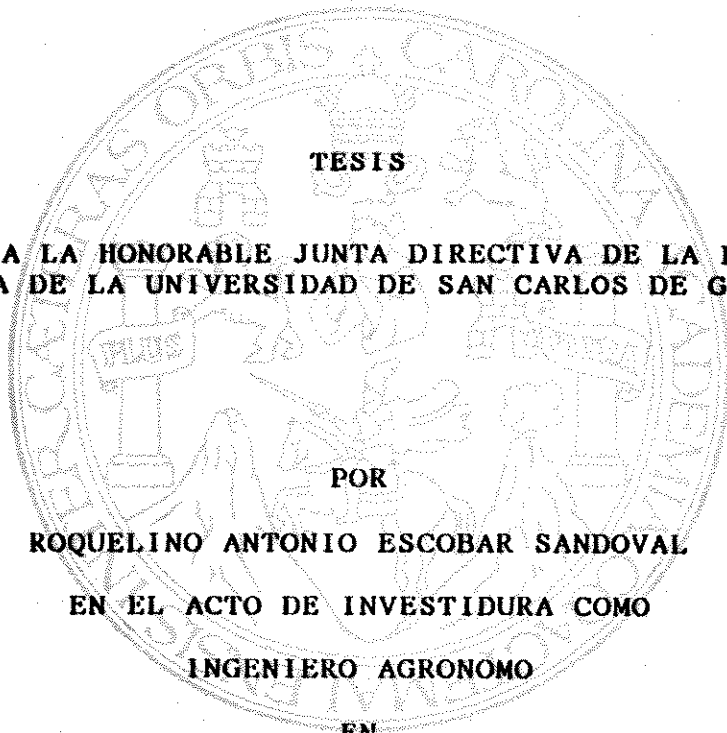


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DEL EFECTO DE SEIS MICROORGANISMOS
ENTOMOPATOGENOS SOBRE LAS POBLACIONES DE MOSCA BLANCA,
Bemisia tabaci Gennadius, ASOCIADAS AL CULTIVO DE TOMATE,
Lycopersicon esculentum Miller, EN POZA VERDE,
SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.



TESIS

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

POR

ROQUELINO ANTONIO ESCOBAR SANDOVAL

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, mayo de 1997

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Alejandro A. Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Br. Estuardo Enrique Lira Prera
VOCAL QUINTO	Br. Mynor Joaquin Barrios Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo E. Méndez Beteta

Guatemala, mayo de 1997

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

Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DEL EFECTO DE SEIS MICROORGANISMOS
ENTOMOPATOGENOS SOBRE LAS POBLACIONES DE MOSCA BLANCA,
Bemisia tabaci Gennadius, ASOCIADAS AL CULTIVO DE TOMATE,
Lycopersicon esculentum Miller, EN POZA VERDE,
SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

Al presentarlo como requisito, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el Grado Académico de Licenciado.

Atentamente,



Roquelino Antonio Escobar Sandoval

DEDICATORIA

A:

DIOS TODO PODEROSO

MIS PADRES ROQUELINO OSBALDO ESCOBAR DUARTE
 MARIA HORTENCIA SANDOVAL DE ESCOBAR

MI ESPOSA BRENDA ALICIA FOLGAR DE ESCOBAR

MIS PADRINOS ARTURO Y ELSA MARINA DE SAGASTUME

MIS HERMANOS ZULY, ARLYN, OSBALDO Y YOLMA

MIS TIOS HECTOR Y MARIA DE ESCOBAR

MIS PRIMOS
Y FAMILIA
EN GENERAL POR SU APOYO

MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTO

A mis asesores de tesis Ing. Agr. Samuel Córdova Calvillo, Ing. Agr. Rolando Aguilera Mejía, Ing. Agr. Edil Rodríguez Quezada por su ayuda y colaboración, para la realización de esta tesis.

A todas aquellas personas, que de una u otra forma, colaboraron en la realización de esta tesis, especialmente al Ing. Agr. Samuel Córdova Calvillo.

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINA
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE CUADROS	ii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	5
3.1. MARCO CONCEPTUAL	5
3.1.1. Biología de la mosca blanca, <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	5
3.1.2. Distribución espacial y condiciones óptimas para el desarrollo de la mosca blanca, <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	8
3.1.3. Daños que causa la mosca blanca, <i>Bemisia</i> <i>tabaci</i> Gennadius	9
3.1.4. Plantas huéspedes de la mosca blanca, <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	11
3.1.5. El Control Biológico	11
3.1.5.1. El Control Microbiano	13
3.1.5.2. Los hongos y bacterias como entomopatógenos	15
3.1.5.3. Características de los entomopatógenos utilizados	18
3.1.5.4. Ventajas del control microbial	19
3.1.5.5. Desventajas del control microbial	21
3.1.5.6. Efecto del clima sobre los entomopatógenos	21
3.1.5.7. Identificación de agentes causales de enfermedades en los insectos	23
3.1.5.8. Investigaciones realizadas con entomopatógenos	25
3.2. MARCO REFERENCIAL	27
3.2.1. Caracterización del área de estudio	27
3.2.2. Microorganismos entomopatógenos evaluados	27
7 4. OBJETIVOS	29
5. HIPOTESIS	30
6. MATERIALES Y METODOLOGIA EXPERIMENTAL	31
6.1. Materiales	31
6.1.1. Materiales de laboratorio	31

6.1.2. Materiales de campo	31
6.2. Metodología experimental	32
6.2.1. Metodología para la producción masiva de los entomopatógenos	32
6.2.2. Tratamientos evaluados	33
6.2.3. Variable respuesta	33
6.2.4. Unidad experimental	33
6.2.5. Diseño experimental	33
6.2.6. Aplicación de los entomopatógenos	34
6.2.7. Toma de datos	35
6.2.8. Diagnóstico de las ninfas muertas	36
6.2.9. Análisis de la información	37
6.2.10. Manejo agronómico del experimento	37
7. RESULTADOS Y DISCUSION	39
8. CONCLUSIONES	50
9. RECOMENDACIONES	51
10. BIBLIOGRAFIA	52
11. APENDICE	56

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Porcentajes de mortalidad de ninfas de mosca blanca, <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius, causado por siete tratamientos en el cultivo de tomate, <i>Lycopersicon esculentum</i> Miller. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. Abril-Junio de 1995.	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Intervalos de aplicación de los tratamientos. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Abril-Junio 1995.	35
2. Intervalos de los muestreos realizados. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Abril-Junio 1995.	36
3. Valores transformados del porcentaje de ninfas vivas (N.V.) y muertas (N.M.) de mosca blanca en el cultivo de tomate, primer muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa, 1995.	39
4. Valores transformados del porcentaje de ninfas muertas detectadas en el cultivo de tomate, Segundo muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995	40

5. Análisis de varianza para la variable porcentaje de ninfas de mosca blanca muertas por los tratamientos evaluados, segundo muestreo. Aldea Poza, Verde San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995. 40
6. Prueba de comparación para las medias del porcentaje de ninfas muertas. Segundo muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995. 41
7. Valores transformados del porcentaje de ninfas muertas detectadas en el cultivo de tomate, Tercer muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995 42
8. Análisis de varianza para la variable porcentaje de ninfas de mosca blanca muertas por los tratamientos evaluados, tercer muestreo. Aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995. 42
9. Valores transformados del porcentaje de ninfas muertas detectadas en el cultivo de tomate, Cuarto muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995 43
10. Análisis de varianza para la variable porcentaje de ninfas de mosca blanca muertas por los tratamientos evaluados, Cuarto muestreo. Aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995. 44
11. Porcentajes de mortalidad transformados de ninfas de mosca blanca durante los muestreos. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. abril-junio de 1995. 45
12. Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad de ninfas de mosca blanca durante los muestreos. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. abril-junio de 1995. 46
- 13A. Resumen de las medias del porcentaje de humedad relativa, temperatura, precipitaciones; ocurridos en cada muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. abril-junio de 1995. 57
- 14A. Datos climáticos. Estación la Ceibita, Monjas, Jalapa. Período Abril 1, 1995. 58
- 15A. Datos climatológicos. Estación la Ceibita, Monjas, Jalapa. Período Mayo 1, 1995. 59
- 16A. Datos climatológicos. Estación la Ceibita, Monjas, Jalapa. Período junio 1, 1995. 60

EVALUACION DEL EFECTO DE SEIS MICROORGANISMOS ENTOMOPATOGENOS
SOBRE LAS POBLACIONES DE MOSCA BLANCA, *Bemisia tabaci* Gennadius,
ASOCIADAS AL CULTIVO DE TOMATE, *Lycopersicon esculentum* Miller, EN
POZA VERDE, SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

EFFECT OF SIX ENTOMOPATHOGENS ON WHITE FLY, *Bemisia tabaci* Gennadius,
POPULATIONS ASSOCIATED TO THE TOMATO CROP, *Lycopersicon esculentum* Miller, IN
POZA VERDE, SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

RESUMEN

Guatemala se ha caracterizado en los últimos años por la producción de cultivos bajo riego, tales como: melón, chile dulce, tomate y okra, en condiciones climáticas secas a muy secas de Jutiapa, Jalapa, Chiquimula y Zacapa. Regiones en las que las condiciones son óptimas para el desarrollo de altas poblaciones de mosca blanca (28).

El daño más serio que causan las poblaciones de *Bemisia tabaci* Gennadius es la transmisión de virus, principalmente, las causadas por los virus del grupo gémini y algunos otros fuera de este grupo, que son causantes de graves enfermedades (31).

Por esta razón, en la aldea Poza Verde de San Manuel Chaparrón, Jalapa; se evaluó, en un experimento, el efecto de seis aislamientos de microorganismos entomopatógenos sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius asociadas al cultivo de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.

El experimento se estableció en un diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones y siete tratamientos. La Variable respuesta evaluada fue el porcentaje de ninfas muertas de *Bemisia tabaci* Gennadius por centímetro cuadrado de área foliar.

Los tratamientos evaluados fueron:

- T1 = Testigo absoluto
- T2 = Cepa de Hongo *Fusarium* sp. (CB-101)
- T3 = Cepa de Hongo *Synnematium* sp. (CB-105)
- T4 = Cepa de Hongo *Metarrhizium* sp. (CB-64)
- T5 = Cepa de Bacteria *Bacillus* sp. (CB-45)
- T6 = Cepa de Bacteria *Bacillus* sp. (CB-68)
- T7 = Cepa de Hongo *Synnematium* sp. (CB-21)

Según los resultados obtenidos, en este ensayo no existieron diferencias significativas entre los siete tratamientos evaluados, ya que, solo en el muestreo realizado después de la primera aplicación de los entomopatógenos se determinaron diferencias significativas respecto al testigo absoluto.

En los muestreos subsiguientes no fue así, tal situación pudo estar influenciado por las condiciones climatológicas predominantes; ya que, ocurrieron fuertes precipitaciones en abril, mayo y junio de 1995, que tuvieron un efecto depresivo sobre la población de ninfas y adultos de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, situación que no dejó que se manifestara plenamente el efecto de los distintos tratamientos que fueron sometidos a evaluación.

Pero a pesar de esta situación, se pudo observar una tendencia del hongo *Fusarium* sp. (CB-101), de la bacteria *Bacillus* sp. (CB-68) y del hongo *Metarrhizium* sp. (CB-64) de mantener un leve incremento en el porcentaje de ninfas muertas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius.

1. INTRODUCCION

El complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus, se ha convertido actualmente en uno de los problemas que más afecta a los cultivos hortícolas a nivel mundial; y muy especialmente al cultivo del tomate.

Los serios daños causados por este complejo en el cultivo del tomate se iniciaron en 1987, cuando se tuvieron los primeros reportes de *Bemisia tabaci* Gennadius afectando también a *Poinsettia* spp., en Florida, U.S.A.

El daño más serio que causan las poblaciones de *Bemisia tabaci* Gennadius es la transmisión de virus, principalmente, las causadas por los virus del grupo gémuni y algunos otros fuera de este grupo, que son causantes de graves enfermedades (31).

Esta virosis o acolochamiento del tomate, es actualmente el problema que más limita la producción de ese cultivo en Guatemala. El efecto que en el rendimiento tiene esta enfermedad varía de acuerdo con la etapa de desarrollo en que la planta adquiere el virus, se ha establecido que, si la planta adquiere el virus muy temprano en su desarrollo, el rendimiento es reducido incluso a cero (28).

Hasta 1987, la mosca blanca no fue un problema muy serio y los agricultores no estaban preparados para enfrentar el problema en la magnitud en que mosca blanca empezó a atacar a los cultivos. Las recomendaciones que básicamente se utilizaron, fueron orientadas al uso de productos químicos convencionales que causaron severos daños al sistema ecológico y más aún, indujeron resistencia en las poblaciones de mosca blanca al usarlos inadecuadamente. En la búsqueda de alternativas de control se ha empezado a evaluar el uso de productos biológicos. El trabajo de investigación que a continuación se presenta es uno de ellos, en el cual, los microorganismos empleados forman parte de una colección nacional que se inició en 1993, como parte de un proyecto financiado por la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (2).

El trabajo de investigación se realizó en la aldea Poza Verde de San Manuel Chaparrón, Jalapa; en el mismo se evaluó, el efecto de seis

aislamientos de microorganismos entomopatógenos sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius asociadas al cultivo de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.

El experimento se estableció en un diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones y siete tratamientos. La Variable respuesta evaluada fue el porcentaje de ninfas muertas de *Bemisia tabaci* Gennadius por centímetro cuadrado de área foliar causada por aplicación de dos cepas de bacterias del género *Bacillus*, dos hongos del género *Synnematium*, una cepa del hongo género *Fusarium* y otra del género *Metarrhizium*, todas aisladas de cultivos hortícolas de diferentes localidades de Guatemala.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La producción del cultivo de tomate bajo riego, en condiciones climáticas secas a muy secas, tal el caso de las regiones tomateras de Jutiapa, Jalapa, Chiquimula y Zacapa; en donde las condiciones climáticas son óptimas para desarrollo de poblaciones de mosca blanca, que llega a alcanzar niveles poblacionales, en la mayoría de los casos, muy elevados (28).

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* gennadius ocasiona tres tipos de daño: 1) Succión directa, 2) Interferencia fotosintética por el desarrollo de fumagina en las defecaciones mielosas producidas por el insecto y 3) La transmisión de virus del tipo geminivirus, que es el daño más serio que causa este insecto (31).

La virosis transmitida por la mosca blanca se manifiesta por achaparramiento de la planta, clorosis y rizado de las hojas. Daño que se manifiesta, generalmente, después del trasplante, cuando la planta tiene aproximadamente un mes de edad. El daño es general a la planta; y no se presenta en parches, sino que afecta a toda la plantación (19).

Esta virosis o acolochamiento del tomate, es actualmente el problema que más limita la producción de ese cultivo en Guatemala. El efecto que en el rendimiento tiene esta enfermedad varía de acuerdo con la etapa de desarrollo en que la planta adquiere el virus, se ha establecido que, si la planta adquiere el virus muy temprano en su desarrollo, el rendimiento es reducido incluso a cero (28).

Las regiones tomateras más afectadas por esta enfermedad se encuentran en los departamentos de Chimaltenango, Alta Verapaz, Zacapa, Jutiapa, Jalapa y Guatemala. Por lo que, de esta situación no escapa la zona productiva de hortalizas de Jalapa, principalmente los municipios de Monjas y San Manuel Chaparrón, regiones donde los agricultores en su mayoría tratan de controlar a este insecto-plaga con productos químicos que en lugar de controlarlo, empeoran la situación, al seleccionar poblaciones resistentes a los plaguicidas (9).

Calderón y colaboradores (9), en un estudio determinaron que en el 95% de las muestras de las plantas de tomate enfermas provenientes de 5 departamentos de la república de Guatemala, el agente causal de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate era causado por un virus del tipo gémini (transmitido por *Bemisia tabaci* (Gennadius)). Además de este virus, se determinó en las muestras los virus TBEV (14%), CMV (20%), PVX (10%), PVY (16%) y TMV (20%). Esto sitúa a los Gemini virus como los principales causantes del problema.

Por lo que, indirectamente, la mosca blanca se ha constituido en el principal problema del cultivo de tomate, por que este insecto es el principal transmisor del virus que causa la sintomatología de acolochamiento; tanto así que, se ha sabido de plantaciones completas que no han logrado llegar a la etapa de producción por este problema (28).

Ante esta problemática y debido a que los agricultores no disponen de planes de manejo integrales para la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius que afecta a sus plantaciones de tomate, surge la necesidad de encontrar nuevas alternativas, como el uso de microorganismos entomopatógenos, que formen parte de un plan de manejo dirigido hacia este insecto-plaga. Alternativa que resolvería muchos problemas porque no genera resistencia en el insecto, no dañan el sistema ecológico y permitiría, en un momento dado, prolongar el intervalo de aplicación, y por consiguiente, la vida útil de los productos químicos convencionales.

Por esta razón, en la aldea Poza Verde de San Manuel Chaparrón, Jalapa; en el año 1995 se evaluó el efecto de seis aislamientos de microorganismos entomopatógenos sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius asociadas al cultivo de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1. Biología de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius:

Orden:	Homoptera
Familia:	Aleyrodidae
Género:	<i>Bemisia</i>
Epíteto específico:	<i>tabaci</i>
Nombre común:	Mosca blanca
Especie:	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius

La familia Aleyrodidae comprende varios géneros, dentro de los que destacan como plagas *Bemisia*, *Aleurocanthus* y *Trialeurodes*. Cada uno de ellos incluye varias especies, aunque no son muchas las que causan problemas serios en la agricultura (29).

En Guatemala, se han identificado tres especies de moscas blancas en el cultivo del tomate, *Bemisia tabaci* Gennadius, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood y *Trialeurodes abutilonea* Haldeman; sin embargo, las dos últimas se han encontrado en menos de 1% de las muestras y sólo *Bemisia tabaci* Gennadius se encontró completando su ciclo biológico en plantas de tomate (28).

La mosca blanca presenta una metamorfosis gradual, pasando por las etapas de huevo, ninfa y adulto. Sin embargo, existen algunas modificaciones a este esquema. El último instar ninfal se convierte en una pseudopupa que casi todos los autores llaman pupa (29).

El ciclo de vida se inicia con el período de preoviposición, el cual varía según las estaciones del año. La hembra coloca sus huevos indiscriminadamente en la superficie foliar de la mayoría de sus hospederos. Es muy característica la postura de la hembra durante la oviposición. Con los estiletes bucales insertados en el tejido de la hoja mueve su abdomen ligeramente hacia arriba y hacia abajo y finalmente clava la punta ahuzada

del ovipositor rasgando la epidermis, el huevecillo es ovipositado con mucha suavidad, con el pedicelo hacia adelante, en la fina fisura practicada. Al ser retirado el ovipositor, el huevo es puesto en forma perpendicular a la superficie de la hoja (20).

La hembra coloca grupos de huevos en forma circular o semicircular, en el envés de las hojas, de los que nace una ninfa "gateadora", pues se arrastra hasta establecerse en un lugar adecuado en el envés, para iniciar su alimentación, en este sitio se mantienen los instares 2, 3, y 4 (19).

Los huevecillos de mosca blanca, son de forma larga, ovalada y algo curvados. Las ninfas emergen al poco tiempo y después de su corto período en el cual recorren las hojas, se fijan a ésta para succionar la savia con sus órganos bucales. La emergencia de la primera ninfa dura de 42 a 48 minutos a 30 y 90% de humedad relativa (33).

Todos los instares de estos insectos permanecen en el envés de las hojas, protegiéndose de la luz solar y de otros factores adversos. El adulto es el único que puede emigrar para buscar nuevas plantas, de modo que, en las especies que transmiten virus, puede actuar como vector de éstos. Los instares pasan todo el tiempo adheridos mediante su estilete a la hoja, succionando savia (29).

El desarrollo "larvario" completo dura de 12 a 15 días a 28-32°C y de 28 a 32 días a 20-24°C, se alarga con temperaturas de 18-22°C. En condiciones de campo se presentan de 11 a 12 generaciones anuales. En el transcurso del ciclo se observa antes de la emergencia del adulto un estado inmóvil, achatado, oval de color amarillo pálido y verde claro denominado pupa, que se abre en sitios específicos al emerger. Este período dura de 4 a 6 días a temperaturas de 26 a 32°C, se prolonga de 10 a 16 días a temperaturas de 18 a 22°C. A 16°C no hay desarrollo (20).

Los adultos miden aproximadamente 1 mm de largo, tienen alas cubiertas de un polvo ceroso de color blanco. En reposo las alas están colocadas sobre el cuerpo en forma de techo. Los machos y hembras adultos comienzan a cubrirse ellos mismos con cera blanca segregada por las glándulas ventrales

del primero y segundo segmentos abdominales. Según la temperatura dominante comienza el apareamiento en el período comprendido entre 12 horas y hasta 2 días después de la emergencia (20).

Las hembras viven de 14.1 a 19.02 días y los machos de 11.1 a 19.38 días en promedio. La duración del ciclo de vida varía según la especie, pero además, otros factores pueden influir en ello, de los cuales la temperatura es el más determinante. En *Bemisia tabaci* Gennadius el ciclo dura aproximadamente 19 días a 32°C; no obstante, puede alargarse hasta 73 días a 15°C, o ser menor de 19 días a temperaturas altas, superiores a los 32°C. La especie vegetal sobre la cual la mosca blanca se desarrolla también puede influir en la duración del ciclo de vida (13).

La reproducción de las moscas blancas puede ser sexual o por partenogénesis. Cuando es sexual, es decir, con la participación del macho y la hembra, la prole va a ser también de machos y hembras. En forma facultativa existe la posibilidad de que haya partenogénesis, es decir, la producción de nuevos individuos sin la necesidad de que la hembra sea fecundada por el macho; en el caso de *Bemisia tabaci* Gennadius se producen únicamente machos (arrenotoquia). Esto tiene influencia en la facilidad con que muchos insectos desarrollan resistencia a insecticidas o desarrollan nuevos biotipos (29).

Los valores de huevos más altos se han obtenido en poblaciones muy expuestas a insecticidas, supuestamente por hormoligosis; esto consiste en que al estar expuestas al estrés causado por dosis subletales de insecticidas, las hembras producen más huevos y más hembras en su prole (19).

En general los trópicos se caracterizan por la temperatura alta y estable durante el año, y la elevada humedad relativa. Ello permite a *Bemisia tabaci* Gennadius reproducirse ininterrumpidamente y presentar generaciones superpuestas (13).

La fecundidad de *Bemisia tabaci* Gennadius es afectada por la temperatura, a 14°C hay una producción de 14 huevos por hembra; a 25°C un

promedio de 79 y a 32°C, disminuye a 72 huevos por hembra (28).

Por ser *Bemisia tabaci* Gennadius poiquilotérmica, su metabolismo depende sustancialmente de la temperatura ambiental. Aunque se puede desarrollar desde 15°C, el óptimo parece estar entre 20-30°C, los valores superiores a 30-33°C le son nocivos (19).

3.1.2. Distribución espacial y condiciones óptimas para el desarrollo de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius:

La distribución de *Bemisia tabaci* Gennadius dentro de un campo de cultivo sigue un patrón agregado, determinado por la dirección predominante del viento. El efecto del viento es claramente perceptible en los campos cultivados. Los números de adultos y/o ninfas, así como el daño, son mucho mayores en los costados más expuestos al viento (19).

Existe un mayor vuelo a las 6:30-8:30 horas y uno leve a las 15:00-16:30 horas. Al eliminar todos los adultos de las plantas de tomate y permitir su recolonización, se ha observado actividad todo el día, siendo mayor entre las 7-10 horas (4).

Durante la estación lluviosa las poblaciones son bajas, el hecho de que la abundancia de adultos decline abruptamente con las primeras lluvias fuertes en el tomate donde el insecto casi no se reproduce, sugiere que existe un efecto mecánico, de desalojo de los adultos, que quizás mueran sobre el suelo (19).

Las poblaciones de *Bemisia tabaci* Gennadius fluctúan en el tiempo por factores como temperatura, lluvia, viento, etc. Siendo mayores las poblaciones en la estación seca. En tomate se podría sembrar únicamente en épocas de bajas poblaciones de mosca blanca, pero los productores insisten en probar en épocas más problemáticas porque es cuando se logran los mejores precios (29).

3.1.3. Daños que causa *Bemisia tabaci* Gennadius:

Bemisia tabaci Gennadius ocasiona tres tipos de daño: succión directa, fumaginas por excreciones melosas y transmisión de virus. El daño por succión lo hacen al insertar los estiletes en el tejido vegetal y succionar la savia. Este daño puede considerarse serio cuando se alcanzan altas densidades de población. Las excreciones melosas de estos insectos causan dos tipos de problemas: interferencia con los procesos fotosintéticos normales y/o proliferación de hongos, causando problemas como fumaginas. El daño más serio que *Bemisia tabaci* Gennadius ocasiona es la transmisión de virus, principalmente los del grupo gémini y algunos otros fuera de este grupo (28).

Generalmente se acepta, que el método más común y económicamente más importante de transmisión de virus a los cultivos es a través de insectos vectores. Entre éstos insectos los del orden Homoptera, que incluye a los afidos (familia Aphidae), las chicharritas (familia Cicadellidae) y las moscas blancas (familia Aleyrodidae), contiene la mayor cantidad de insectos vectores (4).

Las enfermedades causadas por virus pertenecientes al grupo de los geminivirus (gemini=gemelo) son conocidas desde hace muchos años. En el caso de los geminivirus transmitidos por la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, no fue sino hasta 1,975, en Brasil, cuando se logró asociar la enfermedad conocida como Mosaico Dorado del Tomate, con partículas típicas de los geminivirus. En cuanto al ácido nucléico, los geminivirus también representan una diferencia fundamental, ya que corresponden al ADN de cadena sencilla, con forma circular (24).

De las 1,100 especies de mosca blanca conocidas en el mundo, únicamente tres han sido reportadas como vectores de virus. La relación de *Bemisia tabaci* Gennadius con los geminivirus es del tipo persistente circulativo, lo cual 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. Cuando una mosca infectiva se alimenta en una planta sana, inoculara junto con la saliva las

partículas virales, colocándolas eficazmente en el tejido vascular en el que se multiplican (21).

Aunque las ninfas pueden adquirir el virus al alimentarse, su hábito sedentario o sésil les impide jugar algún papel en la transmisión del virus, desde el punto de vista epidemiológico; en cambio, los adultos son vectores muy eficientes de los geminivirus. El adulto puede adquirir el virus de una planta enferma al alimentarse por apenas 4 horas, como sucede con el virus del mosaico amarillo del tomate; este período se le denomina "período de adquisición". Después de un "período de latencia", que puede variar entre 4-20 horas, según el virus y la temperatura ambiental, la mosca está en capacidad de transmitir los geminivirus en forma intermitente por un período de 10 días, o hasta 20 días en casos excepcionales; es importante señalar que los geminivirus no se pueden transmitir transováricamente, es decir, de la madre a la prole (21).

La sintomatología de la enfermedad causada por los virus es muy diversa, a veces se manifiesta sólo como un amarillamiento de las hojas bajas, representado como moteado, que muchos técnicos confunden con deficiencia de magnesio; después, las siguientes hojas se encrespan, la planta alarga sus últimos entrenudos y da origen flores débiles y pequeñas en todo el contorno. Otras veces se presenta un acolochamiento abierto, con hojas pequeñas y encrespadas con crecimiento un poco mayor que el anterior, pero siempre con inflorescencias tempranas y totales, es decir que la floración ocurre de una sola vez (19).

Otras veces se presenta un crecimiento disminuido y la planta se cierra por completo, sus hojas se tornan gruesas, el follaje da la apariencia de una masa compacta por los entrenudos muy cortos, su floración es temprana y de una sola vez. Por último, puede ocurrir un pobre crecimiento; porque, al mes de transplantada la planta ha desarrollado raíz, pero apenas crece de 5 a 8 cm y empieza a florecer, sin presentar una respuesta a la fertilización. Las hojas son quebradizas y de color oscuro con bordes color púrpura, que algunos confunden con alcalinidad en el suelo. En los casos mencionados ocurre un abortamiento del 90% de las flores, aunque se apliquen productos estimulantes para la floración (19).

Calderon y colaboradores (9), en un estudio determinaron que en el 95% de las muestras de las plantas de tomate enfermas provenientes de 5 departamentos de la república de Guatemala, el agente causal de la enfermedad del acolochamiento del follaje del tomate era causado por un virus del tipo Gemini, transmitido por *Bemisia tabaci* Gennadius. Además de este virus, se determinó en las muestras los virus TBEV (14%), CMV (20%), PVX (10%), PVY (16%) y TMV (20%). Esto sitúa a los Gemini virus como los principales causantes del problema.

Por lo que, indirectamente, la mosca blanca se ha constituido en el principal problema del cultivo de tomate, por que este insecto es el principal transmisor del virus que causa la sintomatología de acolochamiento; tanto así que, se ha sabido de plantaciones completas que no han logrado llegar a la etapa de producción por este problema (28).

3.1.4. Plantas huéspedes de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius:

Según Hilge y Arboleda (19) en Centro América y el Caribe los registros de hospederos de mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius son inciertos, teniéndose datos confirmados de 70 hospederos de 39 familias, donde además de los hospederos silvestres, ataca a 16 cultivos. Predominan Compositae (17 especies), Solanaceae (10), Cucurbitaceae (8), Malvaceae (7). Euphorbiaceae (5) y Leguminosae (4). Mundialmente se asocia con al menos 500 especies, en 74 familias, predominando Leguminosae (96 especies), Compositae (56), y Malvaceae, Solanaceae y Euphorbiaceae (32-35).

3.1.5. El control biológico:

El control biológico es un método para combatir las plagas de las plantas, de los animales o del hombre. Virtualmente todo organismo vivo tiene enemigos naturales que pueden usarse para ese propósito. Desde la antigüedad (1700 AC), se conocían en China las enfermedades que afectaban al gusano de seda, *Bombix mori* L. Durante la Edad Media se conocían en Europa ciertas enfermedades de las abejas. En 1870, el Francés Louis Pasteur realizó investigaciones muy exitosas sobre las enfermedades que afectaban al gusano de seda: la Pebrina y la Flacheria, sus resultados permitieron

salvar la industria de la seda francesa de la ruina (12).

En los años 1911 y 1912 D'Herelle estudió las enfermedades que afectaban a las langostas o chapulines que llegaban a Yucatán procedentes de Guatemala, las mangas de chapulines se extinguían en México como resultado de una enfermedad que les producía diarrea, las debilitaba y causaba la muerte; el organismo que causaba esta enfermedad se conoció como *Coccobacillus acridiorum* D'Herelle, que de acuerdo a la moderna nomenclatura corresponde a *Cloaca cloaceae* var. *acridiorum* (12).

En 1939, en Santa María de Jesús una enfermedad causaba gran mortandad en larvas defoliadoras de los pinos, por la descripción parecía corresponder a un virus de poliedrosis nuclear. Otros estudios reportan que en la región algodonera de Tiquisate se han recolectado larvas muertas del gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hubner), las cuales, al ser examinadas microscópicamente resultaron estar infectadas con virosis poliédrica (VPN) (14).

Así mismo, en la costa sur, al final de la estación lluviosa, en plantaciones de soya y algodón, se encuentran grandes cantidades de larvas de lepidópteros muertas por hongos, como: *Spicaria Nomuraea rileyi* Farlow; en el caso del gusano peludo, *Estigmene acraea* Drury, las poblaciones son diezmadas por el hongo *Entomophthora grylli* Fres. También se presentan epizootias muy severas en poblaciones de gusanos falsos medidores, *Trichoplusia ni* Hubner y *Pseudoplusia includens* Walker causados por el virus de la poliedrosis nuclear. Para la chinche salivosa, *Aeneolamia* sp., que es una plaga de mucha importancia durante la estación lluviosa en la costa sur; se ha encontrado que al final de ésta estación, se presentan epizootias naturales causadas por los hongos *Entomophthora coronata* Constantin y *Metarrhizium anisopliae* Metsch (14).

El hongo *Spicaria rileyi* Farlow es uno de los más poderosos enemigos naturales del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* Smith, y además, puede controlar a *Heliothis zea* Boddie como plaga de la mazorca del maíz (16,17).

Como resultado de estudios relacionados con entomopatógenos, se ha recomendado realizar pruebas de patogenicidad con diferentes aislamientos

de hongos y bacterias a nivel de campo para controlar diferentes insectos-plaga asociados a diversos cultivos hortícolas (1,2).

Existen depredadores, parasitoides y algunos hongos entomopatógenos de las moscas blancas. En Guatemala se están usando actualmente los depredadores *Chrysopa* sp. e *Hippodamia* sp., en algodón (19).

El uso de parasitoides y depredadores podría aplicarse en cultivos como algodón y melón, en los cuales el daño ocurre por altas poblaciones de mosca blanca. Sin embargo no parece práctico en tomate, chile y frijol; debido a que en éstos cultivos los daños ocurren por la presencia de virus y/o las inmigraciones constantes de la plaga. En estos casos tendrían que utilizarse los depredadores y parasitoides fuera del cultivo o bien usar depredadores y parasitoides de adultos, en cuyo caso tampoco se estaría deteniendo la transmisión de virus (29).

3.1.5.1. El Control Microbiano:

El control microbiano de las plagas es parte del control biológico. En éste se utilizan los microorganismos entomopatógenos como agentes de control de las plagas agrícolas. Las plagas también sufren enfermedades, las cuales pueden ser causadas por nematodos, hongos, bacterias, protozoos y virus, aunque los conocimientos más generalizados se tienen en torno a los hongos entomopatógenos, que se reportan desde 1,836. La rama de la ciencia que estudia las enfermedades se llama patología y en el caso de los insectos se le llama entomopatología (15).

Muchos hongos, bacterias y virus causan enfermedades que debilitan a una gran cantidad de plagas que atacan a los cultivos. Este tipo de patógenos beneficiosos ofrecen algunas veces un control extraordinario sin la intervención del hombre. Sin embargo este tipo de epidemias no ocurren en forma tal que ya no haya que preocuparse más por las plagas, hay que ayudar a la naturaleza y producir patógenos en forma masiva para controlar una plaga determinada (12).

Algunos patógenos causan enfermedades en los insectos, que los

debilitan y hacen más susceptibles a otros factores de mortalidad. Pero en algunos casos, con altas densidades de población pueden ocasionar alta mortalidad en algunos insectos, llegando incluso hasta casi el 100% (32).

La utilización de patógenos para el control de insectos depende de la biología y características tanto de los insectos huéspedes, y los microorganismos patógenos; así como, del ambiente. Así mismo, las poblaciones grandes de insectos son más susceptibles a las epizootias que las que presentan bajas densidades de población (12).

Los problemas que presentan los microorganismos entomopatógenos es la especificidad por los insectos hospederos. Además, la efectividad de muchos patógenos de insectos, está limitada por su falta de dispersión; ya que muchos patógenos tienen un modo de acción parecido a un veneno estomacal; siempre que el hospedero ingiera cantidades suficientes para que acelere la enfermedad y muera (bacterias), la época de aplicación de aspersiones de microorganismos patógenos se debe de tomar en cuenta, ya que estos necesitan adaptarse, diseminarse e infectar a los insectos, por lo que es necesario que exista una buena cobertura en las áreas de alimentación en la planta con el material infeccioso (12).

Se sabe que la resistencia a la infección a los organismos entomopatógenos varía con la etapa de desarrollo del insecto cuando sufre el ataque. Al insecto adulto rara vez lo afectan las bacterias y los virus, que son letales para la larva; pero los protozoarios, nematodos y hongos pueden atacar tanto a adultos como larvas, y ocasionar muerte y reducción en la fecundidad del insecto adulto. Por la estructura y composición del exoesqueleto de las pupas de algunos insectos, estas son resistentes al ataque de microorganismos (26).

A pesar de que las infecciones fungosas son comunes, no se ha logrado un manejo consistente y exitoso, debido a que la mayoría requieren condiciones precisas de humedad y temperaturas para su desarrollo. El uso de hongos es promisorio en el futuro, especialmente cuando se integre con otras medidas de control, ya que se sabe que, generalmente, por si solos, no pueden jugar un papel dominante en la represión de plagas (12,28).

3.1.5.2. Los hongos y bacterias como entomopatógenos:

Los hongos entomopatógenos pueden causar infección en cualquier estado de desarrollo del insecto, 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 se producen enzimas que destruyen la pared del cuerpo y permiten que el hongo penetre y llegue a la cavidad hemocélica, donde se reproduce vegetativamente hasta llenar todo el interior del insecto y matarlo, ya sea por el daño mecánico infringido a diversos órganos, o por la liberación de toxinas resultantes de su metabolismo. Cuando las condiciones ambientales son favorables ocurre la esporulación, que normalmente se manifiesta exteriormente en el insecto por los diversos cuerpos fructíferos formados (3,8,12,28).

Las bacterias patógenas de insectos se agrupan como: patógenos obligados, formadoras de esporas cristalíferas, patógenos facultativos y patógenos potenciales. Las bacterias patógenas deben ser ingeridas por el insecto para ocasionar infección que cause la muerte del individuo (33,35).

Las bacterias causantes de enfermedades lechosas, posteriormente a la ingestión, traspasan en forma vegetativa la pared intestinal del insecto, se desarrollan en el hemocele y esporulan. La hemolinfa toma una apariencia blanca lechosa que se puede detectar al sexto día. La larva se vuelve moribunda y muere. Las bacterias que esporulan cristales de proteínas tóxicas, son las más importantes en el control biológico de insectos. Estos cristales son altamente tóxicos para algunos lepidópteros, principalmente; siendo inofensivos para otros tipos de organismos (35).

Existen por lo menos tres formas en que las bacterias cristalíferas pueden causar la muerte en el insecto: en la primera, a los 5 a 20 minutos de la ingestión del bacilo esporulado ocurre una parálisis en el intestino medio, ocurriendo una parálisis general en todo el insecto de una a siete horas después, dándose a la vez, un incremento en el pH de la hemolinfa de 1.0 a 1.5, lo que indica que hay infiltración del material alcalino del intestino a la sangre. En la segunda, posiblemente la causa más común de

mortalidad, no existe incremento del pH, pero sí ocurre parálisis intestinal, muriendo el insecto a los dos o cuatro días debido a una parálisis general. En la tercera causa de mortalidad, la espora debe germinar en presencia de la toxina, desarrollarse y multiplicarse en el intestino medio del insecto, y causar su muerte (35).

Los insectos parasitados por hongos y bacterias presentan la siguiente sintomatología: Los insectos parasitados por hongos presentan pérdida de apetito, diarrea y regurgitación, falta de coordinación y parálisis, cambian de color y en la cutícula se pueden observar manchas negras indicadoras de los sitios de penetración del hongo. Posterior a la muerte del huésped, el cuerpo se cubre de micelio, siempre que las condiciones sean óptimas. El cadáver se momifica y se pone completamente duro en algunas ocasiones y en otras, toma una consistencia similar a la del queso (32).

Cuando las larvas de insectos fitófagos mueren de una enfermedad infecciosa, sus cuerpos se desintegran sobre la planta o sobre el suelo, y los microorganismos presentes en los cadáveres son dispersados por el viento, la lluvia o el rocío hacia otras plantas. Los microorganismos en el intestino de los insectos infectados, son distribuidos en las heces de aves, avispas y otros depredadores que se comen a las larvas infectadas (26).

La infección de *Spicaria rileyi* Farlow dura de 8 a 12 días, la forma básica de infección es a través del integumento, aunque también han realizado investigaciones de penetración a través de la vía alimentaria en *Anticarsia gemmatalis* Hubner. *Spicaria rileyi* Farlow presenta mayor efectividad a temperaturas de 20^o C y 25^o C y a humedades relativas de 90%. El rango de hospederos de *Spicaria rileyi* Farlow se limita principalmente a lepidópteros y dos especies de Coleoptera (*Hipera punctata* Fabricius y *Leptinotarsa decemlineata* Say), otras 18 especies son susceptibles a *Spicaria rileyi* Farlow, agrupadas en 6 Ordenes: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Neuroptera y Hemiptera; también afecta a 3 depredadores: *Hippodamia convergens* Guerin, *Chrysopa carnea* Stephens y *Podisus maculiventris* Say, y a 2 parasitoides: *Apanteles marginiventris* Cresson y *Campoletis sonorensis* Meneville (7).

Algunas especies de *Fusarium* han sido reportadas como entomopatógenas, éstas han sido clasificadas como *Atractium*, *Microcera*, o *Sphaerostilbe*. Las conidias de *Fusarium* son consideradas como fases asexuales de estos géneros. Se han separado razas de *Fusarium larvarum* Martin y *Fusarium coccophilum* Desmaz de secciones de *Coccophilum*. *Fusarium solani* Martin ha sido reportado como un patógeno débil de escarabajos y otros invertebrados. *Fusarium* y *Mycrothecium* se encontraron contaminando granos, pero a su vez, afectan a la larva de *Tenebrio molitor* L., la actividad de este insecto es afectada por un retardamiento en su desarrollo, se cree que estos hongos producen toxinas tales como Trichothenes y Zearalenone o compuestos relativos. Los trichothenes son compuestos muy importantes del grupo de las micotoxinas del género *Fusarium*, estos compuestos se han observado tanto en los compuestos relativos 379X y 379Y (Roridin A y Verrucarín A, respectivamente). *Fusarium* sp. y otros 19 derivados de los trichothenes causan toxicidad a larvas de *Aedes aegypti* L. Mientras que Zearalenone, también conocido como F-2, proviene de *Fusarium* sp., su ingestión reduce la fecundidad de muchos insectos. Entre las especies de *Fusarium* que se consideran como patógenas de insectos están: *Fusarium equiseti* Corda, *Fusarium juruanum* Henn, *Fusarium moniliforme* Sheldon y *Fusarium solani* Mart. (7).

La virulencia de los entomopatógenos *Metarrhizium*, *Beauveria* y *Spicaria* se reduce después de un año de reproducción en medio de cultivo. En *Spicaria rileyi* Farlow, la virulencia decrece con cada transferencia sucesiva de medio de cultivo, por lo que para aumentar su virulencia se debe pasar a través de insectos. En cuanto a la virulencia de *Spicaria rileyi* Farlow, se ha concluido que la virulencia no decrece después de 15 transferencias sucesivas en medios de cultivo (7).

Las infecciones fungosas son muy comunes en insectos y relativamente fáciles de detectar debido a que generalmente los cuerpos de los hospederos aparecen cubiertos con micelio o cuerpos fructíferos del hongo. Hasta el momento se han registrado 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 géneros de hongos entomopatógenos más estudiados corresponden a los géneros: *Beauveria*, *Metarrhizium*,

Etmophthora, *Coelomomyces*, *Cordyceps*, *Nomuraea*, *Aschersonia* e *Hirsutella* (10,12,28).

3.1.5.3. Características de los entomopatógenos utilizados:

Los primeros trabajos en la aplicación de hongos entomopatógenos se reportan durante 1836. En 1879 el soviético Metchnikoff utilizó a *Metarrhizium anisopliae* Metsch para el control de poblaciones de *Anisoplia austriaca* Smith (15).

En el Género *Metarrhizium* el conidióforo es ramificado, las esporas son alargadas y se forman en cadenas originadas en fialides; la conidia mas joven es la de la base del conidioforo, las cuales crecen unidas formando una masa prismática de cadenas de esporas. Las conidias de éste género son blancas cuando son jóvenes pero conforme la conidia madura, el color se torna verde obscuro (15).

Se han detectado pocas especies que pueden invadir al hospedero a través de la cutícula representan a este grupo géneros tales como *Fusarium*. Estos pueden penetrar al hospedero a través del integumento y/o aberturas naturales tales como la boca y espiráculos, ocasionando un bloqueo respiratorio, mecanismo de acción para los mosquitos (15).

El género *Fusarium* comprende muchas especies y muchas variedades dentro de cada especie. Los macroconidios son hialinos fusiformes, a veces pediculados; uni o pluri tabicados, y con inserción acrógena. Los conidióforos son ramificados, pudiendo aparecer, ya sea salpicados, o en ramilletes cubiertos por masa de conidios mas o menos mucilaginosa que forma el cuerpo fructífero tuberculado conocido como esporodoquio (6).

En el género *Synnematium* el sinnemata es simple o ramificado de color café oscuro cuando madura, los fialides mayoritariamente al final de las ramificaciones son delgados cerrándose en la parte apical, los conidios son hialinos a un color café claro cubiertos con una sustancia mucosa; varias esporas se unen para formar masas. Poseen Esclerosios esféricos, cafés con paredes celulares gruesas. Son parasíticos de insectos (5).

A la fecha se han detectado varios metabolitos obtenidos a través de filtrados de cultivos de hongos tales como *Beauveria bassiana* Balsamo, *Metarrhizium anisopliae* Metsch, *Fusarium* sp. y *Cordyceps* sp.; metabolitos que pueden ser utilizados por vía de ingestión, por contacto, a través de la cutícula o inyectados directamente al hemocele (15).

En cuanto a las bacterias, las más importantes desde el punto de vista del control de insectos son las aeróbicas formadoras de esporas del género *Bacillus* (Familia Bacillaceae). En general los entomopatógenos bacteriales se agrupan en: a) cristalíferas formadoras de esporas; b) patógenos obligados, c) patógenos facultativos y d) patógenos potenciales. Hasta el momento sólo las cristalíferas formadoras de esporas son promisorias en el control de insectos (3).

Las células del *Bacillus thuringiensis* Berliner, al momento de la esporulación además de las endosporas, producen también un cristal en forma de diamante en el esporangio. Este cristal contiene una toxina, denominada delta-endotoxina, capaz de paralizar el intestino de la mayoría de las larvas de lepidópteros. Esta bacteria necesita ser ingerida; se ha demostrado que los insectos más susceptibles son aquellos cuyos intestinos tienen un pH alcalino que causa la disolución de los cristales en sus componentes tóxicos (3).

3.1.5.4. Ventajas del Control Microbial (15):

Especificidad:

Las aplicaciones inducidas de patógenos en altas dosis no causan alteraciones biológicas de importancia en un agroecosistema, por no afectar a parásitoides, depredadores y polinizadores; presentando con esto una gran ventaja con respecto a los plaguicidas de amplio espectro con relación a los daños que causan a la fauna insectil benéfica.

Multiplicación y dispersión:

Los entomopatógenos presentan la capacidad de multiplicarse y desplazarse en el medio ambiente a través de los individuos enfermos de una población, los focos primarios pueden producir una segunda infección, o bien de una generación a otra y con esto permanecer en el área.

Control más permanente:

Después del establecimiento de un entomopatógeno en una área, la enfermedad que causen pueden adquirir características enzoóticas. Y los insectos difícilmente presentan niveles de daño económico, principalmente en cultivos perennes o semiperennes.

Puede ser asociado:

El control microbiano puede ser adecuado al manejo integrado de plagas, cuando éste es combinado con subdosis de algunos plaguicidas, observándose una acción sinérgica, causando con esto un control más rápido y eficaz de la plaga, sin el inconveniente de las dosis altas de los insecticidas químicos.

Aplicación:

Los entomopatógenos pueden ser aplicados en el campo con los equipos convencionales utilizados en el combate químico de las plagas.

Toxicidad:

Los entomopatógenos no contaminan el medio ambiente, ni son tóxicos al hombre o animales de sangre caliente.

Resistencia:

Los insectos difícilmente pueden generar resistencia a los

entomopatógenos.

3.1.5.5. Desventajas del Control Microbial (15):

Económicas:

La especificidad que presentan los patógenos a un número de insectos plaga reducido, en comparación a los plaguicidas de amplio espectro que actúan sobre diversas plagas, se considera una desventaja.

Planeación del control microbial:

Las aplicaciones de plaguicidas microbianos deben de ser planeadas de acuerdo al período de incubación del patógeno, de modo que el insecto sea eliminado antes de dañar económicamente al cultivo.

Condiciones favorables:

Los patógenos requieren de condiciones óptimas de temperatura, humedad y luminosidad para establecer una acción epizoótica.

Almacenamiento:

Los insecticidas microbianos exigen mejores condiciones en el almacenamiento, para conservar su viabilidad y patogenicidad.

Comercial:

Algunos patógenos pueden provocar la adherencia de los insectos muertos sobre las plantas y frutos tratados y por consiguiente afectar la presentación de los productos.

3.1.5.6. Efecto del clima sobre los entomopatógenos:

El clima es un factor que puede incidir en el aumento o disminución de la dinámica de las enfermedades de insectos ocasionadas por microorganismos

patógenos; por ejemplo, la incidencia de la infección por bacterias, virus y protozoarios es mayor durante la época fría, que durante el verano. Mientras el clima templado aumenta la incidencia de enfermedades ocasionadas por hongos. La luz solar ejerce un efecto destructivo sobre los patógenos de insectos, ya que las esporas de bacterias como *Bacillus thuringiensis* Berliner son destruidas por la exposición a la luz solar; las bacterias no esporíferas, también, perecen pronto con la deshidratación y con la exposición a la radiación ultravioleta. Las condiciones del suelo, así como la reacción del mismo afectan a los patógenos que viven en él, se sabe que los patógenos sobreviven por más tiempo en suelos con alto contenido orgánico. *Metarrhizium*, *Beauveria* y otros hongos parasíticos matan con más frecuencia y permanecen por mas tiempo en suelos ricos en materia orgánica (12).

El efecto de los factores físicos que afectan la actividad de los microorganismos patógenos en contra de sus hospederos son: la temperatura y la humedad. Estos factores ejercen un efecto directo sobre los patógenos (sobrevivencia y la habilidad para infectar), el hospedero (susceptibilidad y resistencia) y el proceso de infección dentro del huésped. El proceso de infección por hongos está muy condicionado por la humedad, la cual puede inhibir la germinación de estados infecciosos y por ende prevenir la infección. Por lo que las infecciones ocasionadas por hongos se deben utilizar en áreas donde se presenten lluvias frecuentes, o tengan humedades relativas altas. Mientras que las enfermedades ocasionas por bacterias y virus; quienes infectan a sus hospederos mediante ingestión, no se ven afectadas por las condiciones ambientales que los rodea (12).

La humedad es el factor físico que más afecta la iniciación y desarrollo de las enfermedades de insectos causadas por hongos, aunque también puede afectar el desarrollo de enfermedades causadas por otros microorganismos. El desarrollo de las enfermedades fungosas depende principalmente de la humedad, teniendo efectos secundarios otros factores como la temperatura, luz solar y el viento. Aunque la humedad alta quizás no sea tan importante, porque se han logrado infecciones con el hongo *Entomophthora grylli* Frescenius con humedades relativas inferiores al 60%. Por lo que se considera que, también son importantes otros factores, como

la salud o resistencia natural de los insectos y de otros factores climáticos o de otra clase, que estimulan las infecciones, disminuyendo la resistencia de los insectos (37).

La luz solar, especialmente los rayos ultravioleta, pueden tener un efecto directo sobre los entomopatógenos, principalmente en los que no poseen estados resistentes durante su ciclo de vida. Por ejemplo, *Bacillus popilliae* Dutky comienza a perder viabilidad después de ocho horas de exposición al sol, siendo considerablemente afectado después de 48 horas. En el caso de *Entomophthora pseudococci* Speare, el tipo de cuerpo reproductivo que se forma es predeterminado por la presencia o ausencia de la luz del día, en el período de madurez de los cuerpos hifales. Las esporas azigotas se producen cuando los cultivos de hongos se colocan en un lugar oscuro pocas horas después de que los cuerpos hifales estén listos para germinar (37).

3.1.5.7. Identificación de agentes causales de enfermedades en los insectos:

La identificación de cualquier enfermedad de plantas, insectos u otros organismos, requiere la identificación del agente causante. De manera práctica el proceso de identificación de la enfermedad y el agente causante se puede resumir en cuatro pasos (25):

- Observación de los síntomas
- El aislamiento del patógeno
- Las pruebas de patogenicidad
- La consulta bibliográfica.

Los problemas de diagnóstico y aislamiento de microorganismos patógenos de insectos se pueden complicar debido a varios factores (12,28):

- a) Dos organismos patógenos, semejantes a grandes rasgos pero diferentes en esencia, a menudo pueden coinfectar a un mismo huésped.
- b) El patógeno verdadero puede ser arrojado del cuerpo del insecto al momento de la muerte, por lo que, los que se encuentran son invasores

secundarios.

- c) Algunos síntomas similares de enfermedad se pueden originar debido a varios microorganismos actuando por separado.
- d) Un grupo de insectos puede morir por causas fisiológicas y se puede suponer que hay invasores secundarios.
- e) Los insectos pueden tener infecciones subletales, tales como las que se originan por dosis bajas pero constantes de bacterias formadoras de cristales.
- f) Dos organismos actuando en conjunto pueden ser la causa de una enfermedad.

Para encontrar la relación entre el probable agente causante de una enfermedad y la enfermedad que presenta un organismo, deben cumplirse los postulados de Koch, los cuales permiten establecer la etiología de la enfermedad, estos se presentan a continuación (25):

- a) El organismo o agente patógeno debe estar asociado con la enfermedad en todos los casos y a su vez la enfermedad no debe aparecer sin que el microorganismo esté o haya estado presente.
- b) El organismo o agente patógeno debe ser aislado en cultivo puro, natural o artificialmente y deben estudiarse sus características específicas.
- c) Cuando en condiciones favorables, los insectos hospederos sanos se inoculan con el posible agente patógeno en cultivo puro, deben reproducirse los síntomas característicos de la enfermedad.
- d) El agente patógeno debe ser reaislado del hospedero inoculado y debe mostrar las mismas características en cultivo puro del cual se aisló anteriormente.

3.1.5.8. Investigaciones realizadas con entomopatígenos:

Estudios indican que las aspersiones con *Bacillus thuringiensis* Berliner en banano, mostraron buenos efectos sobre *Oiketycus kirbyi* Lands y *Sibine sp.*; porque las áreas bananeras presentan condiciones que favorecen la patología de insectos, entre las que se mencionan: la humedad, la cantidad de hojas del cultivo y su permanencia en un terreno por varios años (27).

Otros estudios indican que los patógenos utilizados para el control de plagas en caña de azúcar en Costa Rica, son: *Beauveria bassiana* Balsamo, Entomophtora sp., *Metarrhizium anisopliae* Metsch, Mucor sp. y *Triichoderma* sp. Y que en el control biológico de *Plutella xylostella* L., a partir del uso de *Bacillus thuringiensis* Berliner, se han obtenido muy buenos resultados (27).

Solo cuatro especies de hongos han sido estudiadas en *B. tabaci*, se tiene al género *Aschersonia* como específico para Aleyrodidos, estando únicamente *Aschersonia aleyrodis* Mont. reportado en *Bemisia tabaci* Gennadius (31).

Otros estudios reportan que en El Salvador se encontró al hongo *Aschersonia aleyrodis* Mont. desarrollándose sobre ninfas y pupas de *Aschersonia woglumi* W., señalando los autores, que puede afectar a todas las especies de Aleyrodidae, intensificando su acción en época lluviosa (34).

El hongo generalista *Paecilomyces farinosus* Bainier es el entompatógeno más estudiado para el control de *Bemisia tabaci* Gennadius. Ataca a ninfas y adultos del insecto y causa mortalidad rápida de ninfas de 24-48 horas, posiblemente por medio de toxinas. La especie *Paecilomyces farinosus* Holmsk está en estudio para utilizarse comercialmente contra mosca blanca (10,30).

En Estados Unidos se descubrió un cepa de *Beauveria bassiana* Balsamo muy virulenta para *Bemisia tabaci* Gennadius, habiendo en el mercado una formulación de aceite y agua con el nombre comercial de Naturalis^R, nombre con el que se comercializa en Guatemala (29).

En Florida, Estados Unidos, se usa comercialmente el hongo *Verticillium* sp., pero tiene el inconveniente de que requiere de alta humedad para actuar (31).

En 1993 se realizó una colecta de organismos entomopatógenos de insectos plaga, los que se identificaron y posteriormente conservaron. En el trabajo en mención, se recolectaron 101 microorganismos entomopatógenos aislados de varias especies de insectos que dañan las hortalizas (1).

En 1994 se evaluaron 22 aislamientos de hongos y bacterias, para el control de *Bemisia tabaci* Gennadius, que fueron inoculados en plantas de tomate y sandía, teniendo como resultado la identificación de 6 aislamientos que mostraron potencial para el control de mosca blanca (2).

En tomate, las bacterias codificadas como CB 45-A y CB 68-A presentaron el 47.4 y 21.6% de mortalidad de ninfas de mosca blanca, respectivamente, y en sandía el 90.0 y 33.7%. Con la cepa fungosa CB 21-P se obtuvo un 92.5% de mortalidad de adultos en sandía y 0.0% en tomate. Las cepas de hongos CB 64-A, CB 101-A y CB 105-A presentaron el 40.2, 15.5 y 33.0% de mortalidad de ninfas en tomate y el 0.0, 36.2 y 0.0% en sandía, respectivamente. Estos resultados se obtuvieron en condiciones controladas de invernadero (2).

3.2. MARCO REFERENCIAL:

3.2.1. Caracterización del área de estudio:

Esta investigación se realizó en la aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa que se encuentra a una altura de 835 msnm a $14^{\circ} 30' 58''$ Latitud Norte y $89^{\circ} 41' 53''$ Longitud Oeste (18).

Los suelos de la aldea Poza Verde pertenecen a la serie de suelos Culma, son moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre lajar máfico, en un clima seco. Ocupan relieves de ondulados a fuertemente ondulados. La vegetación natural es un bosque bajo, lleno de maleza con muchas especies xerofíticas; el subsuelo superficial, a una profundidad alrededor de 20 cm, es franco arcilloso friable de color café oscuro, que tiene muchas piedras, presenta un pH alrededor de 6.5 (36).

La aldea Poza Verde pertenece al Bosque Seco Subtropical (bs-S). En esta zona de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante los meses en que no llueve y parcialmente nublados durante la época de enero-abril. La época de lluvias corresponde especialmente de junio a octubre, cuando caen las precipitaciones más importantes en esta región. La precipitación en esta región varía entre 500 mm y 1,000 mm y como promedio total anual de 855 mm (11).

3.2.2. Microorganismos entomopatógenos evaluados:

Los aislamientos fueron obtenidos de los laboratorios de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, siendo los que causaron la mayor mortalidad en ninfas de *Bemisia tabaci* Gennadius durante las pruebas de patogenicidad realizadas a nivel de laboratorio e invernadero durante el año de 1,994 (1,2).

Previo a efectuar las pruebas de campo, se procedió a determinar el género al que pertenecían las cepas de hongos y bacterias, esta actividad se hizo mediante la realización de siembras y montajes microscópicos de dichas cepas.

Los géneros a los que pertenecen las cepas son:

1. Cepa CB-101 = Hongo *Fusarium* sp.
2. cepa CB-105 = Hongo *Synnematium* sp.
3. Cepa CB-64 = Hongo *Metarrhizium* sp.
4. Cepa CB-45 = Bacteria *Bacillus* sp.
5. Cepa CB-68 = Bacteria *Bacillus* sp.
6. Cepa CB-21 = Hongo *Synnematium* sp.

4. OBJETIVO

4.1. General:

Determinar el porcentaje de mortalidad causado por seis microorganismos entomopatógenos sobre ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, asociadas al cultivo de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.

4.2. Específicos:

Determinar el porcentaje de mortalidad causado por cuatro cepas nativas de hongos entomopatógenos sobre las poblaciones naturales de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius asociadas al cultivo del tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.

Determinar el porcentaje de mortalidad causado por dos cepas nativas de bacterias entomopatógenas sobre las poblaciones naturales de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, asociadas al cultivo tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.

5. HIPOTESIS

No existen diferencias significativas en la mortalidad causada por seis microorganismos entomopatógenos evaluados sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, asociadas al cultivo de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.

6. MATERIALES Y METODOLOGIA EXPERIMENTAL

6.1. MATERIALES

6.1.1. Materiales de laboratorio:

El equipo y materiales de laboratorio utilizados fueron:

Microscópio
Estereomicroscopio
Cristalería de laboratorio
Campana de aislamiento
Autoclave
Incubadora
Hematocitómetro
Mecheros
Asas y agujas de disección
Medios de cultivo (PDA y Bactoagar)
Alcohol
Lactofenoles
Algodón
Libros de claves taxonómicas

6.1.2. Materiales de campo:

El equipo y materiales utilizados en el campo fueron:

Plantas de tomate de la variedad Peto Rey
Tractor, rastra, arado
Bomba de riego
Azadón, rastrillo y machete
Bomba de aspersion
Cepas de entomopatógenos
Tamices (20 mesh)
Adherente-dispersante (Citowet)
Cloro

Pita
 Tutores
 Etiquetas
 Fertilizantes (Triple 15 y Urea al 46%)
 Libreta de campo
 Bolsas de plástico
 Lupa
 Cinta métrica

6.2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

6.2.1. Metodología para la producción masiva de los entomopatógenos:

El medio que se utilizó para el cultivo de los hongos fue el de papa dextrosa agar (PDA) y para las bacterias el de agar nutritivo a base de agar, peptona y extracto de carne. Estos fueron preparados y luego esterilizados en autoclave en envases de 1/4 de litro, esta actividad se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Las siembras de los seis microorganismos entomopatógenos antes descritos se realizaron siguiendo todas las medidas de asepsia que se recomiendan cuando se utilizan campanas de aislamiento; las cuales se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La determinación de la concentración de esporas se realizó tomando 10 ml de la solución de patógenos que fue aplicada a cada tratamiento, estos 10 ml se colocaron en tubos de ensayo, de los cuales se tomó una muestra para determinar en forma directa utilizando un hematócmetro, el número de esporas/ml de suspensión, los resultados fueron:

<i>Synnematium</i> sp.	1.33×10^8 esporas/ml
<i>Bacillus</i> sp.	1.33×10^{10} esporas/ml
<i>Metarrhizium</i> sp.	1.33×10^8 esporas/ml
<i>Fusarium</i> sp.	1.33×10^8 esporas/ml

6.2.2. Tratamientos evaluados:

Los tratamientos evaluados fueron:

- T1 = Testigo absoluto
- T2 = Hongo *Fusarium* sp. (CB 101)
- T3 = Hongo *Synnematium* sp. (CB 105)
- T4 = Hongo *Metarrhizium* sp. (CB 64)
- T5 = Bacteria *Bacillus* sp. (CB 45)
- T6 = Bacteria *Bacillus* sp. (CB 68)
- T7 = Hongo *Synnematium* sp. (CB 21)

El Tratamiento 1 (Testigo absoluto) fue el tratamiento al que no se le aplicó ningún entomopatógeno, ni producto químico alguno, solo se le aplicó agua más adherente.

6.2.3. Variable respuesta:

La Variable respuesta evaluada fue el número de ninfas muertas de *Bemisia tabaci* Gennadius por centímetro cuadrado de área foliar en los diferentes tratamientos.

6.2.4. Unidad experimental:

La unidad experimental estuvo conformada por una área de 20 m cuadrados (5 m de largo por 4 m de ancho), con una parcela bruta de 70 plantas y una parcela neta de 18 plantas. El distanciamiento entre surcos fue de 1 m y entre plantas de 0.35 m, se dejó 0.50 m entre bloques, por lo que el área de ensayo fue de 496 m cuadrados.

6.2.5. Diseño experimental:

Se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar con tres repeticiones y siete tratamientos (23).

El modelo lineal para el análisis de la variable porcentaje de mortalidad de ninfas de mosca blanca por muestreo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = variable respuesta asociada a la ij -ésima unidad experimental.

U = efecto de la media general del porcentaje de mortalidad.

T_j = efecto del j -ésimo tratamiento.

B_i = efecto del i -ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (tratamientos)

$i = 1, 2, 3$ (repeticiones)

Mientras que el modelo lineal para el análisis de la variable porcentaje de mortalidad de ninfas de mosca blanca combinando los diferentes muestreos realizados fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + B_i + T_j + M_k + TM_{jk} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = variable respuesta asociada a la ijk -ésima unidad experimental.

U = efecto de la media general del porcentaje de mortalidad.

T_j = efecto del j -ésimo tratamiento.

B_i = efecto del i -ésimo bloque.

M_k = efecto del k -ésimo muestreo

TM_{jk} = efecto de la interacción entre el j -ésimo tratamiento y el k -ésimo muestreo.

E_{ijk} = error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (tratamientos)

$i = 1, 2, 3$ (repeticiones)

$k = 1, 2, 3$ (muestreos)

6.2.6. Aplicación de los entomopatógenos:

La aplicación de los entomopatógenos a las unidades experimentales se realizó diluyendo en un galón de agua los microorganismos que crecían en la superficie del medio de cultivo de cada frasco, se utilizó una bomba de

aspersión de 5.67 l, hasta bañar bien las plantas de tomate, está operación se realizó en cada uno de los tratamientos, principalmente en el envés de las hojas. La aspersión de las hojas se realizó utilizando boquillas de cono hueco que son las recomendadas para insecticidas y fungicidas, moviéndola de la parte de abajo de la planta de tomate hacia arriba, cubriendo el área del envés de la hoja ya que ahí se encontraban las ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius. En cada aplicación se adicionó adherente y dispersante Citowett, para romper la tensión superficial de las gotas de agua y dispersar más eficientemente el inóculo.

Los inoculantes se aplicaron en las últimas horas de la tarde para aprovechar las horas frescas de la noche y el rocío, tratando de dar las condiciones adecuadas para el inicio de la infección y el desarrollo de los patógenos en los insectos huéspedes.

Los intervalos de aplicación de los tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Intervalos de aplicación de los tratamientos. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Abril-Junio 1995.

Aplicación	Fecha	Realización
Primera	04-05-1995	si
Segunda	12-05-1995	si
Tercera	20-05-1995	si
Cuarta	28-05-1995	si
Quinta	05-06-1995	no
Sexta	13-06-1995	no

6.2.7. Toma de datos:

La toma de datos se realizó dentro de la parcela neta; está consistió en el muestreo de 18 plantas por unidad experimental, el muestreo se realizó en el envés de las hojas de tomate y específicamente en el estrato medio inferior de las plantas, porque allí se ubican las ninfas de mosca blanca.

En cada muestreo se colectaron seis folíolos de tomate al azar (que tuvieran presencia de ninfas), dentro de las 18 plantas de la parcela neta,

haciendo un total de 18 foliolos con ninfas de mosca blanca por las 3 repeticiones.

Los 18 foliolos de cada tratamiento fueron observados con estereomicroscopio y se realizó el conteo de ninfas muertas y vivas de mosca blanca, atendiendo a los síntomas provocados por hongos y bacterias y estos resultados fueron analizados estadísticamente.

El número de muestreos fue de 6, estos se hicieron con intervalos de tiempo de 8 días, el primero se realizó 8 días después del trasplante realizado el 25-04-95, tiempo dado para que la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, colonizara las plantas de tomate. Luego se realizaron los otros muestreos a cada 8 días. Las fechas de muestreo se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Intervalos de los muestreos realizados. Poza Verde, San Manuel Chaparrón. Abril-Junio 1995.

Muestreo	Fecha	Realización
Primero	03-05-1995	si
Segundo	11-05-1995	si
Tercero	19-05-1995	si
Cuarto	27-05-1995	si
Quinto	04-06-1995	si
Sexto	12-06-1995	si

6.2.8. Diagnóstico de las ninfas muertas:

Para determinar la presencia del agente patógeno que causó la muerte, en los casos que no eran visibles los signos del patógeno, se procedió a reaislarlo en medio de cultivo, para que se desarrollara y comprobar si se aislaba el patógeno que había sido aplicado. Las observaciones de los foliolos y las ninfas de mosca blanca fueron hechas en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6.2.9. Análisis de la información:

En cada muestreo realizado se hicieron los conteos de las ninfas muertas y vivas de mosca blanca encontradas por centímetro cuadrado de área foliar. Los valores obtenidos fueron expresados en porcentaje. Para los cálculos de los porcentajes de ninfas muertas presentes en cada uno de los tratamientos, se utilizó la fórmula siguiente:

$$\%Ninfas\ Muertas = \frac{Ninfas\ Muertas}{Ninfas\ Muertas + Ninfas\ Vivas} \times 100$$

Debido a que los datos no se distribuyeron en una forma normal, fue necesaria su transformación para realizar el análisis de varianza, su transformación se realizó usando fórmula:

$$Y = \text{Sen}^{-1} \sqrt{\frac{X}{100}} \quad X = \text{Porcentaje promedio total de mortalidad (23)}.$$

La variable porcentaje de ninfas muertas de mosca blanca, fue sometida a un Análisis de Varianza (ANDEVA) para el diseño experimental de Bloques al Azar, con un nivel de significancia del 5%, para establecer si existían diferencias significativas entre tratamientos. En los casos que se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se utilizó una prueba de comparación de medias (Tukey) para establecer donde estaban estas diferencias.

6.2.10. Manejo agronómico del experimento:

Las plántulas de tomate fueron compradas en la empresa Pegón Piloncito S. A., con sede en Amatitlán, Guatemala. El material utilizado fue la variedad Peto Rey.

La preparación del terreno de cultivo se realizó con una pasada de arado y dos de rastra, posteriormente, se eliminaron las malezas presentes, se mulló el suelo, tratando de dejarlo suelto; se trazaron los surcos y se delimitaron las unidades experimentales de acuerdo al diseño experimental. Se realizaron dos limpiezas, la primera a los 12 días después del trasplante y la segunda, 15 días después, cuando, también, se realizó el aporque con

azadón.

Se fertilizó en función de los resultados del análisis de suelos proporcionados por el ICTA, de la siguiente manera: a los 10 días después del trasplante se aplicaron 45 kg/ha de triple 15 (15-15-15) y a los 35 días después del trasplante se aplicaron 160 kg/ha de Urea, el fertilizante fue aplicado en bandas a una profundidad de 5 cm.

Antes de realizar el trasplante de las plantas, el área experimental fue irrigada durante 7 días, con una frecuencia de 3 horas diarias, con el propósito de que el suelo estuviera saturado para evitar que las plantas se resintieran al momento de ser trasplantadas. Posteriormente al trasplante, el riego se realizó por gravedad cada 3 días, cuando fue necesario.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

En el momento que se trasplantaron las plantas de tomate en el campo definitivo, el área experimental se encontraba rodeada por cultivos de tomate fuertemente infestados por mosca blanca y con virosis en un alto porcentaje. Esta situación fue determinante para que ocurriera una infestación alta de mosca blanca en las plantas trasplantadas.

En el primer muestreo, realizado a los 8 días después del trasplante, no se habían aplicado los inoculantes, esperando que *Bemisia tabaci* Gennadius colonizara el cultivo. En este muestreo se determinó un promedio de 85% de ninfas vivas de mosca blanca en las plantas del área experimental y un 15% de mortalidad natural (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores transformados del porcentaje de ninfas vivas (N.V.) y muertas (N.M.) de mosca blanca en el cultivo de tomate, primer muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995

Tratamientos	Repeticiones						Medias (%)	
	I		II		III		N.V.	N.M.
	N.V.	N.M.	N.V.	N.M.	N.V.	N.M.		
T1, Testigo	90.00	10.00	90.00	10.00	90.00	10.00	90.00	10.00
T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	71.56	28.44	90.00	10.00	61.29	38.71	74.28	25.71
T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	90.00	10.00	90.00	10.00	90.00	10.00	90.00	10.00
T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	79.56	20.44	90.00	10.00	73.52	26.48	81.03	18.97
T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	90.00	10.00	90.00	10.00	81.95	18.05	87.17	12.68
T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	83.04	16.96	90.00	10.00	90.00	10.00	87.68	12.32
T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	90.00	10.00	90.00	10.00	76.99	23.01	85.66	14.34
PROMEDIOS TOTALES	84.86	15.11	90.00	10.00	80.54	19.47	85.00	15.00

Probablemente la humedad provocada por los riegos aplicados antes del trasplante y la alta densidad poblacional de mosca blanca registrada en el área vecina y experimental, fueron factores que favorecieron la presencia natural de microorganismos entomopatógenos que desde el principio causaron una depresión sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca (Cuadro 3).

Esta situación es argumentada por De Bach (12), quién indica que se ha tenido éxito al usar agua de riego para iniciar epizootias fungosas, ya que

la humedad del microclima es a menudo mucho más importante que la influencia climática de una región. Otro factor que pudo favorecer la mortalidad inicial, fue la precipitación pluvial, que en esta región acumuló en esa semana 3.10 mm en promedio (Cuadro 13A). Ocho días después de aplicar los entomopatógenos se realizó el segundo muestreo, estos datos se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores transformados del porcentaje de ninfas muertas detectadas en el cultivo de tomate, Segundo muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995

Tratamientos	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1, Testigo	0.00	8.05	42.61	16.89
T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	41.81	51.42	66.42	53.22
T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	37.19	48.79	70.53	52.17
T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	38.33	39.76	49.54	42.54
T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	38.33	36.87	51.89	42.36
T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	42.79	42.79	50.24	45.27
T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	40.00	45.00	40.46	41.82

Los resultados obtenidos mostraron que las mortalidades promedio de los tratamientos fueron diferentes, respecto al testigo absoluto. Para verificar si habían diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de mortalidad causada por el uso de los entomopatógenos, se realizó un análisis de varianza, mismo que se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable porcentaje de ninfas de mosca blanca muertas por los tratamientos evaluados, segundo muestreo. Aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. (0.05)
Bloques	2	1367.8			
Tratamientos	6	2613.4	435.56	6.52	3.00*
Error	12	801.76	66.813		
Total	20	4782.9			

Debido a que se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 5), se realizó una prueba de comparación de medias usando el estadístico de Tukey al 5% de probabilidad. Este análisis se presenta en el Cuadro 6, en el cual se observa que las medias de las

poblaciones de ninfas muertas para los tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero si respecto al testigo absoluto.

Cuadro 6. Prueba de comparación para las medias del porcentaje de ninfas muertas. Segundo muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995.

Tratamientos	Medias	Significancia
T1, Testigo	16.89	A
T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	41.82	B
T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	42.36	B
T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	42.54	B
T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	45.27	B
T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	52.17	B
T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	53.22	B

Los mejores tratamientos fueron el hongo *Fusarium* sp. (CB-101), con el que se obtuvo el mayor porcentaje de ninfas muertas (53.22%), seguido de *Synnematium* sp. (CB-105) con un 52.17%, comparados con el testigo que presentó 16.89%, este último valor es muy parecido al promedio de mortalidad natural observado 8 días antes (Cuadro 3).

Los datos del Cuadro 6 evidencian que la mortalidad de ninfas de mosca blanca en toda el área experimental aumentó en relación a la mortalidad detectada en el primer muestreo, cuando no se habían aplicado los inoculantes, de donde se deduce que el 16.89% de mortalidad, correspondiente al testigo absoluto en el que solo se había aplicado agua y adherente, fue por el efecto de los microorganismos naturales existentes en el área experimental. Es válido decir también, que las variables climáticas (Cuadro 13A) fueron favorables para que se manifestara la influencia de los inoculantes aplicados, que magnificaron la mortalidad de ninfas de mosca blanca en los tratamientos del experimento.

Tanada (37), indica que la humedad es quizá el factor físico que más afecta la iniciación y desarrollo de las enfermedades inducidas que afectan a las poblaciones de insectos, y que afecta además, el desarrollo de enfermedades causadas por otros microorganismos que se encuentran en el ambiente en forma natural.

En el tercer muestreo (Cuadro 7), el valor de la mortalidad en el experimento cambió, principalmente, en el testigo. En este muestreo, éste valor se aproximó a los valores de mortalidad obtenidos en cuatro de los tratamientos y fue superior en los otros dos restantes.

Cuadro 7. Valores transformados del porcentaje de ninfas muertas detectadas en el cultivo de tomate, Tercer muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995

Tratamientos	REPETICIONES			Medias (%)
	I	II	III	
Testigo	46.51	63.79	58.74	56.35
T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	60.01	60.00	59.14	59.72
T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	0.00	76.37	45.00	40.46
T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	90.00	72.85	61.87	74.91
T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	67.80	63.43	55.46	62.23
T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	45.00	64.34	90.00	66.45
T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	41.81	56.79	63.43	54.01

Con los datos del tercer muestreo (cuadro 7), se realizó un análisis de varianza para determinar el comportamiento de los tratamientos evaluados, éste análisis de varianza se presenta en el Cuadro 8, donde puede establecerse que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados al 0.05% de probabilidad.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable porcentaje de ninfas de mosca blanca muertas por los tratamientos evaluados, tercer muestreo. Aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. (0.05)
Bloques	2	890.95			
Tratamientos	6	2085.1	347.52	1.05	3.000 N.S.
Error	12	3959.3	329.95		
Total	20	6935.4			

En el Cuadro 8 se evidencia que no existieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de mortalidad de ninfas de mosca blanca causados por los tratamientos evaluados, incluyendo al testigo absoluto.

Como ejemplo, en el (Cuadro 7) puede observarse, que con *Synnematium*

sp. (CB-21) y *Bacillus* sp. (CB-45) se obtuvieron valores de mortalidad inferiores al testigo, mientras que los otros entomopatógenos lo superaron, aunque en ningún caso con valores estadísticamente significativos. Se supone que la causa de dicho fenómeno fue ocasionado por el establecimiento y reproducción de los entomopatógenos aplicados, que favorecidos por las altas poblaciones de mosca blanca se distribuyeron en todo el experimento causando una epizootia generalizada con márgenes de diferencias entre tratamientos no significativas.

Esta situación ha sido argumentada en investigaciones que indican que las epizootias causadas por microorganismos, se presentan en mejor forma, generalmente, cuando la densidad poblacional del huésped se incrementa; y que bajo condiciones naturales, los microorganismos que producen enfermedades afectan en una mayor proporción al huésped, a medida que la densidad poblacional de éste se incrementa (12).

También, en este cuadro se observa que los porcentajes de ninfas muertas más altos correspondieron a los hongos *Fusarium* sp. (CB-101) con 74.91% y *Metarrhizium* sp. (CB-64) con 66.45%, presentando una diferencia de 19% y 10% más de ninfas muertas respectivamente, en relación al testigo absoluto. En el Cuadro 9, se presentan los datos transformados del cuarto muestreo.

Cuadro 9. Valores transformados del porcentaje de ninfas muertas detectadas en el cultivo de tomate, Cuarto muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995

Tratamientos	REPETICIONES			Media(%)
	I	II	III	
Testigo	90.00	45.00	30.00	55.00
T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	56.79	00.00	75.03	43.94
T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	90.00	90.00	65.90	81.97
T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	90.00	00.00	90.00	60.00
T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	90.00	60.79	90.00	80.26
T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	63.43	69.94	90.00	74.46
T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	90.00	54.74	90.00	78.25

Como en los casos anteriores, estos datos también se sometieron a un análisis de varianza, mismo que se presenta en el Cuadro 10. Al igual que para el tercer muestreo, en el cuarto muestreo, también pudo establecer que

no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 10 Análisis de varianza para la variable porcentaje de ninfas de mosca blanca muertas por los tratamientos evaluados, Cuarto muestreo. Aldea Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. (0.05)
Bloques	2	5153.0			
Tratamientos	6	3910.1	651.69	1.05	3.00 N.S.
Error	12	7427.9	618.99		
Total	20	16491.			

En forma similar a lo observado en el tercer muestreo, la mortalidad causada por los inoculantes aplicados en los tratamientos no se manifestó con claridad, debido a la "mortalidad natural" que se presentó en el testigo.

Las condiciones de humedad relativa y precipitación acumuladas desde que se inició la investigación (Cuadros 14A, 15A y 16A), junto a la densidad poblacional alta de ninfas de mosca blanca presentes, siguieron siendo factores favorables para que se manifestara el efecto de los microorganismos entomopatógenos evaluados y los presentes en forma natural en el área experimental, ya que durante el cuarto muestreo se presentaron dos fuertes lluvias (Cuadro 15A), por lo que las consideraciones efectuadas para el tercer muestreo siguen siendo válidas para este muestreo. Las precipitaciones que se presentaron durante el resto del experimento (Cuadro 13A) afectaron drásticamente, la densidad poblacional de ninfas y adultos de mosca blanca; lo cuál causó que en el quinto y sexto muestreos, ya no se encontraran ninfas de moscas blanca en ninguna de las diferentes parcelas del área experimental.

Esta situación, ha sido argumentada por Hilje y Arboleda (19), quienes indican que durante la estación lluviosa las poblaciones de mosca blanca son bajas y que la abundancia de adultos declina abruptamente con las primeras lluvias fuertes, máxime en un cultivo como el tomate donde el insecto casi no se reproduce; esta situación sugiere que existe un efecto mecánico de desalojo de las ninfas y los adultos, que quizás mueran en el suelo.

Ahora bien, para tener una idea general de como se comportaron los microorganismos durante el transcurso de la investigación, los resultados de los porcentajes de mortalidad de ninfas de mosca blanca se registraron en el Cuadro 11.

Cuadro 11 Porcentajes de mortalidad transformados de ninfas de mosca blanca durante los muestreos. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. abril-junio de 1995.

MUESTREO	TRATAMIENTO	REPETICIONES			
		I	II	III	MEDIAS
1	T1, Testigo	00.00	08.05	42.61	16.89
	T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	41.81	51.42	66.42	53.22
	T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	37.19	48.79	70.53	52.17
	T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	38.33	39.76	49.54	42.54
	T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	38.33	36.87	51.89	42.36
	T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	42.79	42.79	50.24	45.27
	T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	40.00	45.00	40.46	41.82
2	T1, Testigo	46.51	63.79	58.74	56.35
	T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	90.00	72.85	61.87	74.91
	T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	60.01	60.00	59.14	59.72
	T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	45.00	64.34	90.00	66.45
	T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	41.81	56.79	63.43	54.01
	T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	67.80	63.43	55.46	62.23
	T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	00.00	76.37	45.00	40.46
3	T1, Testigo	90.00	45.00	30.00	55.00
	T2, <i>Fusarium</i> sp. (CB-101)	90.00	00.00	90.00	60.00
	T3, <i>Synnematium</i> sp. (CB-105)	56.79	00.00	75.03	43.94
	T4, <i>Metarrhizium</i> sp. (CB-64)	63.43	69.94	90.00	74.46
	T5, <i>Bacillus</i> sp. (CB-45)	90.00	54.74	90.00	78.25
	T6, <i>Bacillus</i> sp. (CB-68)	90.00	60.79	90.00	80.26
	T7, <i>Synnematium</i> sp. (CB-21)	90.00	90.00	65.90	81.97

Con el propósito de determinar posibles diferencias estadísticas en cuanto a los porcentajes de mortalidad causados por los diferentes entomopatógenos evaluados, se elaboró un análisis de varianza, mismo que se presenta en el cuadro 12.

Según el análisis reportado en el Cuadro 12, no existieron diferencias significativas en la mortalidad de ninfas de mosca blanca detectada en los tratamientos evaluados, situación que es válida para la interacción de éstos con los muestreos realizados; es decir que, el efecto de los entomopatógenos en estudio y otros entomopatógenos no determinados, que actuaron en forma

natural; en términos generales, fue similar en los distintos muestreos realizados; aún cuando durante el segundo muestreo, la mortalidad que éstos causaron fue estadísticamente superior a la detectada en el testigo.

Cuadro 12 Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad de ninfas de mosca blanca durante los muestreos. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. abril-junio de 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F (0.05)
Bloques	2	1977.30	988.65	2.24	0.1192 NS
Tratamientos	6	2816.19	469.36	1.07	0.3992 NS
Muestreo	2	7169.86	3584.93	8.14	0.0011 *
Muestreo*Tratamiento	12	5792.32	482.69	1.10	0.3899 NS
Error	40	17623.33	440.58		
Total	62	35378.99			
Coeficiente de Variación	37.28				

En este mismo análisis se evidencia de nuevo que existieron diferencias estadísticamente significativas entre muestreos, situación atribuible a las diferencias estadísticamente significativas determinadas cuando se realizó en análisis individual del segundo muestreo.

Para tener una visión global del comportamiento de los tratamientos en los diferentes muestreos realizados, se elaboró la Gráfica 1, en ésta se observa el comportamiento y efecto de la mortalidad causada por los entomopatógenos evaluados sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca en los distintos muestreos realizados. Como se puede observar, conforme pasó el tiempo, los entomopatógenos fueron adaptándose a las condiciones ambientales del área experimental, especialmente, en lo referente a la humedad, precipitación y temperatura prevalecientes en el área (Cuadro 13A); lo cual se evidenció por el incremento gradual y progresivo de la mortalidad causada en las poblaciones de ninfas de mosca blanca; aunque los entomopatógenos presentes en forma natural en el tratamiento testigo, también causaron un porcentaje de mortalidad similar estadísticamente; pero, aproximadamente con un 20% menos en la mortalidad detectada.

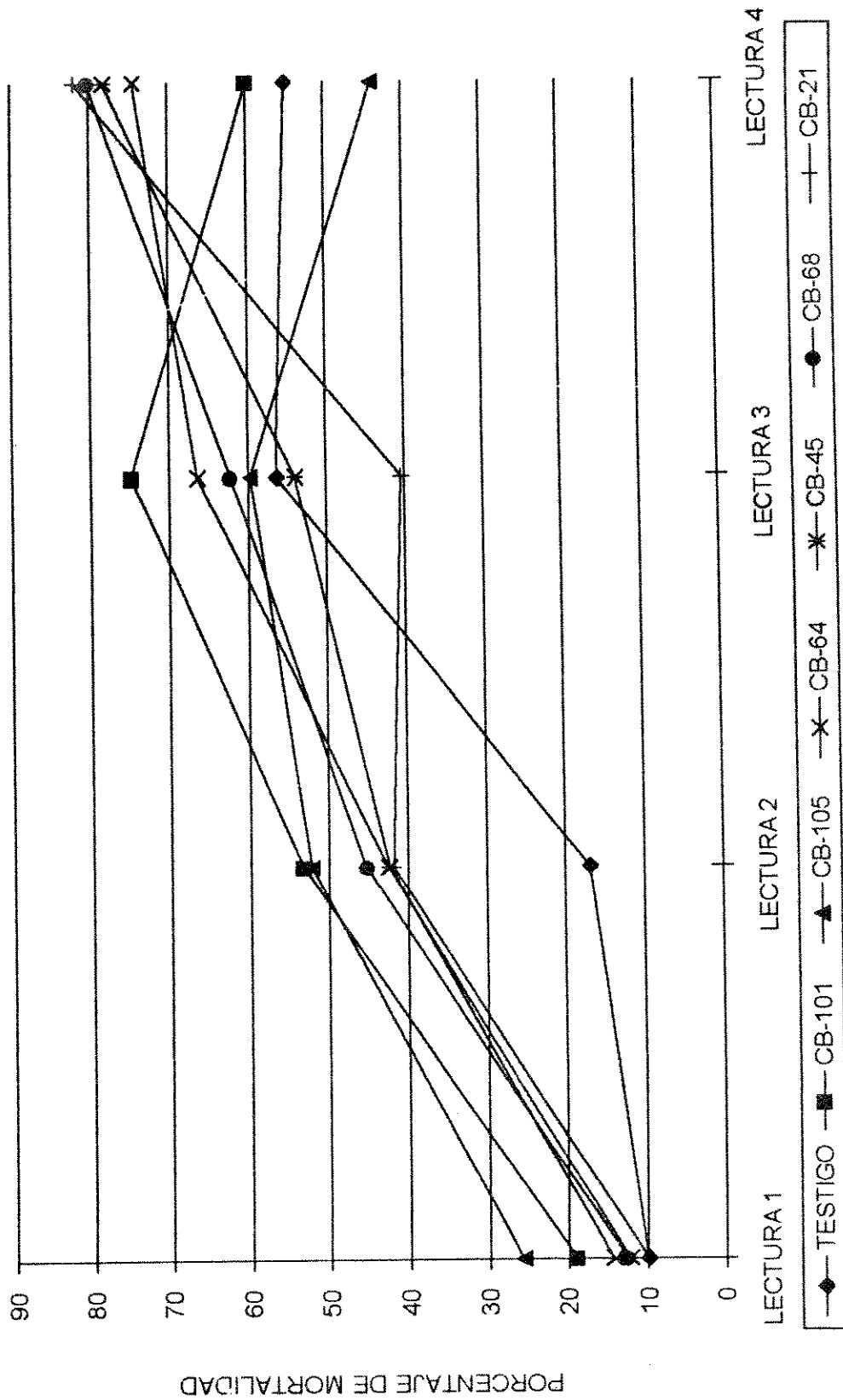


Figura 1. Porcentajes de mortalidad de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, causado por siete tratamientos en el cultivo de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller. Poza Verde, San Manuel Chaparron, Jalapa. Abril-Junio de 1995.

Por otra parte, en esta misma gráfica, se puede observar que, en términos generales, la mortalidad de ninfas de mosca blanca que se detectó en los tratamientos fue mayor donde se evaluaron los entomopatógenos, a excepción de lo observado en el tercer muestreo, donde la mortalidad detectada en el testigo fue mayor a la de los tratamientos 7 y 5, donde se evaluó el hongo *Synnematium* sp. (CB-21) y la bacteria *Bacillus* sp. (CB-45), respectivamente. La misma situación se dió para el cuarto muestreo, donde la mortalidad registrada en el testigo fue mayor a la detectada en el tratamiento 3, donde se evaluó el hongo *Synnematium* sp. (CB-105); aunque en todos los casos, estos porcentajes de mayor mortalidad detectados en el testigo, no fueron estadísticamente significativos a los ocurridos en los tratamientos antes mencionados.

En resumen, con base a los porcentajes de mortalidad determinados, se pudo establecer que aunque no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, se observó un leve incremento en la mortalidad causada por los entomopatógenos, en particular la causada por el hongo *Fusarium* sp. (CB-101), el hongo *Metarrhizium* sp. (CB-64) y la bacteria *Bacillus* sp. (CB-68), con un 62.71%, 61.15% y un 62.59% respectivamente, siendo en el testigo absoluto donde se registró el menor porcentaje de mortalidad, 42.74% (Cuadro 11). Como se puede observar, la mortalidad de ninfas de mosca blanca atribuible a estos entomopatógenos fue aproximadamente un 20%.

En pruebas de patogenicidad realizadas a nivel de invernadero en 1,993 se escogieron los tres entomopatógenos mencionados anteriormente y los otros tres restantes como promisorios para controlar la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius (1).

Ahora bién, en el invernadero, de estos seis entomopatógenos, resaltaron por su efecto sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca: *Synnematium* sp. (CB-105), *Metarrhizium* sp. (CB-64) y *Bacillus* sp. (CB-45), con un 33.0%, 40.2% y 47.4% de mortalidad (2).

Esta situación evidencia que, solamente el hongo *Metarrhizium* sp. (CB-64) con 61.15% y 40.2% de mortalidad en el campo e invernadero,

respectivamente, fue constante en cuanto a su efecto sobre las ninfas de mosca blanca. Mientras, que el efecto de los otros entomopatógenos, para ambas condiciones, no fue constante. Esta situación pudo deberse a que las condiciones de invernadero y campo, no fueron las mismas; pero de todas formas, bajo estas dos condiciones, en términos generales, todos los microorganismos evaluados, si tuvieron un efecto depresivo en el potencial biótico de las ninfas de mosca blanca; por lo que puede decirse, que aunque no se dieron diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad causada por los entomopatógenos, estos son promisorios y deben seguir evaluándose.

8. CONCLUSIONES

1. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los seis entomopatógenos evaluados (cuatro hongos: *Fusarium* sp. CB-101, *Synnematium* sp. CB-105, *Metarrhizium* sp. CB-64 y *Synnematium* sp. CB-21; y dos bacterias: *Bacillus* sp. CB-45 y *Bacillus* sp. CB-68), en cuanto a su efecto de mortalidad sobre la densidad poblacional de las ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius asociadas al cultivo del tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller.
2. Para el caso de los cuatro hongos entomopatógenos evaluados (*Fusarium* sp. CB-101, *Synnematium* sp. CB-105, *Metarrhizium* sp. CB-64 y *Synnematium* sp. CB-21), se pudo observar la tendencia de mantener una mejor respuesta de mortalidad de ninfas de mosca blanca por las cepas de *Fusarium* sp. CB-101 y *Metarrhizium* sp. CB-64.
3. Para el caso de las dos bacterias entomopatógenas evaluadas (*Bacillus* sp. CB-45 y *Bacillus* sp. CB-68), se pudo observar la tendencia de mantener una mejor respuesta de mortalidad de ninfas de mosca blanca por la cepa de *Bacillus* sp. (CB-68).

9. RECOMENDACIONES

1. Para evaluar en mejor forma el potencial de los microorganismos entomopatógenos utilizados, se deben escoger otras épocas del año y áreas geográficas.
2. Incluir dentro de la metodología experimental, la determinación de los microorganismos que afectan a las poblaciones de ninfas de mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius, en el testigo absoluto.
3. Es necesario realizar estudios tendientes a determinar dosificaciones e intervalos de aplicación de los entomopatógenos evaluados.
4. Los entomopatógenos evaluados deben compararse con otros microorganismos producidos a nivel comercial.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA, R.; RODRIGUEZ, E.; CORDOVA, S. 1993. Colecta, identificación y conservación de organismos entomopatógenos de plagas hortícolas. *Tikalía* (Gua.) 11(1-2):91-101.
2. _____ 1995. Pruebas de patogenicidad con microorganismos entomopatógenos de plagas hortícolas y su uso potencial como agentes de control biológico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
3. ALTIERI, M.A. et al. 1989. Manejo Integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. ed. Keith andrews y José Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 633 p.
4. ALVARENGA, D.M.; ADERSON, P. 1994. La biología y comportamiento de la mosca blanca *B. tabaci* (Genn.). En: Jornada Científico Técnica sobre el cultivo de Tomate (1994, Managua, Nicaragua). Memoria. Managua, Nicaragua, s.n. p. 3-4.
5. BARNETT H.L.; HUNTER B. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. 3 ed. Minneapolis, Minnesota, U.S.A., Burgess Publishing Company, p. 164-165.
6. BONILLA REYES, E.A. 1975. Complejo patogénico de *Rhizoctonia* sp. *Fusarium* sp., *Sclerotium* sp. y el nemátodo nodulador (*Meloidogyne Incognita*) en Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
7. BURGESS, H.D.; HUSSEY, N.W. 1971. Microbial, control of insects and mites. U.S.A., Academic Press. 915 p.
8. BUSTILLO, A. 1989. Utilización de agentes microbiológicos. EN: Altieri, M.A. et al. 1989. Manejo Integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. ed. Keith andrews y José Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p. 211-228.
9. CALDERON, L.; MORALES, J.; DUBON, R. s.f. Manejo del acolochamiento del tomate. Guatemala. 6 p.

10. CAVE, R. 1994. Es viable el control biológico de un vector de geminivirus, como *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no.34:18-22.
11. CRUZ, J. DE LA. 1976. Clasificación de la zonas de vida de Guatemala basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 52-74.
12. DE BACH, P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Trad. Carlos Castaño. México, D.F., Continental. 947 p.
13. ELCHELKRAUT, K. 1987. Biología, aspectos ecológicos y cría masal de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera:Aleyrodidae). Tesis Mag. Sc. Colombia, Universidad Nacional de Colombia, CIAT. 89 p.
14. ESTRADA, R. E. 1991. Control microbiano del curso de enseñanza de control biológico en universidades de América Latina. Guatemala, Agrícola El Sol. 15 p.
15. GARZA G., E.; BERLANGA P., M. 1994. Biología, identificación y uso de hongos entomopatógenos. Tecomán, Col., México, Centro Nac. de Referencia de Control Biológico, DGSV-SARH. p. 2-10.
16. GLADSTONE, S. 1988. Efecto de la aplicación del hongo entomopatógeno *Nomurea rileyi* sobre la dinámica de la micosis en el cogollero, *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no.9:1-11.
17. _____ 1990. Perspectivas del uso de control microbiológico para plagas del maíz en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no.17:8-15.
18. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1978. Diccionario Geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. 1037 p.
19. HILJE, L. et al. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. EN: *Las moscas blancas* (Homoptera:Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. ed. Luko Hilje; Orlando Arboleda. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica; Informe Técnico, no. 205. p. 58-63.
20. KRANS, J. 1982. Plagas de los cultivos agrícolas. México, Trillas. 542 p.

21. LASTRA, R. et al. 1990. Estimación de pérdidas e identificación del geminivirus transmitido al tomate por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius, (Homoptera:Aleyrodidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no.15:24-34.
22. LEZAMA, G. R. 1994. Patogenicidad de hongos parásitos de insectos. Tecomán, Col., México, Centro Nac. de Referencia de Control Biológico, DGSV-SARH. p. 47-62.
23. LITTLE, T.; HILLS, J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación agrícola. México, Trillas. 270 p.
24. MATIS, J.C.; SILVA, D.M.; OLIVEIRA, A.R.; COSTA, A.S. 1975. Purificacao e morfología do virus do mosaico dourado do tomateiro. Summa Phytopathol (Bra.) no.1:267-274.
25. OSPINA O., H. 1980. Técnicas para el aislamiento, identificación y conservación de hongos patógenos del frijol. Cali, Colombia, CIAT. 33 p.
26. PARSONS, D. 1982. Cucurbitaceas. México, Trillas. 356 p.
27. RODRIGUEZ, C.; HERNANDEZ, J.; MORALES, E. 1993. Evolución del Control biológico de insectos en los cultivos de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no.28:43-56.
28. SALGUERO, V. 1993. Perspectivas para manejo del complejo mosca blanca-virosis. EN: Las moscas blancas (Homoptera:Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. ed. L. Hilje; O. Arboleda Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica; Informe Técnico, no. 205. p. 20-26.
29. _____ 1993. Mosca blanca: La plaga del siglo. EN: Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos (8, 1993, Chiquimula, Guatemala). Las perspectivas de la agricultura regional ante los cambios globales: memoria. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 140-158.

30. _____ 1994. Opciones no químicas para manejar el complejo *Bemisia tabaci*-virosis. EN: Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca (3, 1994. Antigua, Guatemala) Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis. Memorias. ed. M. Mata, D. Dardón y V. Salguero. Guatemala, Comisión Mosca Blanca. 280 p.
31. SALGUERO, V.; MANCIA, E. 1992. Manejo Integrado de plagas en frijol *Phaseolus vulgaris* L.: Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de frijol. Cali, Colombia, PROFRIJOL, CIAT. 261 p.
32. SCHOTMAN, C.; LACAYO, L. 1989. Control natural. EN: Altieri, M.A. et al. 1989. Manejo Integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. ed. Keith Andrews y José Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p. 111-128.
33. SCHUMUTTERER, H. 1977. Plagas y enfermedades de algodón en C.A. Hamburgo, Alemania, Soc. Alemana de Cooperación Técnica. 95 p.
34. SERRANO, L.; SERMEÑO, M.; LARIOS, J. 1993. Moscas blancas en El Salvador. EN: *Las moscas blancas* (Homoptera:Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. ed. Luko Hilje; Orlando Arboleda Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica; Informe Técnico, no.205. p. 42-49.
35. STEINHAUS, E. 1984. Enfermedades microbianas de insectos. EN: De Bach, P. 1987. *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Trad. Carlos Castaño. México, D.F., Continental. p. 607-645.
36. SIMMONS, CH.; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado. Guatemala, ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
37. TANADA, Y. 1984. Epizootiología de las enfermedades de insectos. EN: De Bach, P. 1987. *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Trad. Carlos Castaño. México, D.F., Continental. p. 647-678.

V. B.

Miriam de la Roca



10. APENDICE

Cuadro 13A Resumen de las medias del porcentaje de humedad relativa, temperatura, precipitaciones; ocurridos en cada muestreo. Poza Verde, San Manuel Chaparrón, Jalapa. abril-junio, 1995.

Muestreo	Humedad relativa Media (%)	Temperatura promedia °C	Intervalo (días)	Precipitación Media (mm)
Primero	77.00	24.30	6.00	3.10
Segundo	77.00	24.97	4.00	4.15
Tercero	69.13	26.31	1.00	6.40
Cuarto	73.88	25.14	2.00	18.90
Quinto	72.63	25.01	1.00	35.20
Sexto	74.38	25.13	1.00	36.30

Cuadro 14A Datos climáticos. Estación la Ceibita, Monjas, Jalapa.
Período abril 1, 1995.

DIA	T (°C)	H.R. (%)	PP. (mm)
1	26.80	74	0.00
2	23.50	73	0.00
3	25.70	59	0.00
4	26.00	65	0.00
5	25.50	76	0.00
6	24.80	77	0.00
7	25.10	68	51.40
8	31.50	71	3.00
9	25.10	76	37.00
10	25.50	72	0.00
11	25.40	75	0.00
12	26.30	69	0.00
13	25.90	64	0.00
14	24.00	69	0.00
15	24.60	68	0.00
16	25.60	63	0.00
17	24.20	66	0.00
18	24.50	69	0.00
19	24.90	69	0.00
20	25.20	67	0.00
21	24.90	72	0.00
22	25.70	73	0.00
23	26.90	66	0.00
24	26.20	68	0.00
25	24.90	70	0.00
26	25.10	72	0.00
27	23.30	87	7.6
28	21.10	94	1.6
29	24.60	64	1.10
30	24.80	73	0.60
TOTAL			102.30 mm

Cuadro 15A Datos climatológicos. Estación la Ceibita, Monjas, Jalapa.
Período Mayo 1, 1995.

DIA	T (°C)	H.R. (%)	PP. (mm)
1	25.00	79	1.20
2	24.00	81	0.00
3	25.40	69	6.50
4	24.40	79	0.00
5	25.40	73	3.50
6	25.40	74	9.20
7	23.80	81	2.10
8	23.80	79	0.00
9	24.00	76	1.80
10	26.00	73	0.00
11	27.00	81	0.00
12	26.30	78	0.00
13	26.00	69	0.00
14	27.00	68	6.40
15	27.00	71	0.00
16	27.00	62	0.00
17	26.00	69	0.00
18	25.20	66	0.00
19	26.00	70	0.00
20	25.30	73	0.00
21	25.00	78	0.00
22	26.40	68	33.40
23	24.00	83	0.00
24	26.30	66	0.00
25	24.10	75	4.40
26	25.50	70	0.00
27	24.50	78	0.00
28	24.50	72	0.00
29	26.30	68	0.00
30	25.80	65	0.00
31	25.30	71	0.00
TOTAL			68.50 mm

Cuadro 16A Datos climatológicos. Estación la Ceibita, Monjas, Jalapa.
Período junio 1, 1995.

DIA	T (°C)	H.R. (%)	PP. (mm)
1	24.50	67	0.00
2	25.50	78	0.00
3	23.75	80	35.20
4	24.50	80	0.00
5	24.25	74	0.00
6	24.50	76	0.00
7	25.50	70	0.00
8	25.75	73	0.00
9	26.00	73	0.00
10	24.75	75	36.30
11	24.5	76	0.00
12	25.75	78	0.00
13	24.57	71	0.00
14	25.00	68	0.00
15	24.65	74	0.00
16	24.50	82	0.00
17	24.75	83	20.60
18	24.60	81	3.60
19	24.75	82	0.00
20	24.75	85	14.40
21	23.50	92	0.00
22	24.15	79	2.20
23	24.65	82	0.00
24	27.50	84	9.8
25	26.60	82	3.40
26	24.50	95	23.40
27	22.50	86	8.20
28	23.75	70	0.00
29	24.50	72	0.00
30	24.75	80	0.00
TOTAL			157.10 mm



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

Sem-015/97

LA TESIS TITULADA: " EVALUACION DEL EFECTO DE SEIS MICROORGANISMOS ENTOMOPATOGENOS
 SOBRE LAS POBLACIONES DE MOSCA BLANCA, Bemisia tabaci Gennadius,
 ASOCIADAS AL CULTIVO DE TOMATE, Lycopersicon esculentum
 Miller, EN POZA VERDE, SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

ELABORADA POR EL ESTUDIANTE: ROQUELINO ANTONIO ESCOBAR SANDOVAL

CARNET No. 90-14459

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Filadelfo Guevara
 Ing. Agr. Gustavo Alvarez
 Ing. Agr. Walter Garcia Tello

Los asesores y 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. Samuel Córdova Calvillo
 ASESOR

Ing. Rolando Aguilera Mejia
 ASESOR

Ing. Edil Rodríguez Q.
 ASESOR

Ing. Fernando Rodríguez
 DIRECTOR DEL INSTITUTO



IMPRIMASE

Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
 DECANO



CC. Control Académico - PARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.
 Archivo

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770