estos organismos con el fin de obtener biopreparados en forma comercial, al grado de que en algunos países se han aplicado en miles de hectáreas (6).

3.3.3 MECANISMO DE INFECCION DE LOS HONGOS ENTOMOPATOGENOS

Los hongos entomopatógenos pueden causar infección en cualquier estado de desarrollo del insecto. A diferencia de las bacterias y virus, que deben ser ingeridos con el alimento por los insectos, los hongos atacan a través del integumento. Al entrar en contacto con la cutícula del insecto, las esporas inician el proceso de germinación, el cual requiere de condiciones específicas de temperatura y humedad. Durante la germinación producen enzimas que destruyen la pared celular y permiten que el hongo penetre y llegue a la cavidad hemocélica, donde se reproducen vegetativamente hasta llenar todo el interior de insecto y matarlo, ya sea por el daño mecánico infligido a los diversos órganos, o por la liberación de toxinas resultantes de su metabolismo. Cuando las condiciones ambientales son favorables ocurre la esporulación que normalmente se manifiestan exteriormente en el insecto por los diversos cuerpos fructíferos formados (3).

Los ectoparásitos considerados candidatos a ser aplicados en el control microbioal de plagas agrícolas, serán aquellos que usualmente pueden causar la muerte rápidamente al insecto, ya sea por deficiencias nutricionales, por invasión y/o digestión de tejidos o liberación de toxinas (6).

Se han detectado pocas especies que pueden invadir al hospedero a través de la cutícula; representan a este grupo géneros tales como Mucor, Fusarium y Penicillium. Estos pueden penetrar al hospedero a través del integumento y/o aberturas naturales tales como el aparato bucal y espiráculos, ocasionando un bloqueo respiratorio, mecanismo de acción para los mosquitos (6).

3.3.4 ESPECIFICIDAD

Lezama (1994) (13), citando a Fargues y Ramaudiere (1977), quienes indican que el conocimiento del grado de patogenicidad o de virulencia de los microorganismos parásitos de insectos es uno de los principales factores que se deben considerar en la selección de un agente de control biológico, ya que estos presentan una cierta especificidad para un cierto número de insectos hospederos. Los hongos representan el 80% de las enfermedades que afectan a los insectos, con cerca de 90 géneros y 700 especies, también presentan esta característica.

Los mismos autores definen la especificidad como la adaptación recíproca y afinidades entre un microorganismo patogénico y sus especies hospederas. Agrupan a los microorganismos en las siguientes categorías:

- a) Patógenos accidentales, es decir, aquellos que no pueden penetrar la cutícula de los insectos y lo hacen a través de heridas.
- b) Ocasionales, los que por lo general son saprófitos, pero que bajo ciertas condiciones pueden penetrar las barreras cuticulares de los insectos.
- c) Facultativos, los que poseen cierta capacidad de desarrollarse en el medio en ausencia de sus hospederos.
- d) Obligado, dado que sólo puede crecer en su hospedero.

3.3.5 CAPACIDAD DE ADHESION

La capacidad de adhesión del hongo a los insectos influye en su virulencia. Se ha probado que existen algunos factores que determinan el proceso de adhesión, según Fargues (1984), citado por Lezama (13), establece que se realiza en tres etapas:

1. Adsorción del propágulo a la cutícula, en esta etapa inicial se involucran intercambios de grupos iónicos entre el patógeno y la superficie del hospedero; esta interacción no específica puede ocurrir y llegar hasta ahí.
2. Si la interacción es específica involucra interacciones esteroquímicas entre anticuerpos de la superficie, carbohidratos, proteínas y glucoproteínas, entre otras, así como la presencia de nutrientes, y

3. La consolidación de la interfase de la interacción del patógeno que aún no germina y la cutícula del insecto, donde se resaltan el fenómeno de reconocimiento químico.

3.3.6 PRODUCCION DE TOXINAS

Ferron (1975), citado por Lezama (13), indica que los hongos entomopatógenos logran un total reconocimiento de su hospedero, germinan y penetran la cutícula del insecto, para tratar de alcanzar el hemocele, sufren el ataque de las acciones de defensa por parte del hospedero, una de tipo químico, donde la unidad infectiva se ve afectada por una reacción de oxidación por compuestos fenólicos que da como resultado la formación de una capa melanizada alrededor de los sitios de infección y otra de tipo mecánico. Sin embargo los hongos más virulentos alcanzan a franquear este proceso y rápidamente llegan al hemocele. Aquí se desarrollan reacciones celulares, una de fagocitosis y otra de encapsulación, lo que trae como consecuencia la formación de granulomas.

Ferron (1975) y Vey (1984), citados por Lezama (13), indican que la cinética de infección en los hongos altamente virulentos es tan rápida que vence tanto las reacciones de oxidación por compuestos fenólicos y hemocítica, por lo que la infección continúa. Este mismo autor citando a Murrin y Nolan (1987), que señalan que lo anterior va relacionado con la capacidad de formación de nuevos cuerpos hifales y la rápida colonización a través de todo el hemocele; así como por la habilidad para tomar los nutrientes de la hemolinfa, ya que la multiplicación y emisión de nuevos tubos miceliales implica un gasto de energía.

Ferron (1975), Roberts (1981); Gillespie y Claydon (1989), citados por Lezama (13), indican que la capacidad evolutiva de los hongos entomopatógenos ha ocasionado que estos sean capaces de producir toxinas que afectan la velocidad de la reacción hemocítica y por consiguiente la formación de granulomas, como se ha demostrado en los hongos que presentan potencialidad de uso como agentes de control biológico.

3.4 BIOENSAYO

Bioensayo, es cualquier método por medio del cual alguna propiedad de una sustancia o material, es medida en términos de la respuesta biológica que produce; se

emplea para determinar toxicidad de sustancias químicas con supuestas propiedades tóxicas (10).

3.4.1 COMPONENTES DE UN BIOENSAYO, DOSIS – RESPUESTA

Dosis - respuesta: es la que evalúa el efecto de una dosis y su respuesta a través de la mortalidad.

Un bioensayo posee dos componentes: el estímulo y la respuesta. El estímulo, es el agente que produce una respuesta en el organismo tratado; puede ser químico, físico o eléctrico. La respuesta, es el efecto o manifestación que produce la aplicación del estímulo; puede ser la muerte, el derribo, un nivel enzimático, la frecuencia de los latidos del corazón, la temperatura, etc. (10).

Los componentes de un bioensayo se pueden representar en un sistema de coordenadas, en las que al eje de las abscisas, se le asignan los valores del estímulo y al de las ordenadas, los del efecto (10).

3.4.2 TIPOS DE BIOENSAYOS

Directos: consisten en la aplicación de una dosis única a un animal, o en el incremento del estímulo en un período de tiempo. Generalmente lo que se busca es una respuesta fisiológica como latidos del corazón, tasa respiratoria, consumo de bióxido de carbono, temperatura corporal, etc. (10).

Indirectos: En este caso consisten en la aplicación de una dosis a una muestra representativa de la población, de manera que los resultados son atribuidos a la población de donde se extrajo la muestra. Este tipo de bioensayo tiene dos características importantes (10):

1. La muestra es tratada de forma que se obtiene una respuesta del todo o nada (muerto o vivo), que también se conoce como respuesta cuental.

2. Por medio de la respuesta de la muestra tratada, se estima la respuesta de toda la población. Se deben reunir algunos requisitos que permitan realizar el análisis estadístico de manera adecuada; entre otros, se recomienda que en las pruebas con insectos se incluyan al menos cuatro repeticiones, con la finalidad de detectar la mayor variación posible de la población. Este tipo de bioensayo es el más común en trabajos de toxicología en insectos y ácaros.

3.4.3 DOSIS CONTRA DOSIFICACION

Dosis: es la cantidad exacta de un compuesto químico, aplicada a un organismo, esto ocurre cuando se aplica tópicamente. Las unidades en que se expresan las cantidades son $\mu\text{g insecto}^{-1}$, $\mu\text{g g}^{-1}$ de insecto, $\mu\text{g hembra}^{-1}$ (10).

Dosificación: Es la cantidad de tóxico aplicada al medio ambiente que rodea al organismo, por ejemplo la cantidad de un compuesto aplicada al agua contra larva de mosquitos, cantidad aplicada a las hojas contra insectos fitófagos, impregnación de papel, etc. Las unidades empleadas son ppm, g m^{-2} , g cm^{-2} , g m^{-3} . En este caso el investigador no tiene idea de la cantidad de tóxico que entra en contacto con el organismo (10).

La cantidad de tóxico que se aplica, no siempre es la misma que la que llega al sitio de acción, en esto tienen que ver los factores que se mencionan a continuación (10):

1. Parte del insecticida aplicado, no entra en contacto con el insecto debido a que se volatiliza.
2. Hay descomposición por intemperización.
3. En el integumento de algunos insectos, se presentan factores que promueven la penetración reducida del tóxico.
4. Almacenamiento en tejido inerte, generalmente tejido graso.
5. Mayor excreción del organismo.
6. Tasa o proporción de activación, por medio de la formación de productos más

tóxicos al interior de insecto.

7. Tasa de degradación.

8. Insensibilidad en el sitio de acción.

3.4.4 PRUEBAS DE EFECTIVIDAD Y PRUEBAS DE SUSCEPTIBILIDAD

Las pruebas de efectividad se refieren a cuando se evalúan diferentes insecticidas en una sola población o un solo cultivo. Tal es el caso de los ensayos de insecticidas que realiza el INIFAP en Brasil o las Escuelas de Agronomía, para conocer si un conjunto de insecticidas sirven para eliminar una plaga en un cultivo de cierta región, o para los ensayos de campo que requieren las compañías de insecticidas para obtener el registro de un producto ante Sanidad Vegetal (10).

En las pruebas de susceptibilidad, se realiza una comparación de un insecticida contra diferentes poblaciones de insectos. Su objetivo es determinar cuál población ha desarrollado determinado nivel de resistencia o tolerancia al tóxico, con relación a poblaciones que aún son susceptibles. Para estas pruebas, se utilizan básicamente los bioensayos (10).

3.4.5 EVALUACION DE LA TOXICIDAD (DL₅₀)

La toxicidad de los insecticidas o de cualquier tóxico a un organismo, se expresa usualmente en términos de DL₅₀ (dosis letal cincuenta), este valor representa la cantidad de tóxico por unidad de peso que mata 50% de los animales empleados en la prueba. La DL₅₀ comúnmente se expresa en mg·kg⁻¹ y ocasionalmente en mg por animal (10).

En los casos en que no se sabe la cantidad de tóxico que entra en contacto con el insecto, pero sí se sabe cuál es la cantidad de insecticida que rodea al organismo, se usa el término CL₅₀ (concentración letal cincuenta). Por ejemplo, la toxicidad de insecticidas en larvas de mosquitos o peces, comúnmente se determina por la concentración del compuesto tóxico que mata a 50% de los animales expuestos, en un período especificado, generalmente es a las 24 h. Se usa también el término TL₅₀ (tiempo letal cincuenta), cuando los organismos se exponen a una misma dosis o dosificación, pero las

evaluaciones de mortalidad se hacen a diferentes tiempos, por ejemplo, 1 min., 2 min., 5 min., 1 h, 3 h, 10 h, 24 h (10).

Basado en las medidas de control y en su modo de vida, hay algunas formas de probar la efectividad de los insecticidas en varias especies de insectos. El método de inmersión de hojas en ácaros, el de fumigación contra plagas de granos almacenados y el de alimentación para larvas, se usan con mucha frecuencia. En todos los casos, los resultados son relativos y se comparan con los efectos conocidos de insecticidas convencionales (10).

3.4.6 LEY DE WEBER Y FECHNER

El cambio en magnitud o intensidad de una respuesta biológica, es proporcional al cambio aritmético en el estímulo (10).

En un ensayo con insectos, al graficar en un eje de coordenadas el estímulo contra el efecto, se obtendrá una línea sigmoide cuyos valores no pueden ser interpretados. Para que esto no suceda se necesita transformar la línea sigmoide en una línea recta, esto se logra al transformar la respuesta, de porcentaje a unidades probit, además se expresan el estímulo en logaritmos. De esta manera, se obtiene una recta que facilita la interpretación de los resultados (10).

3.4.7 REQUERIMIENTOS PARA OBTENER LINEAS (LPD) RECTAS

Para obtener una línea recta al construir las líneas dosis-probit (Ldp), es necesario que exista una distribución normal de la respuesta al tóxico (10).

En otras ocasiones, cuando se hace el bioensayo, sólo se obtiene respuesta hasta un determinado porcentaje de mortalidad; de allí en adelante, aunque se aplique más tóxico, no hay aumento en el efecto (10).

La muestra debe ser representativa de la población, para lo cual deben hacerse por lo menos cuatro repeticiones en días diferentes (10).

La dosis efectiva debe estar en proporción constante a la dosificación. La cantidad que llega al sitio de acción, debe ser proporcional a la cantidad que se aplica (10).

3.4.8 PROPIEDADES DE LA LINEA LDP

Posición: La posición de la línea Ldp, indica la toxicidad del compuesto usado. Esta toxicidad usualmente se expresa en términos de la dosis, la concentración o el tiempo necesario para matar el 50% de la población (DL_{50} , CL_{50} y TL_{50}) (10).

Pendiente: Es la proporción o tasa de cambio en la mortalidad, con respecto al cambio unitario en la dosis. Generalmente en una ecuación de regresión lineal se representa con la letra "b" (10).

3.4.9 SIGNIFICADO DE LA POSICION Y LA PENDIENTE DE LA LINEA LDP

1. Entre mayor es el valor de la pendiente más vertical es la línea.
2. A mayor pendiente, con el mismo incremento de dosis hay mayor efecto.
3. La posición de la línea indica qué tan rápido llega el insecticida al sitio de acción. Esto se observa cuando se comparan diferentes métodos de aplicación, usando el mismo insecticida (10).

La pendiente indica la homogeneidad o heterogeneidad de la población en su respuesta al tóxico. A mayor pendiente, más homogeneidad y a menor pendiente, más heterogeneidad (10).

3.4.10 LIMITES DE CONFIANZA (LIMITES FIDUCIALES)

Los límites de confianza, también fiduciales, son los límites de significancia de la línea Ldp a ambos lados de cada dosis. Si los límites de confianza de dos líneas se traslapan, quiere decir que éstas, no son significativamente diferentes (10).

3.4.11 CONCENTRACION LETAL MEDIA (CL_{50})

Es la concentración de un producto expresado en mg. del producto por kilogramo de

peso vivo (mg/kg) que es capaz de matar aproximadamente el 50% de la población a prueba bajo condiciones controladas, en un tiempo dado, usualmente de 24 hrs (10).

3.4.12 VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

Para encontrar la DL_{50} a cualquier insecticida en una especie dada, el primer paso consiste en determinar la dosis máxima cuyo efecto se refleja en una mortalidad de cero por ciento o un valor cercano a éste y la dosis más baja capaz de matar al cien por ciento de los especímenes bajo prueba. A este rango de respuesta se le conoce como Ventana de Respuesta Biológica; el siguiente paso consiste en preparar diluciones intermedias para determinar la línea de respuesta dosis-mortalidad (11).

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Verticillium lecanii (Nees)

4.1.1 TAXONOMIA: Según McCoy (1988) y Samson (1988) citados por Garza y Berlanga (6)

Subdivisión.....	Deuteromycotina
Clase.....	Hypomycetes
Orden.....	Moniliales
Género.....	<u>Verticillium</u>
Especie.....	<u>lecanii</u>
Nombre científico.....	<u>Verticillium lecanii</u> (Nees)

4.1.2 ALGUNOS ESTUDIOS

Los entomopatógenos requieren de 8-10 horas continuas de humedad relativa mayor de 90% y períodos continuos de rocío o niebla en los siguientes 2-3 días después de la aplicación. Sin embargo, se ha informado que una preparación de Verticillium lecanii (Nees) formulada como polvo humectante (Mycotal), controló efectivamente la mosca blanca bajo condiciones de invernadero con 75% de humedad relativa (20).

Monzón y Bustamante (1993) (16), citando a Carrión (1993), afirman que Hemileia vastratrix tiene enemigos naturales capaces de afectar su población, tal es el caso de Verticillium lecanii (Nees).

En el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE), Velez-Aragón (1991) (23) encontró que el cultivo licuado (micelio y conidias) y el extracto metabólico de Verticillium lecanii cultivado en caldo papa dextrosa (CPD) afectó la evolución de la lesión y la germinación de urediosporas de H. vastratrix. Al asperjar cultivo licuado de V. lecanii sobre lesiones establecidas de H. vastratrix, se observó cubrimiento e invasión de la lesión por el micelio blanco del hongo con pérdida completa de ésta.

El extracto metabólico de V. lecanii (Nees) asperjado a lesiones establecidas de Hemileia vastratrix, originó una depresión central en la lesión que se acentuó a través del tiempo. Microscópicamente el efecto se manifestó con inhibición total de la germinación y algunos cambios morfológicos en las urediosporas. Histológicamente las hojas asperjadas con el cultivo de V. lecanii mostraron al micelio del hongo formando redes alrededor de las urediosporas de roya, en el sitio de penetración al estoma. El cultivo y extracto metabólico de V. lecanii asperjado en hojas sanas, no provocó ningún cambio visible en la hoja. El seguimiento efectuado, evidencia el efecto erradicativo de V. lecanii y su inocuidad en plantas sanas; factores fundamentales en un microorganismo usado en control biológico (23).

Vélez-Aragón (1991) (23), citando a Grabski y Mendgen (1986), quienes realizaron estudios del parasitismo de la roya del frijol Uromyces appendiculatus var. appendiculatus por el hiperparásito V. lecanii, encontraron numerosas enzimas líticas en los filtrados de cultivo o extracto metabólico de V. lecanii. Cuando adicionaron sustratos específicos a dichos filtrados se encontró una degradación alta de quitina y almidón.

4.2 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

La investigación se realizó en el laboratorio de la Empresa Agrícola el Sol, ubicado en la Ciudad de Guatemala y en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de

Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ambos ubicados a 1,500 msnm y geográficamente en Longitud Norte 14 35' 58" y Longitud Oeste 90 31' 58" (22).

5. OBJETIVOS

GENERAL:

Determinar en un bioensayo la concentración letal (CL_{50}) de inóculo de Verticillium lecanii (Nees) que controle más del 50% de la población de ninfas del primer estadio de Bemisia tabaci (Genn.).

ESPECIFICOS:

1. Determinar la CL_{50} de concentraciones entre 0 a 3.0×10^{17} conidios/ml de V. lecanii sobre ninfas del primer estadio de B. tabaci (Genn).
2. Determinar el TL_{50} de concentraciones entre 0 a 3.0×10^{17} conidios/ml de V. lecanii sobre ninfas del primer estadio de B. tabaci (Genn).
3. Determinar las concentraciones de V. lecanii que ocasionan la mayor mortalidad en ninfas del primer estadio de B. tabaci.
4. Encontrar una ecuación de regresión que permita obtener la mortalidad de B. tabaci (Genn.) en función de la concentración de V. lecanii entre 0 a 3.0×10^{17} conidios/ml.

6. HIPOTESIS

1. Existe una concentración letal (CL_{50}) de esporas/mililitros del entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees), que controla arriba del cincuenta por ciento de la población de ninfas del primer estadio de Bemisia tabaci (Genn.).
2. Existe un tiempo letal (TL_{50}) de V. lecanii que controla el cincuenta por ciento de población de ninfas del primer estadio de B. tabaci.

7. METODOLOGIA

7.1 CONDUCCION DEL BIOENSAYO PARA LA PRIMERA POBLACION

Se calculó la Ventana de Respuesta Biológica, mediante la metodología de la Prueba de inmersión de Disco de Hoja. Para cada concentración se utilizaron cuatro porciones de hoja de tomate con una medida de 4 cm² c/u colocados en caja petri y cada porción de hoja contenía 40 ninfas de mosca blanca del primer estadio. A las 24 horas después de aplicado el hongo entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees), se registró la mortalidad expresada en porcentaje, la cual se corrigió con el dato obtenido en el testigo (al que sólo se le aplicó agua destilada), por medio de la ecuación Abbot:

$$\text{Mortalidad Corregida} = \frac{\% \text{ Mortalidad tratamiento} - \% \text{ Mortalidad testigo}}{100 - \% \text{ Mortalidad testigo}} \times 100$$

7.1.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Esta prueba sirvió para establecer la Ventana de Respuesta Biológica.

7.1.2 CALCULO DE LA VENTANA DE RESPUESTA BIOLOGICA, PRIMERA POBLACION

Para calcular la Ventana de Respuesta Biológica, se usaron concentraciones entre 0 a 3.6×10^{17} conidios/ml. Se observó cuál fue la máxima concentración que tuvo efecto sobre la mortalidad de ninfas de mosca blanca.

7.2 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Para la presente investigación se plantearon diez tratamientos y cuatro repeticiones de cuyas concentraciones se obtuvieron a partir de una concentración madre (esporas diluidas en 1,000 ml de agua estéril, con una solución de Tween 20 al 0.002%), (Cuadro 1).

CUADRO 1. Tratamientos usados en la determinación del CL_{50} del entomopatógeno, Verticillium lecanii (Nees), para el control de ninfas de Bemisia tabaci (Genn.). Guatemala 2001.

TRATAMIENTO	CONCENTRACION
A	3.6×10^{17} conidios/ml
B	4.5×10^{15} "
C	6.0×10^{14} "
D	5.0×10^{13} "
E	3.0×10^{11} "
F	6.0×10^9 "
G	4.0×10^7 "
H	4.0×10^5 "
I	3.0×10^3 "
J (TESTIGO)	0 (Agua destilada)

Estas concentraciones se definieron basados en un experimento realizado en la Estación Experimental Fabio Moreno, de la Universidad de Costa Rica, en enero de 1991 (2), usando las concentraciones de 1.0 g/l de agua de Verticillium lecanii, para el control de Bemisia tabaci (Genn), con insecticida de origen biológico y químico.

7.3 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo constituida por cuadros de hoja de tomate de 4.0 centímetros cuadrados conteniendo 40 ninfas de mosca blanca del primer estadio.

7.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar, el cual consistió de 10 tratamientos y 4 repeticiones.

7.5 MODELO ESTADISTICO

Se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$y_{\lambda i} : \mu + \iota_{\lambda} + \epsilon_{\lambda i}$$

$y_{\lambda i}$: variable de respuesta, número de insectos muertos por tratamiento

μ : media general

ι_{λ} : efecto del λ -ésima concentración (1.....10)

$\epsilon_{\lambda i}$: efecto del error experimental asociado a la i -ésima caja de petrí.

7.6 VARIABLES CONSIDERADAS

7.6.1 NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

Los insectos muertos a los 14 días después de la inoculación fueron colocados en cajas de petrí con papel filtro húmedo, para favorecer la humedad, se observaron en un estereoscopio y se tomaron en cuenta para los cálculos estadísticos, únicamente los que presentaban esporulación alguna sobre el cuerpo de las ninfas, debido a la acción del entomopatógeno, inoculado. Seguidamente se hizo el conteo correspondiente para determinar el porcentaje de mortalidad.

7.6.2 TIEMPO DE ACCION DEL ENTOMOPATOGENO

Luego de determinar la CL_{50} del entomopatógeno Verticillum lecanii (Nees), se procedió a determinar el tiempo letal (TL_{50}), tomando como base la concentración que causó mayor mortalidad de Bemisia tabaci (Genn.). Los datos de porcentaje de mortalidad se midieron cada 24 horas durante 14 días.

7.7 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

7.7.1 REALIZACION DE CONCENTRACION INTERMEDIA

Después de haber calculado la Ventana de Respuesta Biológica, se procedió a la preparación de concentraciones intermedias, que es el rango que hay entre la dosis máxima que no produce mortalidad y la dosis mínima que produce el 100% de mortalidad.

7.7.2 CONCENTRACIONES DE Verticillium lecanii (Nees), QUE CAUSARON MORTALIDADES ARRIBA DEL 50%

Se tomaron en cuenta aquellas concentraciones que causaron mortalidades sobre ninfas del primer estadio de B. tabaci (Genn.), arriba del 50%, realizando lecturas a cada 24 horas durante 14 días respectivamente.

7.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

7.8.1 REPRODUCCION DE ESPORAS DEL ENTOMOPATOGENO

Las esporas de los aislamientos desarrollados en los medios de cultivos provenientes de cepas originales, fueron diluidos en una solución de Tween 20 estéril al 0.002% (surfactante para romper la tensión superficial), luego fueron inoculadas en cajas de petri con el medio Saboroub Dextrosa + Extracto de Levadura. Los medios de cultivos se incubaron a 25 grados centígrados durante 5 días. Después se observaron al estereoscopio y se seleccionaron aquellos medios de cultivo que superaron el 90% de germinación (presencia de micelio y esporas), los cuales fueron usados en el bioensayo, en la prueba de patogenicidad.

Los aislamientos con más del 90% de germinación, fueron tomados en cuenta para la preparación de la concentración madre, la cual consistió en la mezcla de esporas en un litro de agua estéril más la aplicación de 20 gotas (1 ml) de Tween 20. Mediante el uso de la caja de Neubauer y con el auxilio de un hematocímetro, se realizó el conteo de esporas a través de un microscopio en el ocular 40X, y se determinó una concentración estándar de donde se tomaron las esporas para las respectivas diluciones hasta obtener las concentraciones de esporas requeridas para las pruebas de patogenicidad planteada.

7.8.2 PREPARACION DE LAS CONCENTRACIONES MEDIANTE DILUCIONES

Para la preparación de las diluciones se realizó, el procedimiento siguiente:

Preparación de la concentración madre: de los medios de cultivos con el hongo entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees) se tomaron conidios y se diluyeron en

un litro de agua destilada estéril, al que se le agregaron 20 gotas de Tween 20 con la finalidad de romper la tensión superficial entre los conidios del hongo.

2. De la concentración madre se tomaron 2 gotas de concentraciones de conidios y se trasladó a la caja neubauer, luego se realizó un montaje en un microscopio de luz y se realizaron los respectivos contéos en el ocular 40X con el auxilio de un hematocímetro; en este contéo se determinaron 4×10^{20} conidios/ml, este contéo sirvió como base para preparar las concentraciones, mediante la técnica de dilución. La caja de neubauer ocupa un volumen estandar de 1×10^{-4} conidios/ml.
3. De la concentración madre se realizaron 3 traslados de 1 ml en 9 ml de agua estéril en un beaker de 10 ml, para poder obtener la primera concentración de 3.6×10^{17} conidios /ml y así se siguieron realizando diluciones para obtener cada una de las concentraciones planteadas. El volumen que ocupa 1 ml de concentraciones de conidios en 9 ml de agua estéril, es de 1×10^{-1} conidios/ml.

7.8.3 FASE DE INSTALACION DEL BIOENSAYO

Se procedió a la recolección de hojas de tomate, con ninfas de mosca blanca de los primeros estadíos, de la región de la Aldea Panimacac del Municipio de Comalapa, departamento de Chimaltenango (Fig. 1A). De las hojas colectadas se recortaron en cuadros de 4 cm^2 con 40 ninfas de mosca blanca, los cuales antes de recortar cada hoja se hizo una observación en el estereoscopio a manera de que las ninfas fueran de mosca blanca y no de otro insecto (Fig. 2 A).

7.8.3.1 APLICACION DEL INOCULO

El entomopatógono se aplicó sumergiendo individualmente los cuatro cuadros de hojas correspondientes a las cuatro repeticiones, en las respectivas suspensiones de conidios, durante un minuto y con una agitación manual constante y suave para evitar la sedimentación de los conidios.

Las cajas petrí que se utilizaron fueron esterilizadas en el autoclave a 15 psi durante 15 minutos a una temperatura de 121°C. Los cuadros de hojas fueron puestos a secarse a temperatura ambiente. Estos montajes de cuadros de hojas se colocaron dentro de una caja petrí plástica con un círculo de papel filtro al que se le agregó 1 ml de agua destilada para mantener la humedad. Las cajas de petrí se mantuvieron cerradas durante 48 horas a una temperatura constante de 25 grados centígrados dentro de una incubadora para asegurar una humedad saturada. Transcurridas las primeras 48 horas se transfirieron a una sala de crecimiento, a una temperatura de 24 grados centígrados, regulándolo con una unidad de aire acondicionado, en la cual permaneció hasta los 14 grados, pero se realizaron conteos a cada 24 horas respectivamente (se realizaron los conteos hasta los 14 días debido a que a partir de esa fecha ya no hubo variación de las mortalidades de moscas blancas). El motivo por el que se abrieron parcialmente las cajas de petrí, durante las primeras 48 horas fue evitar la condensación de agua, con ello se evitó mortalidad altas de moscas blancas en el testigo.

7.8.3.2 MANEJO DEL TESTIGO

Para este tratamiento solo se utilizaron las hojas conteniendo las ninfas en su primer estadio de Bemisia tabaci (Genn.), que se sumergieron en agua destilada.

7.9 ANALISIS DE LA INFORMACION

7.9.1 ANALISIS DE VARIANZA

Se utilizó una ANDEVA para verificar la significancia, luego como en los tratamientos existió diferencia estadística significativa, se procedió a realizar una prueba de medias utilizándose la Prueba Tukey al 5% como comparador múltiple de medias, para establecer la concentración que presentó la mayor mortalidad. Además de la pruebas de normalidad correspondientes para ajustar los valores.

7.9.2 ANALISIS DE REGRESION

En un ensayo con insectos, se grafican en el eje de coordenadas el estímulo X (concentraciones), contra el efecto Y (% de mortalidades de mosca blanca), se obtuvo una línea sigmoide cuyos valores no pudieron ser interpretados. Para que esto no

sucediera se transformó la línea sigmoide a una línea recta, esto se logró al transformar la respuesta del porcentaje de mortalidad y del estímulo a valores logarítmicos. De esta manera, se obtuvo una recta (Ecuación de regresión) que facilitó la interpretación de los resultados, a través de la Ecuación de Regresión se logró encontrar la CL_{50} .

8. RESULTADOS Y DISCUSION

8.1 NUMERO DE INSECTOS MUERTOS POR TRATAMIENTO

Para la determinación de esta variable se realizaron observaciones al cuerpo de las ninfas y adultos desde el primer día de inoculación con Verticillium lecanii (Nees.) hasta cumplirse los 14 días; (fecha en la cual las lecturas ya no tuvieron ningún cambio en la mortalidad). Las observaciones se realizaron con el auxilio de un microscopio de luz tomando en cuenta aquellos insectos que presentaban micelio y conidios sobre sus cuerpos.

La diferencia significativa de los tratamientos con respecto al testigo, se debió a la virulencia del hongo y no al efecto de las condiciones experimentales pues causaron alto grado de mortalidad en moscas blancas. Los datos obtenidos fueron corregidos (fórmula de ABBOT), pues se reportó mortalidad en el testigo, la muerte de los insectos en el testigo fue originado por otras causas (Cuadro 2A).

Con los datos obtenidos se efectuó un ANDEVA para medir las diferencias estadísticas entre los tratamientos (cuadro 3).

CUADRO 3. Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad de la mosca blanca, provocado por la virulencia del entomopatógeno Verticillum lecanii (Nees), bajo condiciones de laboratorio. Guatemala 2001.

F. de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F. C.	Pr>F
Tratamiento	9	29646.64072	3294.07119	235.49*	0.0001
Error	30	4190.65227	13.9884	-----	-----
Total	39	30066.29299	-----	-----	-----

* = Existe diferencia estadística significativa

C. V. = 6.49 %

Debido a las diferencias estadísticas significativas manifestadas, se efectuó una prueba (Tukey al 0.05%) para determinar el grado de relación entre las distintas concentraciones del entomopatógeno evaluado (Cuadro 4).

CUADRO 4. Prueba de Tukey para el porcentaje de mortalidad de Bemisia tabaci (Genn.), provocado por la virulencia del entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees), bajo condiciones de laboratorio. Guatemala 2001.

TRATAMIENTO	MORTALIDAD (%)	GRUPO TUKEY*
3.6 X 10 ¹⁷ conidios/ml	92.23	A
4.5 X 10 ¹⁵ "	87.88	A B
6.0 X 10 ¹⁴ "	82.39	B
5.0 X 10 ¹³ "	70.75	C
3.0 X 10 ¹¹ "	66.22	C D
6.0 X 10 ⁹ "	58.40	D E
4.0 X 10 ⁷ "	53.31	E
4.0 X 10 ⁵ "	36.30	F
3.0 X 10 ³ "	25.24	G
0 (se usó agua destilada)	3.65	H

- Los tratamientos con la misma letra son similares estadísticamente.

Todos los tratamientos evaluados fueron estadísticamente diferentes al testigo. La concentración de esporas de Verticillium lecanii (Nees) de 3.6 X 10¹⁷ conidios/ml, causó una mortalidad de 92.23 %, así mismo las concentraciones 4.5 X 10¹⁵ y 6 X 10¹⁴ Conidios/ml causaron mortalidades promedio de 87.88 y 82.39% respectivamente; lo anterior indica que las aplicaciones altas de concentraciones de conidios del entomopatógeno evaluado, fueron altamente patogénicos en las ninfas del primer estadio de mosca blanca.

En el estado de ninfa, la susceptibilidad fue mayor debido a que éstas presentan más áreas membranosas que esclerosadas en comparación con los otros estadios, lo cual facilitó la penetración del hongo.

La efectividad de las concentraciones altas de conidios del hongo entomopatógeno sobre el cuerpo de la mosca, se debió, probablemente a la susceptibilidad del insecto y a la mayor probabilidad de contacto con conidios viables y virulentos, lo que indudablemente aumentó la cantidad de inóculo en éstas.

Con la finalidad de obtener la concentración letal (CL_{50}) se analizaron las concentraciones evaluadas y las medias de porcentaje de mortalidad provenientes de los tratamientos evaluados. Para lograrlo se realizaron transformaciones Logarítmicas de base 10 a cada una de las medias de porcentaje de mortalidad de cada tratamiento y se determinó la **Ecuación de Regresión $Y = a + bX$** (cuadro 5).

CUADRO 5. Concentraciones de Conidios/ml y porcentaje de mortalidad encontrados mediante la ecuación $Y = 1.358038052 + 0.037423303X$. Guatemala 2001.

TRATAMIENTOS (Conidios/ml) (X)	Log. (X)	PORCENTAJE DE MORTALIDAD (Y)	Log. (Y)
3.0×10^3	3.47	30.77	1.49
4.0×10^5	5.60	36.96	1.57
4.0×10^7	7.60	43.91	1.64
1.3×10^9	9.11	50.00*	1.69
6.0×10^9	9.78	52.96	1.72
3.0×10^{11}	11.47	61.31	1.79
6.0×10^{13}	13.77	74.76	1.87
4.0×10^{14}	14.60	80.26	1.90

Posteriormente se calculó el valor de $b = 0.037423303$ que significa la proporción a tasas de cambio en la mortalidad, con respecto al cambio unitario y el de "a" = 1.358038052 con dichos datos se obtuvo la ECUACION DE REGRESION $Y = 1.36 + 0.04X$ (Cuadro 6 A).

Utilizando la ecuación de regresión se logró establecer que a una concentración de 1.29×10^9 Conidios/ml se logró controlar al 50% de la población de ninfas del primer estadio de Bemisia tabaci (Genn.).

El modelo matemático determinado es útil ya que mediante su aplicación en el laboratorio se puede establecer que a determinadas concentraciones de conidios del inóculo, se obtienen sus respectivas mortalidades sobre ninfas del primer estadio de Bemisia tabaci (Genn), de acuerdo a ello podrán establecerse los volúmenes de producción de conidios del entomopatógeno para su aplicación en el campo (Figura 3). El modelo responde a la variación de las variables -concentración-mortalidad- en un 92.68 % ($r^2 = 0.9268$).

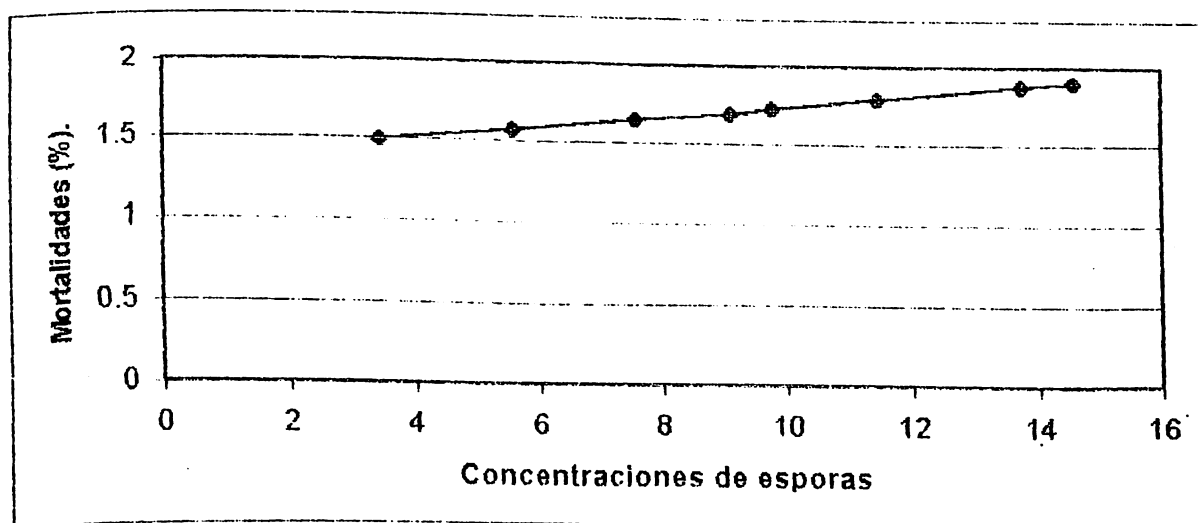


FIGURA 3. Comportamiento de las mortalidades de B. tabaci (Genn) Vrs. concentraciones de conidios de Verticillium lecanii (Nees). Guatemala 2001.

8.2 TIEMPO DE ACCION DEL ENTOMOPATOGENO (TL₅₀)

Para la medición de la variación de la susceptibilidad de las ninfas de B. tabaci (Genn.), por la acción patogénica del entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees); se tomó en consideración la concentración que causó el más alto porcentaje de mortalidad (92.23%) el cual correspondió a la concentración 3.6×10^{17} Conidios/ml. Los resultados del comportamiento de la mortalidad de las ninfas de mosca blanca en relación al tiempo permitió determinar que el 50% de mortalidad se logró a los 6.9 días (Figura 4).

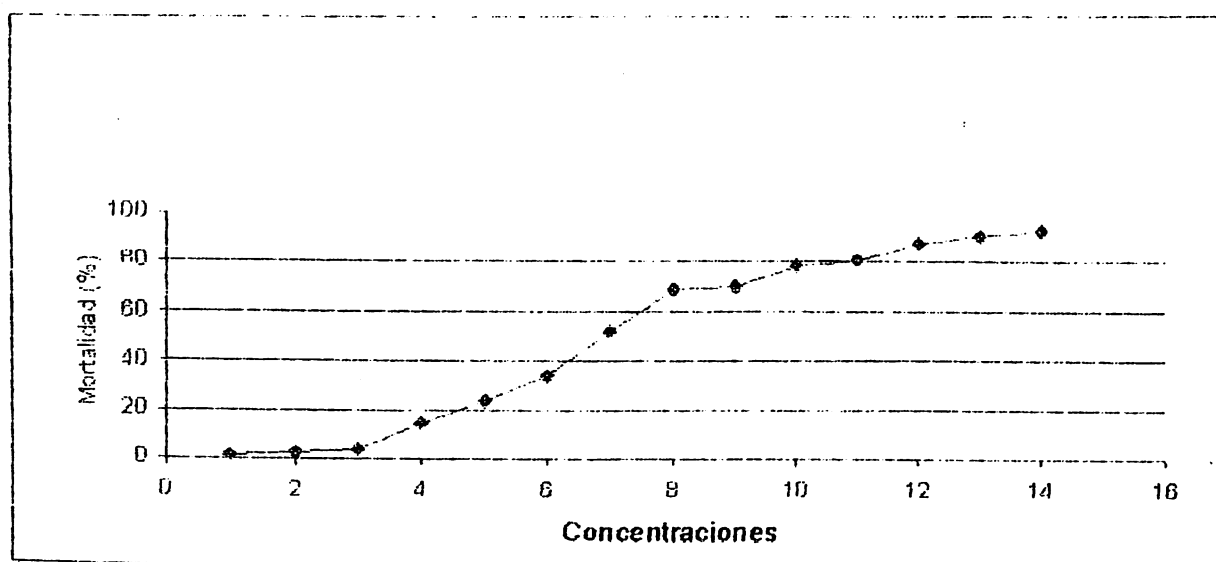


FIGURA 4. Comportamiento de las mortalidades de mosca blanca Bemisia tabaci (Genn) Vrs. concentraciones de conidios de Verticillium lecanii. Guatemala 2001.

Durante las primeras 72 horas de inoculado, las mortalidades de ninfas de Bemisia tabaci (Genn) no mostraron respuesta al entomopatígeno. A los cuatro días, los conidios lograron infectar la cutícula del insecto e iniciar el proceso de germinación, iniciando también la mortalidad de las ninfas de B. tabaci (Genn) debido a la penetración del hongo a la cavidad hemocélica, cubriendo todo el cuerpo del insecto hasta matarlo, ya sea por daño mecánico o por la liberación de toxinas resultantes de su metabolismo. Luego la mortalidad fue en aumento lográndose establecer que a los 6.9 días se logró controlar el 50% de la población de moscas blancas.

9. CONCLUSIONES

- 9.1 La concentración del entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees), que controló al 50% de la población de ninfas del primer estadio de Bemisia tabaci (Genn.), bajo condiciones de laboratorio, fue de 1.3×10^9 conidias/ml.
- 9.2 El TL_{50} usando V. lecanii sobre ninfas del primer estadio de B. tabaci fue de 6.9 días.
- 9.3 Las concentraciones de conidios del hongo entomopatógeno Verticillium lecanii (Nees), que causaron altas mortalidades de ninfas del primer estadio de B. tabaci fueron las concentraciones de 4.5×10^{15} y 3.6×10^{17} Conidios/ml con 87.39 y 92.88% de mortalidad respectivamente.

10. RECOMENDACIONES

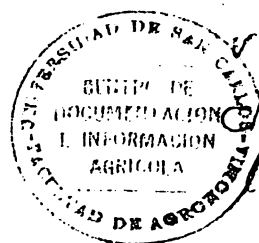
- 10.1 Se sugiere que se valide el uso de Verticillium lecanii sobre población de ninfas de mosca blanca en el campo.

11. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, C.N. 1989. Fitopatología. Trad. Manuel Guzmán Ortiz. 2 ed. México, Limusa. 24 p.
2. ASIATO, J. M.; ZOEBISCH, T. G. 1992. Control de la mosca blanca Bemisia tabaci Gennadius en tomate con insecticidas de origen biológico y químico. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 24-25: 1 - 7.
3. BUSTILLO, A. E. 1989. Utilización de agentes microbiales. Ed. por Andrews y Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal. Manejo Integrado de Plagas. 623 p.
4. CALVO, G. 1996. Metodología para el estudio y manejo de moscas blancas y Geminivirus. Ed. por Hilje, Luko. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 132 p.
5. CISNEROS, F. H. 1986. Control biológico de las plagas con especial referencia al cultivo de la papa. En: Curso Sobre Control Integrado de Plagas de Papa, (1986, Col.). Memorias. Colombia, CIP. p. 101 - 108.
6. GARZA, G. E.; BERLANGA P., A. Biología, identificación y uso de hongos entomopatógeno. México, Centro Nacional de Referencias de Control Biológico DGSW-SARH. 20 p.
7. HILJE, L. 1996. Metodología para el estudio y manejo de mosca blanca y Geminivirus. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 132 p.
8. HILJE, L.; ARBOLEDA, O. 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Turrialba, C. R., CATIE. p. 20-26.
9. KEITH, L. A.; QUEZADA, J. R. 1968. Boletín informativo del departamento de protección vegetal. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, 219 p.

10. LAGUNES-TEJEDA, A.; VILLANUEVA-JIMENEZ, J. 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. México, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. p. 179-195.
11. LAGUNES T., A.; GALLEGOS G., P.; BRAVO M., H. 1984. Análisis de acción conjunta de insecticida en el mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Díptera: Culicidae). Agrociencia (Mex) no. 57: 37-48.
12. LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. En: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Ed. por L. Hilje, O., Arboleda, Turrialba, C. R., CATIE. p. 16-19.
13. LEZAMA G., R. 1994. Patogenicidad de hongos parásitos de insectos. s.n.t. p. 47-82.
14. BLACKALLER V., A. 1966. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Por: Metcalf, C. L.; Flint, W.P. En: La mosca blanca. México, CECSA. 1208 p.
15. METCALF, R., LUCKMANN, W. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. México, Limusa. 710 p.
16. MONZON, A.; BUSTAMANTE, E.; 1993. Evaluación de dos aislamientos de Verticillium sp. Como agente de control Biológico de la Roya H. Vastatrix, del cafeto Coffea arabia L., en condiciones de invernadero. Manejo Integrado de Plagas. (C.R.) no. 28: 11 - 16.
17. MORAN S., R.A. 1994. Efecto de barreras de sorgo sobre poblaciones de mosca blanca Bemisia tabaci e incidencia de virus en el cultivo de tomate Lycopersicon esculentum en el Valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
18. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS- PRECODEPA-INTECAP Y PROGRAMA REGIONAL COOPERATIVA DE LA PAPA. 1991. Manejo integrado de la palomilla de la papa Pthorimaea operculella Zeller. (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Bajo, México. México. P. 25-33.

19. RODRIGUEZ, J.C.; LAGUNES T., A. 1989. Susceptibilidad diferencia a insecticidas entre los instares larvales del gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (Smith.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrociencia* (Mex) 2 (76): 35-46.
20. RUIZ V, J., AQUINO, T. 1999. Manejo de Bemisia tabaci mediante barreras vivas y Paecilomices en Oaxaca, México. *Manejo Integrado de Plagas* (C. R.). no. 52: 102 .
21. SALGUERO, R. 1994. Análisis del complejo mosca blanca virosis en tomate. *En: Biología y Manejo del complejo mosca blanca*. M. De Mata; E. D, Dardón; V. E. Salguero. Eds. Guatemala, s.n. p. 16-22.
22. SIMONS, CH.; TARANO, J.H.; PINTO, J.M. 1969. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pero Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
23. VELEZ-ARAGON, P. 1991. Estudio macro y microscópico del efecto de Verticillium lecanii sobre el desarrollo de lesiones de la roya del cafeto. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigación de Café. p. 13 - 19



Miriam De La Roca

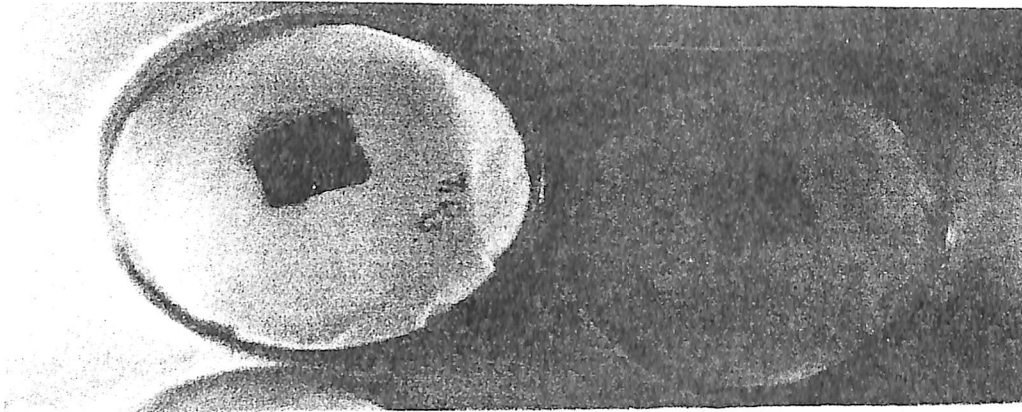
ANEXO

Cuadro 2A. Mortalidad y mortalidad corregida según Prueba de ABBOT.

OBS	TRAT	REP	MORTALIDA REAL (%)	MORTALIDAD CORREGIDA (%)
1	1	1	2.50	PARA EL TESTIGO X = 2.375
2	1		0.00	
3	1	3	5.00	
4	1	4	7.00	
5	2	1	35.90	34.34
6	2	2	25.00	23.17
7	2	3	18.42	16.43
8	2	4	21.62	19.71
9	3	1	38.46	36.96
10	3	2	37.50	35.98
11	3	3	36.84	35.30
12	3	4	32.43	30.78
13	4	1	53.86	52.73
14	4	2	50.00	48.78
15	4	3	52.63	51.47
16	4	4	56.76	55.70
17	5	1	58.87	57.97
18	5	2	55.00	53.90
19	5	3	63.15	62.25
20	5	4	56.75	55.69
21	6	1	64.10	63.22
22	6	2	67.50	66.71
23	6	3	68.42	67.76
24	6	4	64.86	64.00
25	7	1	66.66	65.58
26	7	2	75.00	74.39
27	7	3	71.05	70.34
28	7	4	70.30	69.96
29	8	1	87.18	86.86
30	8	2	82.50	82.07
31	8	3	84.21	83.82
32	8	4	75.68	75.08
33	9	1	87.18	86.86
34	9	2	90.00	89.75
35	9	3	87.18	86.86
36	9	4	87.18	86.16
37	10	1	92.30	92.11
38	10	2	90.00	89.75
39	10	3	94.73	94.60
40	10	4	91.89	91.69

CUADRO 6 A. Transformaciones logarítmicas de base 10 y estimación de ecuación de regresión, aplicados a las medias del porcentaje de mortalidad. Guatemala 2001.

TRATAMIENTO (X)	LOG (X)	MORTALIDAD (Y)	LOG (Y)	X ²	Y ²	XY
3.0 X 10 ³ conidios/ml	3.47	25.24	1.40	12.09	1.96	4.87
4.0 X 10 ⁵ "	5.60	36.30	1.55	31.38	2.43	8.74
4.0 X 10 ⁷ "	7.60	53.31	1.72	57.79	2.98	13.13
6.0 X 10 ⁹ "	9.77	58.40	1.76	95.61	3.12	17.27
3.0 X 10 ¹¹ "	11.47	66.22	1.82	131.72	3.32	20.90
5.0 X 10 ¹³ "	13.69	70.75	1.84	187.66	3.42	25.34
6.0 X 10 ¹⁴ "	14.77	82.39	1.91	218.39	3.67	28.31
4.5 X 10 ¹⁵ "	15.65	87.88	1.94	245.02	3.77	30.44
3.6 X 10 ¹⁷ "	17.55	92.23	1.96	308.22	3.86	34.49
Σ	99.62		15.95	1287.90	28.55	183.49
$b = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$			$b = \frac{183.49 - (99.62)(15.95)}{9 \cdot 1287.90 - (99.62)^2}$			b = 0.037
$a = \frac{\sum y}{n} - b \left(\frac{\sum x}{n} \right)$			$a = \frac{15.95}{9} - 0.037 \left(\frac{99.62}{9} \right)$			a = 1.37
$Y = a + bX$			$Y = 1.37 + 0.037X$			



17

Figura 1 A. Porciones de hojas de tomate conteniendo c/u 40 ninfas del primer Estadio de mosca blanca Bemisia tabaci (Genn). Material Proveniente de Panimacac, Comalapa, Chimaltenango. Guatemala 2001.



**Figura 2 A. Ninfas del primer estadio de mosca blanca Bemisia Tabaci (Genn).
Panimacac, Comalapa, Chimaltenango. Guatemala 2001**



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE LA CONCENTRACION LETAL DEL ENTOMOPATOGENO Verticillium Lecanii QUE CAUSA LA MUERTE DE LA MOSCA BLANCA Bemisia tabaci Genn (Hom. Aleyrodidae), BAJO CCNDICIONES DE LABORATORIO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: DEMETRIO CUTZAL MIJANGO

CARNET No: 9113938

HA SIDO EVALUADA POR LOS PRCFESIONALES: Ing. Agr. Alvaro G. Hernández Dávila
Ing. Agr. Estuardo Roca Canet
Ing. Agr. Miguel A. Morales Cayax

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
A S E S O R

Filadelfo Guevara Chávez
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 1656

Ing. Agr. José Domingo Mendoza Cibriano
A S E S O R

José Domingo Mendoza C.
INGENIERO AGRONOMO
COL. # 2,294



Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E



Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

APARTADO POSTAL 1548 § 01091 GUATEMALA, G.T.

TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>

cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.