

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**EFECTO DE CINCO CONCENTRACIONES DEL HONGO
ENTOMOPATÓGENO *Paecilomyces fumosoroseus* , SOBRE EL
COMPLEJO MOSCA BLANCA-VIRUS EN TOMATE
Lycopersicon esculentum (MILLER).**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS**

POR

WENER MAMERTO FUENTES OROZCO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

Guatemala, noviembre de 2,003

DL
01
T(2027)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

**DECANO
VOCAL PRIMERO
VOCAL SEGUNDO
VOCAL TERCERO
VOCAL CUARTO
VOCAL QUINTO
SECRETARIO**

**Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortíz
Br. Luis Antonio Raguay Pirique
Br. Juan Manuel Corea Ochoa
Ing. Agr. Pedro Pelaez Reyes**

Guatemala, noviembre de 2003

**Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal de Honor
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos**

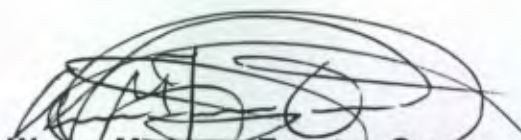
Señores Representantes:

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

**Efecto de cinco concentraciones del hongo entomopatógeno
Paecilomyces fumosoroseus, sobre el complejo mosca blanca-virus en
tomate *Lycopersicon esculentum* (Miller).**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

De ustedes atentamente.


Wener Mamierto Fuentes Orozco

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS TODO PODERO

Por su misericordia infinita y amparo en todo momento.

MIS PADRES

Audilio Samuel Fuentes y Oralia Lesvia Orozco por su infinito amor, dedicación y comprensión hacia sus hijos.

MI ESPOSA

Aura Esperanza De León, por su paciencia, amor y apoyo brindado.

MIS HIJOS

Wendy Lisbeth y Ricardo Alberto, que mi triunfo sea ejemplo para buscar su superación.

MIS HERMANOS

Sonia, Rudy, Enma y Otto René (su ausencia sigue perdurando), con amor fraternal.

MIS FAMILIARES

Con cariño y respeto.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS Con afecto sincero

TESIS QUE DEDICO A:

MIS PADRES

MI ESPOSA AURA

MIS HIJOS

LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS, FILADELFO GUEVARA CHAVEZ, JOSE DOMINGO MENDOZA.

MI PATRIA GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

MI TIERRA QUERIDA, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ S.M.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis asesores de Tesis: Ings. Filadelfo Guevara Chávez y José Domingo Mendoza, por el apoyo brindado.

Al Personal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), subregión Chimaltenango, por el apoyo brindado en la fase de campo de la presente investigación.

Al doctor Hugo Cardona por su valiosa contribución a la finalización del documento de tesis.

A las innumerables personas que a lo largo de mi vida me han brindado su apoyo incondicional que ha marcado la diferencia para superar todo tipo de obstáculo.

CONTENIDO

	INDICE DE CUADROS	iii
	INDICE DE FIGURAS	vi
	RESUMEN	vii
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3.	JUSTIFICACIÓN	4
4.	MARCO TEÓRICO	5
	4.1. Marco conceptual	5
	4.1.1. Generalidades e importancia económica del cultivo de tomate	5
	4.1.2. Importancia económica de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius)	6
	4.1.3. Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius)	6
	4.1.3.1 Taxonomía, mosca blanca, (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius)	7
	4.1.3.2. Ciclo biológico de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius)	7
	4.1.3.3. Distribución geográfica, mosca blanca, (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius)	9
	4.1.4. Manejo integrado de la mosca blanca	9
	4.1.5. Enemigos naturales	10
	4.1.5.1. Enfermedades fungosas de insectos	10
	4.1.5.2. Los hongos entomopatógenos en el control biológico	11
	4.1.6. Entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	11
	4.1.6.1. Taxonomía del <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	11
	4.1.6.2. Ciclo biológico y modo de acción del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	13
	4.1.7 Virulencia de entomopatógenos	13
	4.1.8 Insecticidas Químicos	14
	4.1.9 Inconvenientes de los Productos Químicos	14
	4.2. Marco referencial	16
	4.2.1. Descripción general del área experimental	16
	4.2.1.1. Localización	16
	4.2.1.2. Zona de vida y clima	16
	4.2.1.3. Características edáficas	16
	4.2.1.4. Estudios realizados con <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	16
	4.2.1.5 Descripción del material vegetal	17
	4.3.1. Tasa Marginal de Retorno	17
	4.3.1.1 Análisis Marginal	17
	4.3.1.2 Presupuesto Parcial	18
	4.3.1.3 Análisis de Dominancia	18
	4.3.1.4 Tasa Marginal de Retorno	18
5.	OBJETIVOS	19
6.	HIPÓTESIS	20
7.	METODOLOGÍA	21
	7.1. Manejo del experimento	21
	7.1.1. Fase de laboratorio	21
	7.1.1.1 Aislamiento e incremento del hongo	21
	7.1.1.2 Revigorización	21

7.1.1.4	Determinación de la concentración de conidios/ml. utilizados en el experimento	22
7.1.2.	Fase de campo	23
7.1.2.1	Preparación del terreno	23
7.1.2.2	Siembra	23
7.1.2.3	Fertilización	23
7.1.2.4	Control de malezas	23
7.1.2.5	Control fitosanitario	23
7.1.2.6	Aplicación del inoculo	24
7.1.2.7	Aplicación del insecticida	24
7.1.2.8	Tutoreo	24
7.1.2.9	Cosecha	24
7.2.	Diseño del experimento	24
7.2.1	Descripción de los tratamientos	24
7.2.2	Aplicación de los Tratamientos	25
7.2.3	Tamaño de la Unidad Experimental	26
7.3.	Variable de respuesta	26
7.3.1	Número de ninfas en cinco plantas	26
7.3.2	Número de adultos en cinco plantas	26
7.3.3	Número de plantas viróticas	26
7.3.4	Rendimiento de fruto sano en Kg./ha	27
7.4	Manejo del experimento en el campo	27
7.5	Análisis de la información	27
7.5.1.	Diseño experimental	27
7.5.2	Modelo estadístico	27
7.5.3	Análisis de varianza	28
7.5.4	Prueba de medias	28
7.5.5	Representación gráfica	28
7.5.6	Análisis económico	28
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
8.1	Número de adultos en cinco plantas	29
8.2	Número de ninfas en cinco plantas	33
8.3	Número de plantas viróticas	36
8.4	Rendimiento de fruto sano de tomate en Kg./ha.	37
8.5	Análisis económico	39
9.	CONCLUSIONES	42
10	RECOMENDACIONES	43
11	BIBLIOGRAFÍA	44
12.	APÉNDICE	46

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1A. Programa fitosanitario utilizado para el saneamiento del cultivo de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> (Miller), Guatemala 2003	46
2. Descripción de los tratamientos evaluados, para el control de las poblaciones de mosca blanca <i>Bemisia. tabaci</i> (Gennadius), Guatemala 2003	25
3. Tratamientos evaluados, en el control de mosca blanca, en el cultivo de tomate Guatemala, 2003	25
4A. Registro de adultos de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003.	47
5A. Registro de adultos de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> . sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003.	47
6. Análisis de varianza para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003	30
7. Prueba Tukey al 5%, para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003	31
8A. Registro de adultos de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003.	31
9. Análisis de varianza para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003	31
10. Prueba Tukey al 5%, para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003	32

- 11A Registro de ninfas de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003. 48
- 12A Registro de ninfas de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003. 49
- 13 Análisis de varianza para la variable número de ninfas de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003 34
- 14A Registro de ninfas de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003. 49
- 15 Análisis de varianza para la variable número de ninfas de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003 35
- 16 Prueba Tukey al 5%, para la variable número de ninfas de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (confidor), Guatemala, 2003 35
- 17A Registro de número de plantas viróticas, en en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003. 50
- 18 Análisis de varianza para la variable número de plantas viróticas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003 36
- 19 Prueba Tukey al 5%, para la variable número de plantas viróticas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003 37
- 20A Registro del rendimiento de fruto en Kg/ha, en en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003. 50

- 21 Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de tomate en Kg/ha, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003 37
- 22 Prueba Tukey al 5%, para la variable rendimiento de fruto de tomate en Kg/ha, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003 38
- 23 Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados, para el control de la mosca blanca, en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003 39
- 24 Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados, en el control de la mosca blanca, Guatemala, 2003 40
- 25 Tasa Marginal de retorno para las condiciones no dominadas, respecto a los tratamientos, para el control de la mosca blanca, Guatemala, 2003- 40

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ciclo de infección del hongo entomopatógeno <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	13
2.	Tamaño y forma de la unidad experimental, parcela bruta, parcela neta y distribución de las plantas	49
3.	Número de adultos de mosca blanca, en cinco plantas en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003	30
4.	Número de ninfas de mosca blanca, en cinco plantas en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003	33

RESUMEN.

"Efecto de cinco concentraciones del hongo entomopatígeno *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre el complejo mosca blanca-virus en tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller.)"

"Effect of five concentrations of the pathogen fungus *Paecilomyces fumosoroseus*, on the complex white fly -virus in tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller.)"

En el Altiplano central del país, la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), se ha incrementado, tanto para el consumo local como para otras regiones del interior del país. Sin embargo en los últimos años, en la mayoría de las áreas productoras de tomate la incidencia del virus transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) ha sido alta, el cual ha incrementado las pérdidas en el rendimiento del cultivo.

Así mismo hay pocos, insecticidas eficaces disponibles, debido al desarrollo de resistencia a estos productos por parte de las poblaciones de mosca blanca y, en el caso de pequeños productores a su elevado costo. El manejo del virus depende exclusivamente del uso de insecticidas químicos. Un insecticida introducido recientemente, Imidacloprid (Confidor), ha tenido en los últimos años, un impacto mayor en las poblaciones de mosca blanca y la incidencia de virosis. Desafortunadamente, las poblaciones de mosca blanca ya están desarrollando resistencia a este producto.

El presente trabajo se realizó con el propósito de encontrar una alternativa no química mediante el uso del entomopatígeno *P. fumosoroseus* un componente del sistema de control biológico que pueda convertirse en una estrategia económica y ambientalmente viable para el manejo exitoso del vector y como consecuencia del virus.

Se evaluaron cinco concentraciones del entomopatígeno *P. fumosoroseus* 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^8 , 1×10^9 y 1×10^{11} Conidios/ml, y el insecticida químico (testigo) Imidacloprid (Confidor): La investigación se desarrolló en el Centro Experimental del Instituto de Ciencia y tecnología Agrícola (ICTA), sub-región Chimaltenango. El diseño utilizado fue el de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones contando con un total de 24 unidades experimentales.

Se concluyó que mediante las aplicaciones del hongo entomopatígeno *P. fumosoroseus* a una concentración de 1×10^8 , 1×10^9 y 1×10^{11} Conidios/ml, se obtuvo un mismo nivel en cuanto a reducir el número de plantas viróticas, en el cultivo de tomate. La concentración del entomopatígeno 1×10^{11} Conidios/ml, fue la más eficiente, en cuanto a reducir el número de

ninfas y adultos de mosca blanca, obteniéndose así mayor rendimiento del fruto (43,008.25 Kg/ha).

La utilización de bajas concentraciones del hongo entomopatógeno, no ejercieron control sobre las poblaciones de mosca blanca pues obtuvieron altos números de adultos y ninfas, y esto permitió mayor disponibilidad de agentes vectores de virosis, lo cual provocó mayor número de plantas viróticas y se redujo el rendimiento de fruto de tomate.

En el análisis económico realizado, el producto químico imidacloprid con dosis de 2 Kg/ha es el que presentó la mejor TMR (2272%) en comparación al resto de tratamientos evaluados. Sin embargo con el entomopatógeno 1×10^6 Conidios/ml también se obtuvo una TMR aceptable (353%), aunque con un retorno económico menor que el producto químico.

1. INTRODUCCIÓN.

Guatemala es un país que su principal actividad productiva es la agricultura, por lo que se necesita generar nuevos procesos tecnológicos que permitan disminuir los costos de producción, mantener el equilibrio con el medio ambiente, aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de los productos.

En muchos países del trópico y sub-trópico americano el clima durante todo el año es apto para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Esta hortaliza ha sido cultivada en América durante siglos y se cree que su centro de origen fue el norte de América del sur (18).

Hasta inicios de los años 90, los geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) fueron principalmente, un problema para la producción de leguminosas en el hemisferio Occidental. Solo existían informes dispersos sobre problemas causados por geminivirus en tomate, pero actualmente la situación es diferente. Desde finales de los años 80. En la mayoría de las áreas productoras de tomate de Florida (EUA), el Caribe, México, América Central, Venezuela y Brasil la incidencia ha sido alta, con consecuencias económicas devastadoras para este sector (18).

El propósito del presente estudio fue el de evaluar el efecto de cinco concentraciones del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, y el insecticida sintético Imidacloprid (Confidor), que se usó como comparador, sobre las poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate a nivel de campo.

El estudio se desarrolló en dos fases, la primera consistió en revigorización y reproducción de conidios viables del hongo entomopatógeno, la segunda en la aplicación de las cinco concentraciones del hongo entomopatógeno y el insecticida Imidacloprid sobre el cultivo de tomate, previamente establecida en el campo.

Se concluyó que mediante las aplicaciones del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* a una concentración de 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^8 , 1×10^9 y 1×10^{11} Conidios/ml, se obtuvo un mismo nivel en cuanto a reducir el número de plantas viróticas, en el cultivo de tomate. Las concentraciones del entomopatógeno 1×10^{11} y 1×10^9 Conidios/ml, fueron las más eficientes en cuanto a reducir el número de ninfas y adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), y como consecuencia de ello se redujo el número de plantas viróticas en las plantaciones de tomate, obteniéndose así mayor rendimiento de fruto (43,008.30 y 42,027.10 Kg/ha respectivamente).

Por otro lado se determinó que las aplicaciones de las concentraciones del hongo entomopatógeno, 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^8 Conidios/ml, no ejercieron control sobre las poblaciones de mosca blanca pues se registraron altos números de adultos y ninfas, y esto permitió mayor disponibilidad de vectores de Virosis, lo cual provocó mayor número de plantas viróticas y se redujo el rendimiento de fruto de tomate.

Económicamente puede utilizarse el producto químico Imidacloprid (Confidor), con dosis de 2 Kg/ha, para disminuir las poblaciones de mosca blanca, y así disminuir los niveles de daño al cultivo de tomate, ya que por lo menos en esta investigación registró una tasa marginal de retorno de 22.72%, comparado con el entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* en una concentración de 1×10^6 Conidios/ml que reportó una tasa marginal de retorno de 3.53%.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Los virus transmitidos por mosca blanca en tomate han comenzado a distribuirse geográficamente ocasionando problemas de con respecto a sanidad vegetal en el país. La distribución geográfica probable de algunos geminivirus se está expandiendo, aunque esta expansión se debe a varios factores, la principal razón de la introducción de un nuevo vector, el biotipo "b" de *Bemisia tabaci* es que tiene como hospederos a las especies de la familia Solanácea, tanto para su alimentación como para su reproducción. Otro factor que ha contribuido a la diseminación de estos virus es el traslado de semilleros de tomate y otras Solanáceas hospederos del virus, entre lugares distantes (18, 19).

La aplicación de insecticidas sintéticos ha sido hasta ahora la herramienta más utilizada para disminuir el daño directo e indirecto de esta plaga. Sin embargo, se ha emprendido la búsqueda de alternativas de manejo debido al desarrollo de resistencia, al impacto negativo sobre los enemigos naturales de las plagas y a los altos costos de producción por el uso de insecticidas (11, 13).

El control biológico podría tener un papel importante en las nuevas estrategias del manejo de esta plaga. Los hongos son los entomopatógenos con mayor potencial para el control de *B. tabaci* y pueden aplicarse masivamente y obtener respuesta a corto plazo (11, 21).

3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

En el Altiplano Central del país, la producción de tomate, se ha incrementado, tanto para el consumo local como para otras regiones del interior del país. Sin embargo en los últimos años, en la mayoría de las áreas productoras de tomate la incidencia del virus transmitido por mosca blanca ha sido alta, con consecuencias económicas devastadoras para los productores de tomate. Así mismo hay pocos insecticidas eficaces disponibles, debido al desarrollo de resistencia a estos productos por parte de las poblaciones de mosca blanca y, en el caso de pequeños productores, a su elevado costo. El manejo del virus depende exclusivamente del uso de insecticidas. Un insecticida introducido recientemente, Imidacloprid, ha tenido en los últimos años, un impacto mayor en las poblaciones de mosca blanca y la incidencia de virosis. Recientemente se informó de la resistencia al Imidacloprid en regiones del Nor-orienté, Altiplano Central y otros (4, 22).

En México, se han realizado estudios bajo invernadero y a nivel de laboratorio, en donde se ha comprobado que el *P. fumosoroseus*, a una concentración de 1×10^8 y 1×10^9 Conidios/ml, ha demostrado alta virulencia y patogenicidad, sobre poblaciones de mosca blanca, ya que ha causado mortalidades hasta del 91% (21).

Considerando la alarmante tasa de emergencia del virus en tomate, se ve la necesidad urgente de desarrollar nuevas alternativas de control de acuerdo a un enfoque económico y ambientalmente viables para el manejo exitoso de estos virus.

El entomopatógeno, *P. fumosoroseus*, es un parásito facultativo, el cual posee conidias que constituyen la unidad infectiva del hongo. Este hongo entomopatógeno puede causar infección en cualquier estado de desarrollo del insecto, el cual ataca a través del integumento. Al entrar en contacto con la cutícula del insecto, la germinación produce enzimas que destruyen la pared celular y permiten que el hongo penetre y llegue a la cavidad hemocélica, donde se reproducen vegetativamente hasta llenar todo el interior del insecto y matarlo, ya sea por daño mecánico infligido a los diversos órganos, o por la liberación de toxinas resultado de su metabolismo (1,6, 21, 22).

4. MARCO TEÓRICO.

4.1. MARCO CONCEPTUAL.

4.1.1 GENERALIDADES E IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE TOMATE:

Esta hortaliza ha sido cultivada en América durante siglos y se cree que su centro de origen fue el norte de América del Sur (18).

El cultivo de tomate, es una de las plantas de los trópicos americanos que ha alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen y fuera de los trópicos. Al igual que la mayoría de los cultivos de hortalizas, los tomates pueden proporcionar al agricultor beneficios económicos (20).

El tomate pertenece a la familia Solanácea, la cual es de fácil reconocimiento en el campo, por ciertas características botánicas. El género *Lycopersicon*, presenta tallos herbáceos, ramificados; con hojas alternas, alargadas y dentadas; emiten fuerte olor; las flores son de color amarillo y se encuentran agrupadas en corimbos; frutos con semillas blancas grisáceas, aplastadas y de tamaño uniforme; las semillas tienen viabilidad de 2 a 3 años. Las plantas, dependiendo de la variedad, pueden alcanzar una altura de 0.8 a 2.50 m, el fruto es una baya de diferentes tamaños y formas (20).

Según su hábito de crecimiento, las variedades de tomate pueden ser determinadas e indeterminadas. Las variedades de hábito determinado son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas y la producción de frutos se concentra en un período relativamente corto (12).

El cultivo del tomate a pesar de tener un ciclo de vida relativamente corto, es atacado por numerosas especies de insectos, tanto del suelo como del follaje en sus diferentes etapas fenológicas. Entre las plagas del suelo que atacan al tomate, se encuentran las siguientes: Gallina Ciega (*Phyllophaga* sp.) y Gusano Alambre (*Agriotis* sp.). Entre las plagas del follaje se encuentran: Mosca Blanca (*Bemisia* sp.), Pulgones (*Aphis* sp.), Gusano de las Hojas (*Spodoptera* sp.), Tortuguillas (*Diabrotica* sp.). Cuando el cultivo ya se encuentra en fructificación se ve afectado por las siguientes plagas: Gusano del Fruto (*Heliothis* sp.), y Gusano Cornudo del Tomate (*Manduca* sp.), que afecta al fruto de tomate (5).

4.1.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Gennadius):

El complejo mosca blanca-virus, ha afectado de manera severa la producción de algunos cultivos tanto del área Centroamericana como del Caribe, especialmente durante los últimos años (5).

Esta plaga secundaria, hasta hace poco tiempo, ha pasado a ser primaria principalmente por el uso excesivo de insecticidas hacia los cuales ha adquirido resistencia, además de su habilidad de colonizar cultivos, como el algodón, tomate, frijol, pepino, etc. y muchas especies de malezas. Recientemente se menciona la presencia de nuevos biotipos o razas asociados a esta condición de polífaga. Su importancia radica, no tanto en el daño directo que ocasiona al alimentarse de las plantas, sino en su habilidad para transmitir diversos tipos de geminivirus (19).

En general, para los productores de tomate, han sido afectados duramente por las enfermedades causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca. Desde finales de los años 80s. en la mayoría de las áreas productoras de tomate la incidencia de geminivirus transmitidos por mosca blanca ha sido alta, con consecuencias económicas devastadoras para este sector (18).

En muchos lugares se ha presentado la siguiente situación, se observan grandes poblaciones de mosca blanca en plantaciones de tomate y posteriormente una maduración irregular de los frutos debido a la fitotoxicidad de la saliva de los estados inmaduros de este insecto. Además, el uso de insecticidas se incrementa dramáticamente y los productores tratan de controlar las altas poblaciones de mosca blanca sin mucho éxito. Los síntomas del virus en las plantas de tomate, primero, la incidencia es baja pero rápidamente se incrementa hasta alcanzar niveles de daño económico. El rendimiento se reduce hasta ser nulo, y las plantaciones de tomate en producción suelen ser abandonados. Debido a que el precio del tomate sube como resultado de la escasez, algunos agricultores producen tomate realizando aplicaciones frecuentes de insecticidas altamente tóxicos (5).

4.1.3 MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Gennadius):

La mosca blanca, es un insecto cosmopolita, se encuentra en casi todas las partes del mundo, exceptuando algunas regiones; en América se encuentra desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina. La gran variación que existe en las poblaciones de mosca blanca, tanto en el tiempo como en las distintas regiones; se debe, según la mayoría de investigaciones al clima; siendo el clima el responsable de su distribución y dispersión. Sin embargo, en Guatemala, la época de aparición de las

poblaciones, podría darse más por falta de eliminación de rastrojos y control de plantas hospederas que a cambios en el clima (13, 14, 19).

4.1.3.1 TAXONOMÍA DE LA MOSCA BLANCA:

Clase:	Insecta.
Orden:	Homóptera.
Suborden:	Exopterygota.
Familia:	Aleyrodidae.
Género:	<i>Bemisia</i> .
Especie:	<i>B. tabaci</i>

4.1.3.2 CICLO BIOLÓGICO DE LA MOSCA BLANCA:

El tipo de metamorfosis de la mosca blanca se considera gradual o paurometábola. Aquí están comprendidas las fases de huevo, 3 estadios ninfales o que pueden llamarse también larvas, pseudopupa y adulto. La primera fase es muy diminuta, amarilla, ovalada, aplanada, en el margen tiene 16 pares de cerdas, presenta 3 pares de patas bien articuladas y adaptadas para arrastrarse. Se alimentan mediante un aparato bucal picador-chupador, con el que succiona los jugos vegetales (5, 6).

La segunda y tercera etapa ninfal parecen escamas diminutas, segmentadas, aplanadas y ovaladas de color amarillo claro a verde claro, casi transparente. La "pupa" o cuarta fase ninfal es de color amarillo intenso y ligeramente convexa. Los ojos son de color rojizo. En general las pupas son de tamaño variable, ovaladas de color amarillo intenso. Las pupas eclosionadas presentan dorsalmente una abertura en forma de "T", a través de la cual emerge el adulto. En esta etapa de pupa o pseudopupa es cuando ocurren los cambios morfológicos más drásticos (5).

Los adultos son de color blanco amarillento, ligeramente cubiertos por un polvo ceroso, miden 1.5 mm de largo. Los ojos son de color rojizo, las antenas son segmentadas, tienen cuatro alas membranosas, divididas por dos venas. Las patas posteriores son más largas que las otras (5, 13).

Los huevos de la mosca blanca son ovalados y pedicelados, aunque este pedicelo no se observa, por estar incrustado en el tejido del envés foliar. Los huevos son de color claro y cambian hacia un color pardo al madurar, pero conservan su textura lisa brillante; tienen un tamaño de 0.2 mm de largo. Una vez eclosionado, la cáscara se desmorona y se oscurece (5, 13).

El ciclo biológico total, es decir de huevo hasta adulto es de 14 días bajo condiciones favorables y hasta de 107 días bajo condiciones desfavorables (5).

El fenómeno migratorio de las poblaciones de mosca blanca, parece estar influido por diversos factores. Los adultos solo vuelan trechos cortos de 10 a 30 m; pero los fuertes vientos pueden arrastrarlos muchos kilómetros y ocurrir migraciones masivas desde sitios lejanos (18).

Los geminivirus transmitidos por moscas blancas se han convertido en el principal grupo de patógenos de las hortalizas en América Central. Además del tomate, estos virus afectan otros cultivos como Cucurbitáceas y frijol. Los genomas de estos geminivirus están compuestos de ADN circular de cadenas simples, encapsulado por múltiples subunidades, con una cápsula única de proteína. La mayoría son bipartitas con dos componentes genómicos del mismo tamaño, designado como "A" y "B" y encapsulados en forma separada en partículas geminadas. Por lo menos uno de ellos es monopartita, con un componente de ADN único y un poco mayor (18).

Ha sido difícil la identificación de las diferentes cepas virales que han provocado problemas, sin embargo, se ha logrado determinar que el daño que causa la mosca blanca en el cultivo del tomate, es por la transmisión de virus del tipo geminivirus que es el agente causal de los síntomas de virosis observados en dicho cultivo (11, 13, 16).

Los geminivirus se caracterizan por su diversidad molecular, diferentes geminivirus infectan el mismo cultivo en diferentes regiones geográficas del mundo, como en el caso de por lo menos dos geminivirus diferentes que causan el problema de virosis en el tomate, siendo estos el Tomato "Yellow Leaf Curl Virus" (TYLCV) y "Tomato Leaf Curl Virus" (TLCV) (17, 18, 19).

La mosca blanca también causa daños directos por absorción de jugos de la planta, sobre todo en hortalizas, tanto en estado adulto como inmaduro. En estudios de transmisión de virus con mosca blanca, se destaca que su excelente capacidad de transmisión de virus se debe no solo al amplio rango de hospederos, si no también a que necesitan períodos de tiempo muy cortos, para la adquisición e inoculación del virus. A menudo un individuo puede llevar 20 virus o más simultáneamente. La hembra es mejor transmisora de virosis que el macho; ya que, ellas se alimentan activamente para nutrirse a sí mismas y para satisfacer la demanda impuesta por el crecimiento y desarrollo de los huevos. Cuando se encuentran alimentando los adultos, son difíciles de perturbar y vuelan solo si se les toca (5, 18, 19).

4.1.3.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:

El primer informe de una enfermedad inducida por geminivirus en tomate fue a principios de 1960 en Brasil, cuando entre el 30 y 40% del cultivo fue afectado por la "clorosis infecciosa". El Virus causal fue posteriormente identificado como el virus del mosaico dorado del tomate (TGMV). (Hasta mediados o finales de los años 80). Los únicos geminivirus determinados como causantes de infecciones en tomate en América fueron TGMV, TYMV y CdTV, justamente cuando comenzaron a aparecer epidemias de geminivirus en tomate en todas las zonas tropicales del continente americano (17, 18).

Actualmente, se conoce que existen diferencias biológicas significativas entre poblaciones de *B. tabaci* de diferentes regiones. Aunque no existe información específica para la mayoría de los países del hemisferio Occidental, parecer ser que hasta mediados de los años 80, muchos biotipos de *B. tabaci* se alimentaron y reprodujeron en tomate en forma limitada, minimizando la transmisión de geminivirus hacia y desde plantas de tomate. Sin embargo a mediados de los años 80, un nuevo biotipo o especie de mosca blanca fue introducida en el hemisferio occidental, proveniente del mediterráneo, posiblemente mediante el traslado de plantas ornamentales infestadas. Aunque esta mosca no muestra diferencias morfológicas con respecto a los biotipos de *B. tabaci* existentes, hay diferencias biológicas significativas. Una de ellas es que la nueva mosca blanca se alimenta muy bien y se reproduce abundantemente en tomate (17).

La distribución geográfica del nuevo vector, el biotipo "b" de *B. tabaci* como transmisor de geminivirus se está expandiendo, esta expansión se debe a varios factores siendo el principal factor el tener como hospederos a las especies de la familia Solanácea, tanto para su alimentación como para su reproducción. En la medida en que esta mosca blanca se ha propagado por todo el hemisferio Occidental nuevos geminivirus han aparecido en esos lugares. Otro factor que a contribuido a la diseminación de estos virus es el traslado de semilleros de tomate infectados con geminivirus que no muestran síntomas, lo cual ocasiona que los agricultores consideren que sus semilleros no tienen virus. Se ha especulado que los huracanes y los vientos pueden facilitar el movimiento de moscas blancas virulentas a largas distancias sobre el agua (2, 3, 18).

4.1.4 MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA BLANCA:

El manejo integrado de cualquier plaga se define como el "uso inteligente de todos los recursos disponibles con el propósito de bajar las densidades de plagas más allá del umbral económico, donde el daño hecho no justifica ya el costo de un esfuerzo de más acción" (2).

El manejo integrado de plagas se basa en el uso de una combinación de prácticas culturales, químicas, físicas y biológicas para disminuir los daños causados por estos organismos a los cultivos. En la selección de las prácticas a utilizar en cada caso, se considera el desarrollo del cultivo, la dinámica poblacional de los organismos dañinos y los umbrales de daño económico (1, 2).

Algunas prácticas culturales son la selección de fechas de siembra, control de malezas y rotación de cultivos. Los métodos físicos incluyen el uso de acolchados o coberturas de diferentes materiales, barreras y artificiales, telas flotantes (Agribón), cintas reflectoras y trampas pegajosas de distintos colores. Entre los métodos de control biológico están el uso de depredadores, parasitoides y entomopatógenos, utilizados como insecticidas biológico dichas tácticas culturales y legales como la eliminación de cultivos y períodos de barbecho han logrado disminuir la incidencia de plantas infectadas con geminivirus. Sin embargo, estas prácticas no parecen ser eficaces, a menos que sean utilizadas en combinación con insecticidas o cultivares resistentes (20, 21).

Los insecticidas no han sido eficaces para evitar el problema, pues una cantidad baja de adultos puede diseminar rápidamente las virosis, hasta afectar completamente las parcelas. Por tanto, se debe evitar que *B. tabaci* inocule los virus, especialmente cuando la planta es más susceptible. Esto podría lograrse mediante la aspersión de sustancias repelentes, como complemento de otras tácticas de manejo (7).

El manejo de los geminivirus en tomate es difícil y costoso. El manejo regional deberá basarse, indudablemente, en la reducción de la mosca blanca, y en lo posible, en la reducción del inóculo del virus (19).

4.1.5. ENEMIGOS NATURALES.

4.1.5.1. ENFERMEDADES FUNGOSAS DE INSECTOS:

Muchos de los hongos asociados con los insectos no son verdaderos patógenos o son patogénicos sólo con ciertas condiciones. Es de hacerse notar el hecho de que la mayoría de los hongos que infectan a sus insectos hospederos no lo hacen por ingestión, sino que penetran a la cavidad del cuerpo a través del integumento. Esto requiere condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Una vez dentro, el hongo prolifera, invade los tejidos y llena el cuerpo del insecto con una gran cantidad de hifas o cuerpos hifales. En la mayoría de los casos, el hongo emite sus conidióforos al exterior, donde se desarrollan los cuerpos fructíferos, capacitando al organismo para hacer contacto con nuevos hospederos. El insecto infectado, generalmente se seca adquiriendo un aspecto momificado, frecuentemente llega a cubrirse con conidios, y

algunas veces contiene esporas en reposo, las que capacitan al hongo para sobrevivir en períodos de condiciones adversas del medio ambiente o en la ausencia del hospedero (2, 3, 11).

4.1.5.2. LOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL BIOLÓGICO:

El control biológico, como un componente del manejo integrado de plagas se esta desarrollando en muchos países, que quieren desarrollar una agricultura moderada y más armónica con la naturaleza. Dentro de los agentes de control biológico que se utilizan, juegan un papel importante los hongos entomopatógenos, es así como en diversos países se realizan aplicaciones de hongos para el control de plagas (1,2, 3).

Los hongos entomopatógenos crecen bien en medios artificiales, orgánicos e inorgánicos (papa-dextrosa-agar o PDA y arroz). Crecen y esporulan en un rango de temperatura de 25 a 30 grados centígrados. La luz es importante (fase oscura y lumínica). Se necesita humedad relativa baja, para producir la infección. La especificidad de los aislamientos limita las posibilidades de ataque a especies diferentes al hospedero original. Es imposible la resistencia ya que la población del microorganismo se reproduce más rápidamente que la de los insectos. No es dañino a animales de sangre caliente (21).

4.1.6 EL ENTOMOPATÓGENO *Paecilomyces fumosoroseus*:

Es un hongo imperfecto de reproducción asexual, esta reportado como un entomopatógeno que afecta a los insectos de los ordenes Hemíptera, Homóptera y Thysanóptera, desde los primeros estados ninfales. Este hongo forma conidióforos ramificados y agrupados en paquetes llamados sinemas o coremios. Presenten fialides engrosadas en la base y terminadas en el cuello en forma de botella. Los conidios inicialmente son de color blanco y luego se vuelven rosados, tienen forma ovalada. Este entomopatógeno tiene la ventaja que las cepas no pierden su virulencia después de varios repiques (transferencia del hongo de un medio a otro) (3,15).

4.1.6.1. TAXONOMÍA DEL ENTOMOPATÓGENO *Paecilomyces fumosoroseus* (1, 3):

SUBDIVISIÓN:	Deuteromycotina.
CLASE:	Hypomycetes.
ORDEN:	Moniliales.
GÉNERO:	<i>Paecilomyces</i> .
ESPECIE:	<i>P. fumosoroseus</i> .

4.1.6.2. CICLO BIOLÓGICO Y MODO DE ACCIÓN DEL ENTOMOPATÓGENO *Paecilomyces fumosoroseus*

El ciclo biológico de *P. fumosoroseus* comprende dos fases: una patogénica y otra saprofítica. La fase de patogénesis ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del huésped y la humedad en el microclima es del 85% o más. Este hongo es un parásito facultativo, el cual posee conidias que constituyen la unidad infectiva del hongo. (El proceso infectivo que lleva al insecto atacado por el hongo a morir se cumple en tres fases): la primera fase de germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del hospedero dura de 3 a 4 días. La penetración del hongo al hospedero ocurre a través de la cutícula o por la vía oral. Cuando la penetración se da por la cutícula intervienen lipasas, quitinasas y proteasas. El tubo germinativo de la conidia invade directamente, produciendo apresorios que penetran la epicutícula, dando lugar a cuerpos hifales, los cuales se desarrollan en el hemocele y circulan en la hemolinfa (3).

La patogenicidad del hongo sobre los insectos depende de una compleja relación entre la habilidad del hongo para penetrar la cutícula y la fortaleza del sistema inmunológico del insecto para prevenir el desarrollo del hongo. Esta relación se debe a factores muy concretos incluidos las diferencias cuticulares, la penetración cuticular y las reacciones inmunes. El desarrollo del hongo sobre el insecto puede ser influenciado por la eficacia de los hemocitos en encapsular y melanizar el patógeno. Casi siempre los hemocitos se agregan al lugar de la penetración cuticular, formando algunas veces nódulos alrededor de las esporas inyectadas. En el interior de los insectos la germinación usualmente procede de esporas que están fuera de la agregación de hemocitos pero para que se desarrollen siempre deben de estar afuera del agregado. La segunda fase es la invasión de los tejidos por parte del micelio del hongo hasta causar la muerte del insecto, dura de 2 a 3 días (3, 11).

Durante el proceso de invasión del hongo se producen una gran variedad de metabolitos tóxicos. Los síntomas de la enfermedad en el insecto son la pérdida de sensibilidad, incoordinación de movimientos y parálisis. Cuando el insecto muere queda momificada. Finalmente sigue la tercera fase, la esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas de los insectos y en días posteriores se incrementa a todo el cuerpo hasta finalmente cubrirlo. Tras la muerte del insecto y con unas condiciones de humedad relativa alta las conidiosporas pueden extenderse a través del cuerpo cubriéndolo con material fungoso (**Figura 1**). (3, 11, 21).

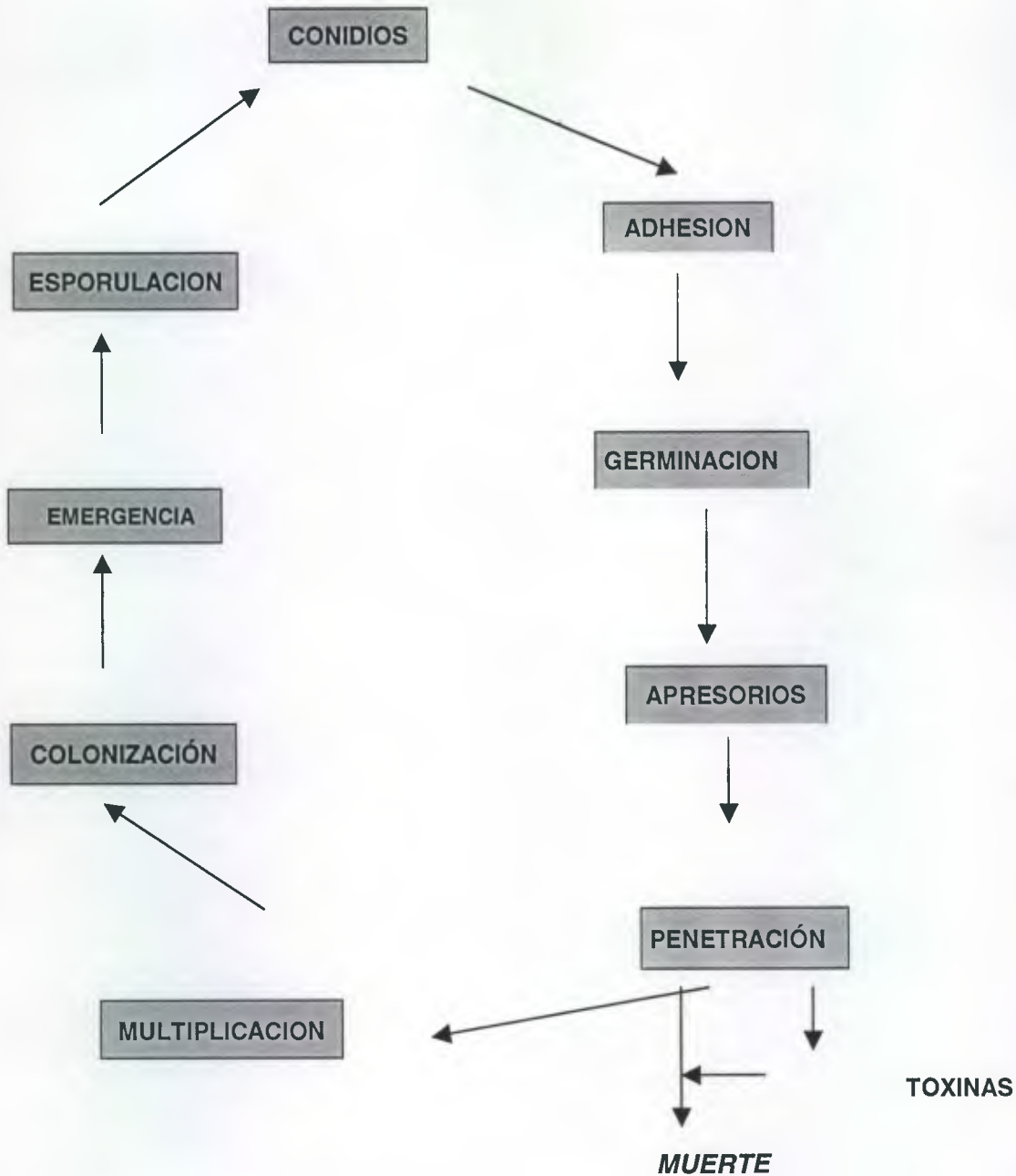


Figura 1. Ciclo de infección del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* (11,21).

4.1.7. VIRULENCIA DE ENTOMOPATÓGENOS:

Cuando se inicia un programa de control microbial, es necesario realizar bioensayos de patogenicidad con las diferentes cepas o aislamientos de los hongos entomopatógenos que se van a estudiar frente al insecto plaga que se pretende controlar y bajo las condiciones ambientales donde se va a realizar el programa de control biológico (21).

La virulencia de los hongos entomopatógenos es definida como el grado de patogenicidad de un hongo hacia un insecto, en condiciones controladas. Se puede interpretar que cualquier factor, relacionado con la biología, comportamiento de los hongos con el insecto y del medio ambiente físico, que afecte de una u otra forma la germinación, el desarrollo, la esporulación, la capacidad de síntesis enzimática o de toxinas afectará el proceso de infección y por lo tanto la virulencia y patogenicidad (1, 21).

4.1.8. INSECTICIDAS QUÍMICOS:

El control de plagas con productos químicos es cada vez más complicado. La exigencia por los consumidores en la reducción de la aplicación de estos productos es cada vez más notable. Los productos agroquímicos no siempre dan buenos resultados, por lo que, se presta hoy día, mucha importancia a una agricultura más biológica (5, 15, 20).

Para iniciar una lucha biológica, se debe reducir las aplicaciones de plaguicidas durante un tiempo determinado y estando el agricultor obligado a aceptar la no venta de sus productos hasta alcanzar una producción controlada biológicamente (12).

En el control integrado de plagas se trabaja de diferente forma. Se recomienda dejar de curar contra plagas y actuar de forma preventiva. El control biológico es el empleo de otros insectos depredadores para combatir plagas, de forma que, así se evita o reduce el empleo de plaguicidas que dejan residuos tóxicos en los frutos y plantas y son perjudiciales para la salud humana (15).

4.1.9. INCONVENIENTES DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS:

La contaminación del medio ambiente es un problema por la utilización de estos productos químicos que dejan unas sustancias químicas residuales que suelen ser tóxicas (15, 20).

Tras el uso prolongado de los productos químicos se producen resistencias en las plagas las cuales es difícil de eliminarlas con un producto químico o con otros que tengan la misma materia activa (6, 20).

Estos productos afectan el desarrollo vegetativo de la planta, tanto su crecimiento como su porte que se aprecia totalmente dañado.

Perjudican la salud humana de una forma directa, ya que estos productos crean unas sustancias residuales que quedan en los frutos y se transforman en el organismo cuando es ingerido ese alimento. También perjudica la salud cuando se efectúan las aplicaciones directas, puesto que los productos químicos

penetran en la ropa o por el contacto directo con la piel y por el gas que desprende alguno de ellos, afectando también el aparato respiratorio. Estos productos acaban en los ríos, lagos, aguas subterráneas y mares contaminándolos (6, 15).

4.2. MARCO REFERENCIAL.

4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.

4.2.1.1 Localización:

La investigación se desarrolló en el Centro de Producción Agrícola Regional del Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas (ICTA), situado en la Cabecera Departamental de Chimaltenango, el cual se encuentra a 53 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y a 3 kilómetros de la cabecera departamental, ubicado geográficamente en las coordenadas: Latitud Norte 14° 40' 10", Longitud Oeste 90° 45' 40" y una altitud de 1,779 msnm., según I.G.N. mencionado por (22).

4.2.1.2 Zonas de Vida Y Clima:

El área se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Montano Bajo Subtropical (bh-MB). El clima promedio que prevalece en la zona es: precipitación media anual de 1,750 mm distribuidos en 150 días entre los meses de mayo a octubre, la temperatura media anual de 18 °C, con una humedad relativa de 80% y vientos de 19.5 Km/hora (8).

4.2.1.3. Características Edáficas:

Simmons et al., (24), señala que el suelo del sitio experimental pertenece al grupo de suelos de la altiplanicie central y a la serie de los suelos Tecpán, que se caracterizan por ser suelos profundos y bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica blanca, porosa y de grano relativamente fino. Su relieve es casi plano a ondulado. El suelo superficial es de un espesor aproximado de 30 a 50 cm., su color es café oscuro, con textura franco arenosa y consistencia friable.

4.2.1.4. ESTUDIOS REALIZADOS CON EL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Paecilomyces fumosoroseus*:

Aquino y Ruiz (2), demostraron que el entomopatógeno *P. fumosoroseus*, a una concentración de 1×10^7 esporas/ml, en aplicaciones semanales, en combinación con barreras de maíz lograron controlar la plaga con mucho éxito.

El uso de insecticidas biológicos para el control de mosca blanca, ha tenido éxito en pruebas de invernadero, donde la humedad relativa es óptima para el desarrollo de los hongos empleados para su control. Los principales factores meteorológicos que afectan la sensibilidad, estabilidad y persistencia de los hongos entomopatógenos son la humedad, temperatura y luminosidad. Los entomopatógenos requieren

de 8-10 horas continuas de humedad relativa mayor de 90% y períodos continuos de rocío o niebla en los siguientes 2-3 días después de la aplicación. Sin embargo, se ha informado que una preparación de *Verticillium lecanii*, formulada como polvo humectante (Mycotal R), controló efectivamente la mosca blanca bajo condiciones de invernadero con 75% de humedad relativa, también se menciona que el hongo entomopatógeno *P. fumosoroseus* fue más virulento que otros en pruebas de control de mosca blanca, en condiciones de humedad relativa promedio de 63 %. Por tanto se considera que este hongo tiene potencial para controlar esta plaga en condiciones de campo, donde la humedad relativa es con frecuencia baja (2, 3).

4.2.1.5. Descripción del Material Vegetal:

El híbrido Elios, es un nuevo híbrido de frutos largos periformes, para uso industrial y en fresco. El fruto tiene resistencia al magullamiento, como también a la pudrición estas condiciones la hacen que sea muy apetecido en el mercado local. Es una planta de tipo determinado, posee resistencia a *Verticillium*, *Fusarium* raza 1 y 2, nematodos nodulares de la raíz, peca bacteriana, *Alternaria alternata* y *Stemphylium*. Los frutos de Elios tienen forma de pera con 5.5 a 5.8 grados brix (sólidos solubles) y viscosidad media (4).

4.3.1. TASA MARGINAL DE RETORNO (TMR).

4.3.1.1. ANÁLISIS MARGINAL:

Este tipo de análisis se basa en el concepto de la utilidad que genera la última unidad producida y para esto es necesario saber el costo y el ingreso generado por esa última unidad.

Este análisis se recomienda cuando se quieren hacer recomendaciones al agricultor y se utiliza cuando las fuentes de variación (alternativa de producción), en el experimento se enfocan hacia cantidades de insumos y/o mano de obra, por ejemplo distintas cantidades de insecticidas, fungicidas y densidades de población etc., además se recomienda cuando son muchos los tratamientos. No obstante, buen juicio agronómico y el análisis estadístico llevará a una decisión respecto a las diferencias de rendimiento entre los tratamientos de un experimento (23).

Si el investigador duda que existen diferencias reales de rendimiento, se comparan los costos variables totales de cada tratamiento y lógicamente se prefiere el de menor costo, si por el contrario se tiene certeza en que las diferencias observadas representan diferencias reales entre los tratamientos deberá entonces efectuarse un análisis marginal completo (23).

4.3.1.2. PRESUPUESTO PARCIAL:

El presupuesto parcial se utiliza para obtener datos experimentales tales como las medias de rendimiento de cada tratamiento, así como el precio del producto, el cual se multiplica por el rendimiento promedio dará el beneficio bruto. Además debe aparecer el costo variable, el cual está integrado por los que se gasta en insumos o mano de obra y la suma de ambos será el costo variable total (23).

El presupuesto parcial finaliza sacando la diferencia entre el Beneficio Bruto y el Costo Variable Total, lo que da el beneficio Neto (23).

4.3.1.3. ANÁLISIS DE DOMINANCIA:

Una vez obtenido el Beneficio Neto se procede a ordenar los tratamiento colocando los beneficios netos de mayor a menor con su respectivo costo que varía, luego se procede a comparar cada una de las alternativas tomando como comparador el beneficio neto, procediendo a aceptar todas aquellas alternativas con un beneficio neto mayor y eliminando, aquellas con un costo variable igual o mayor. La comparación dará como resultado obtener alternativas dominadas y no dominadas. Serán dominadas (D) las alternativas eliminadas por tener un costo variable igual o mayor y las no dominadas (ND) pasará al análisis marginal de retorno (23).

4.3.1.4. TASA MARGINAL DE RETORNO (TMR):

Para calcular la TMR se procede a ordenar las alternativas no dominadas resultante del análisis de dominancia, tal como se colocaron en el análisis anterior, o sea de menor a mayor costo variable con su respectivo beneficio neto, luego se procede a calcular el incremento en costo variable (CV) y en Beneficio Neto (BN), finalmente se procede a dividir el incremento en beneficio entre en costo variable y se multiplica por cien, así (23).

$$\text{TMR} = \frac{\text{BN}}{\text{CV}} \times 100$$

En donde:

BN = **Beneficio Neto.**

CV = **Costo Variable.**

TMR = **Tasa Marginal de Retorno.**

5. OBJETIVOS.

5.1. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el efecto de las concentraciones del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*: 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^8 , 1×10^9 , 1×10^{11} esporas/ml, sobre las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), en el cultivo del tomate, bajo condiciones del Centro Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), Sub Región Chimaltenango.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 5.2.1. Determinar la reducción de la población de ninfas y adultos de la mosca blanca, en el cultivo de tomate; en comparación al Imidacloprid en dos aplicaciones.
- 5.2.2. Determinar la reducción del número de plantas viróticas.
- 5.2.3. Determinar sí el control de poblaciones de mosca blanca, está relacionada con el rendimiento del cultivo de tomate.
- 5.2.4. Determinar el o los mejores tratamientos con las más altas tasas de retorno marginal.

6. HIPOTESIS:

- 6.1. El hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, evaluado ejerce control sobre las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.)
- 6.2. La reducción de la población de mosca blanca está relacionada a la reducción de plantas de tomate con virus.
- 6.3. El control biológico de la mosca blanca con *P. fumosoroseus*, aumenta la producción de frutos, reduce costos y aumenta el retorno económico.

7. METODOLOGÍA.

7.1. MANEJO DEL EXPERIMENTO

7.1.1 FASE DE LABORATORIO.

7.1.1.1 AISLAMIENTO E INCREMENTO DEL HONGO:

En esta fase se logró mantener una producción de conidios del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, de la cepa 613, propiedad de la Empresa Agrícola el Sol. Las actividades que se desarrollaron en esta fase se realizaron bajo condiciones totalmente asépticas. Para lo anterior toda la cristalería e instrumentos requeridos, así como el agua utilizada se esterilizó. El proceso de esterilización se obtuvo a través del uso del autoclave en el cual las condiciones de temperatura fueron entre 121-124 °C y de presión 15 Lb/Pg², de manera que no se permitió la sobrevivencia de microorganismos que pudieran ser fuente de contaminación.

7.1.1.2 REVIGORIZACIÓN:

Este proceso se desarrolló para mantener la capacidad del hongo de parasitar a la mosca blanca, con el cual se obtuvo una mayor capacidad de esporulación del hongo en medios artificiales, inoculándolo sobre ninfas de mosca blanca. Para ello se preparó una suspensión que contuvo como mínimo 1.5×10^7 conidios/ml, en agua estéril y surfactante al 0.01%. Las ninfas de moscas blancas utilizadas provinieron de plantaciones de tomate, sin historial de aplicaciones con *P. fumosoroseus*, se manipularon lo menos posible para evitarles estrés y que murieran antes de la inoculación. Estos insectos se inocularon con la cepa del entomopatógeno por el método de inmersión en la suspensión de conidios anteriormente preparado; posteriormente se trasladaron a cajas petri con papel absorbente en el fondo.

Todo lo anterior se realizó dentro de una cámara de flujo laminar. La manipulación de los insectos se realizó con pinzas esterilizadas. Los insectos inoculados se colocaron en el medio de sobrevivencia, humedeciendo ligeramente el papel absorbente con agua estéril. Diariamente se revisó el papel y cuando fue necesario se agregó agua esterilizada para evitar la desecación. Transcurridos cuatro o cinco días después de la inoculación (o al morir) se separaron los insectos muertos, los cuales se colocaron en cámaras húmedas para la reproducción de las conidias del entomopatógeno, el procedimiento fue el siguiente. La cámara húmeda consistió en una caja petri con papel absorbente en el fondo y sobre el cual se colocaron dos portaobjetos en forma de cruz. Esta cámara húmeda se esterilizó. El insecto muerto se colocó sobre los portaobjetos en cruz con la ayuda de una pinza esterilizada. Posteriormente se humedeció la cámara con agua, usando una pipeta pasteur esterilizada (sobre el papel absorbente). No se permitió

que el agua se distribuyera sobre los portaobjetos para evitar que el papel absorbente se secase, además con ello se logró observar esporulación sobre los insectos, lo que regularmente ocurrió entre los cuatro o siete días después de colocados en las cámaras húmedas. La esporulación provino de las líneas de unión de las placas del cuerpo, lo que indicó que efectivamente el hongo infectó y penetró al insecto.

7.1.1.3 AISLAMIENTO:

Al momento de tener insectos esporulados con el entomopatógeno de la cepa de la Empresa Agrícola El Sol, se aislaron los conidios y se colocaron sobre un medio artificial, para inducir el crecimiento de colonias. El medio artificial utilizado para esta actividad fue el Agar Saboraud Dextrosa + Extracto de Levadura. El aislamiento se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscópico, los conidios se tomaron con una aguja de disección estéril y luego se sembraron inmediatamente en el medio de cultivo. Las cajas petri se sellaron con parafilm y posteriormente se colocaron en un lugar adecuado para la incubación del hongo. Para lo anterior, los aislamientos permanecieron dos días en oscuridad total y posteriormente a los 10 a 12 días bajo iluminación permanente, a una temperatura de 26 °C, transcurridos ese período se pudo observar colonias esporuladas. De un insecto revigorizado se pudo aislar el número de colonias que se requirieron para realizar las aplicaciones en el campo.

7.1.1.4 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CONIDIOS/ML, UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO:

Las esporas provenientes de las cajas petri con medios de cultivo, se utilizaron para preparar y determinar las concentraciones: 1×10^{05} , 1×10^{06} , 1×10^{08} , 1×10^{09} y 1×10^{11} Conidios/ml, el procedimiento consistió de la siguiente manera:

En una gradilla se colocaron 8 tubos de ensayo conteniendo, el primero de ellos 10 ml. de agua destilada estéril y los restantes contenían 9 ml. En el primer tubo de ensayo se depositaron las esporas, el cual se agitó con la finalidad de difundirlas en el agua, posteriormente se tomó de dicho tubo de ensayo 1 ml. de la suspensión, utilizando una pipeta esterilizada, transfiriéndolo al segundo tubo de ensayo, obteniéndose de esta manera una dilución de 1×10^{-1} conidios/ml, de esta dilución se tomó una muestra, la cual se colocó en la caja de Neubauer y con la ayuda de un microscopio y un hematocímetro se determinó la concentración de conidios/ml contenidas en la concentración madre, para este caso se determinó una concentración de 1×10^{11} conidios/ml como en este caso contiene una alta concentración de esporas, se disminuyó, tomando 1 ml del segundo tubo de ensayo y se transfirió a un tercero y se asumió que la cantidad allí contenida era de 1×10^{09} conidios/ml y de éste se tomó otro milímetro y se transfirió a un cuarto tubo de ensayo, encontrándose de esa manera la segunda concentración 1×10^{08} y así

sucesivamente se encontraron las otras dos concentraciones. Cada concentración obtenida se mezcló con granos de arroz precocido para su aplicación en el campo. Para determinar la concentración de Conidios/ml en la concentración madre, se aplicó la fórmula siguiente (20):

Concentración de esporas/ml. = No. de Esporas $\times 1 \times 10^{-01}$ $\times 1 \times 10^{-04}$ \times volumen de la concentración madre en ml.

7.1.2. FASE DE CAMPO.

7.1.2.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO:

La preparación del mismo se inició con un paso de arado y dos pasos de rastra, posteriormente se realizó el trazo del terreno con estacas.

7.1.2.2 SIEMBRA:

Las plantas de tomate se compraron en pilón, a la Empresa Pilonos de Antigua, posteriormente se trasladaron al campo definitivo. Para el transplante de los pilones se utilizó un "Chuzo" para abrir hoyos. El distanciamiento que se utilizó fue de 1 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. El transplante se llevó a cabo el día 28 de Marzo del 2001.

7.1.2.3 FERTILIZACIÓN:

Para la fertilización del cultivo del tomate se aplicaron las siguientes formulaciones: 260.45 kg/ha de Urea (46% N), en dos aplicaciones, cada una de 130 Kg/ha a los 8 y a los 30 días después del transplante; 86.81 kg/ha de triple superfosfato (15-15-15) el cual se incorporó en una sola aplicación a los ocho días después del transplante; durante el período de floración se aplicaron 227.27 kg/ha de nitrato de potasio. Se hicieron también aplicaciones semanales de fertilizantes foliares.

7.1.2.4 CONTROL DE MALEZAS:

Se efectuaron tres limpiezas, las cuales consistieron en remoción de la tierra con azadón del centro del surco al pie de cada planta de tomate, la primera limpieza se realizó a los quince, la segunda a los cuarenta y la tercera a los sesenta días después del transplante.

7.1.2.5 CONTROL FITOSANITARIO:

Durante la fase de campo se presentaron diversas enfermedades fungosas, así como también plagas insectílicas las cuales fueron controladas de acuerdo a un programa de control establecido (**Cuadro 1A**).

7.1.2.6 APLICACIÓN DEL INÓCULO:

Se inició la aplicación del entomopatógeno por medio de una bomba de mochila a los 9 días después de haber realizado el transplante, con una secuencia de cuatro días de intervalo para la siguiente aplicación, para un total de 9.

La concentración de conidios del entomopatógeno, recibió el siguiente manejo:

- a) Se transportó en hieleras al campo y se mantuvo en refrigeración, para mantenerlo a una temperatura adecuada y evitar la exposición al sol.
- b) La aplicación se realizó a partir de las 17:00 hrs. debido a que este hongo es sensible a los rayos ultravioleta de la luz solar.

7.1.2.7 APLICACIÓN DEL INSECTICIDA:

Se realizaron dos aplicaciones del insecticida sintético Imidacloprid (Confidor), a los 19 y 34 días, después de haber realizado el transplante, con una dosis de 2.0 kg/ha.

7.1.2.8 TUTOREO:

Se realizó con varas de bambú (tutores) de dos metros de largo y a dos metros de distancia, y se colocó cinta plástica en relación al crecimiento del cultivo.

7.1.2.9 COSECHA:

Se realizó conforme los frutos maduraron, con un intervalo de tiempo de 7 días entre cada corte, para un total de 6.

7.2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO:

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar; de 6 tratamientos y 4 repeticiones. Se incluyó un testigo que consistió en la aplicación del insecticida Imidacloprid (Confidor), que es utilizado en la actualidad por los agricultores para el control de la mosca blanca.

7.2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS:

Los tratamientos que se utilizaron en la presente investigación, consistieron en cinco concentraciones de conidios del hongo entomopatógeno, proveniente de la Cepa 613, propiedad de la Empresa Agrícola El Sol. Para un mejor manejo y diseminación de las concentraciones del entomopatógeno, se utilizó el arroz precocido como sustrato para su contenido (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados, para el control de las poblaciones de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius), Guatemala, 2003.

Tratamiento	Concentración entomopatógeno/ Insecticida Químico.
T ₁	1X10 ⁵ Conidios/ml
T ₂	1X10 ⁶ "
T ₃	1X10 ⁸ "
T ₄	1X10 ⁹ "
T ₅	1 X 10 ¹¹ "
T ₆ Imidacloprid (TESTIGO)	2 Kg/ha

T₁ a T₅ = Conidios/ml del entomopatógeno *P. fumosoroseus*

7. 2.2 APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS (CONCENTRACIÓN DE CONIDIOS/ML DEL ENTOMOPATÓGENO (*P. fumosoroseus*):

A los 9 días después de haberse realizado el trasplante de la plantación de tomate al campo definitivo, se procedió a la aplicación de cada uno de los tratamientos, con un intervalo de 4 días, para totalizar 9 en todo el ciclo del cultivo (**Cuadro 3.**).

CUADRO 3. Tratamientos evaluados, en el control de mosca blanca, en el cultivo de Tomate, Guatemala, 2003.

TRAT.	DIAS DESPUÉS DEL TRANSPLANTE								
	9	14	19	24	29	34	39	44	49
T1	1X10 ⁵	1X10 ⁵	1X10 ⁵	1X10 ⁵	1X10 ⁵	1X10 ⁵	1X10 ⁵	1X10 ⁵	1X10 ⁵
T2	1X10 ⁶	1X10 ⁶	1X10 ⁶	1X10 ⁶	1X10 ⁶	1X10 ⁶	1X10 ⁶	1X10 ⁶	1X10 ⁶
T3	1X10 ⁸	1X10 ⁸	1X10 ⁸	1X10 ⁸	1X10 ⁸	1X10 ⁸	1X10 ⁸	1X10 ⁸	1X10 ⁸
T4	1X10 ⁹	1X10 ⁹	1X10 ⁹	1X10 ⁹	1X10 ⁹	1X10 ⁹	1X10 ⁹	1X10 ⁹	1X10 ⁹
T5	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹	1X10 ¹¹
T6			Imidacloprid			Imidacloprid			

T1, T2, T3, T4, T5 = Entomopatógeno *Paeclomyces fumosoroseus*.

T6 = Imidacloprid.

7.2.3. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL (Figura 2A):

Parcela Bruta:	30 m²
Parcela Neta:	12 m²
Número de Repeticiones:	4
Distribución Entre Tratamientos:	1 m
Distribución Entre Bloques:	5 m
Plantas por Parcela Neta:	33
Plantas por Parcela bruta:	75
Área Bruta Experimental:	720 m²
Área Neta Experimental:	288 m²

7.3. VARIABLES DE RESPUESTA.**7.3.1. NÚMERO DE NINFAS EN 5 PLANTAS:**

Se empezaron los muestreos a los 15 días después del transplante, se tomaron cinco plantas al azar por parcela neta semanalmente, y se repitió el mismo procedimiento a cada 7 días, se seleccionó la flor más alta de cada planta y se examinó la hoja compuesta inferior en el haz y el envés, se anotó el número de ninfas de la mosca blanca. Para una mejor observación de las ninfas se utilizó una lupa de 20X.

7.3.2. NÚMERO DE ADULTOS EN 5 PLANTAS:

Se empezaron los muestreos a los 15 días después del transplante, se seleccionaron al azar cinco plantas de cada parcela neta semanalmente, y se repitió el mismo procedimiento a cada 7 días, se tomó la parte media, alta de cada planta y se examinó la hoja compuesta en el haz y el envés, se anotó el número de moscas blancas adultas.

7.3.3. NÚMERO DE PLANTAS VIRÓTICAS:

Se contabilizó el número de plantas enfermas por surco a cada 15 días, mediante observación directa, tomando todas las plantas que se encontraron infectadas de cada parcela neta.

7.3.4. RENDIMIENTO DE FRUTO SANO EN Kg/ha:

Cuando inició la maduración de frutos en cada parcela neta se procedió a cosechar y ha determinar el peso para el respectivo registro de rendimiento de frutos.

7.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO EN EL CAMPO:

Todos los tratamientos se identificaron de acuerdo a la codificación empleada en la descripción de los mismos.

Los muestreos de las poblaciones de mosca blanca, se realizaron en horas de la tarde, se examinó el haz y el envés de las hojas con la ayuda de una lupa para su observación e identificación, las cinco plantas muestreadas se escogieron al azar, en cada parcela neta.

Se iniciaron las aplicaciones del entomopatógeno y el insecticida sintético Imidacloprid (Confidor), cuando en los muestreos se encontraron 3 insectos por planta, es decir el nivel crítico para iniciar el control. Para la aplicación de los insecticidas se realizó calibración de la bomba de cuatro galones y se calculó la dosis a utilizar.

Para lograr la efectividad de los productos biológicos y evitar efecto de deriva, los mismos se aplicaron en horas de la tarde (16:00 a 18:00 hrs.), de manera que el viento y los rayos ultravioleta no les afectara.

Las aplicaciones del entomopatógeno se suspendieron, respetando el intervalo de tiempo entre la última aplicación y la cosecha.

7.5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

7.5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó el modelo estadístico siguiente: Diseño en Bloques al Azar, el cual consistió de 6 tratamientos y 4 repeticiones.

7.5.2. MODELO ESTADÍSTICO:

Se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$\gamma_{\lambda i} = \mu + \tau_{\lambda} + \beta_{\lambda} + \epsilon_{\lambda i}$$

De donde:

$\gamma_{\lambda i}$: variable de respuesta (mortalidad de mosca blanca, ninfas y adultos)

μ : efecto de la media general

τ_{λ} : efecto del λ -ésimo tratamiento (1...6) (concentraciones)

β_{λ} : efecto del λ -ésimo bloque.

$\epsilon_{\lambda i}$: error experimental

7.5.3. ANÁLISIS DE VARIANZA:

Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) usando el paquete estadístico SAS para determinar si hubo o no diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

7.5.4. PRUEBA DE MEDIAS:

Para la comparación de prueba de medias se utilizó el estadístico TUKEY (5%), esta prueba se realizó al verificar que existía diferencia estadística significativa en el análisis de varianza de cada variable de respuesta.

7.5.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA:

Se realizó con la finalidad que reflejara el comportamiento de la plaga en relación con las aplicaciones del entomopatógeno evaluado y se tomó las variables de respuesta siguientes: Número de ninfas y de adultos en 5 plantas. Se utilizó el paquete de software Excel.

7.5.6. ANÁLISIS ECONÓMICO:

Se realizó con la finalidad de encontrar la más alta tasa marginal de retorno en alguno de los tratamientos utilizados, siguiendo la metodología propuesta por Samayoa (23).

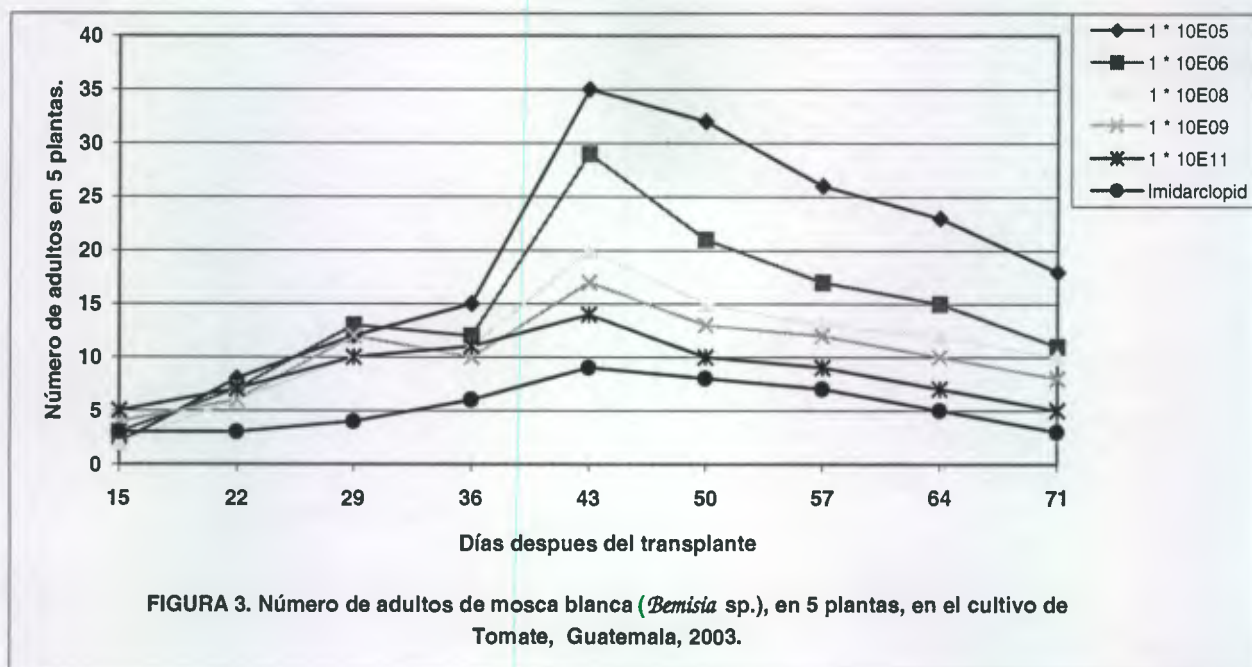
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

8.1. NÚMERO DE ADULTOS EN 5 PLANTAS:

El registro de adultos de mosca blanca durante el ciclo de cultivo de tomate (**Cuadro 4A.**), reflejó el comportamiento de la plaga (**Figura 3**). Es de hacer notar que hubo presencia de la mosca blanca desde los primeros días después del trasplante y sus poblaciones fueron incrementándose a medida que transcurrían los días hasta alcanzar el máximo pico poblacional a los 43 días después del trasplante. Ha pesar del incremento del número de adultos en los otros tratamientos, el producto químico Imidacloprid (Confidor), logró mantener niveles bajos de adultos de mosca blanca.

Regularmente el fenómeno migratorio de las poblaciones de moscas blancas adultas parece estar influido más por los fuertes vientos según lo señala Herrera et al., (11), ya que estos sólo vuelan trechos cortos de 10 a 30 metros. Seguramente lo anterior fue un factor limitante en cuanto a que el entomopatógeno ejerciera mayor eficiencia en el control del número de adultos de mosca blanca. Por otro lado Poinar y Thomas (17) indican que el entomopatógeno evaluado es capaz de diseminarse rápida y efectivamente dentro de una población de insectos plaga puesto que las conidias y esporas están cubiertas de una mucosidad que no les permite ser volátiles, como es el caso del entomopatógeno evaluado. Claro está que cualquier insecto sano que entre en contacto con conidios serán infectados. Sin embargo el bajo control de las moscas adultas, permite incrementar la disponibilidad del número de agentes vectores de Virosis en la plantaciones de tomate.

Se determinó gráficamente y estadísticamente que a mayor concentración del hongo entomopatógeno, hubo mayor efectividad en el control de las poblaciones de mosca blanca, debido a que se maximiza la cantidad de conidios, aumentando así la cantidad de inóculo sobre las moscas blanca. Así también queda demostrado que el entomopatógeno evaluado, tiene alto potencial virulento y patogénico, para el control de Mosca blanca puede aplicarse masivamente y obtener respuesta a corto plazo.



Con los datos del número de adultos de mosca blanca (posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid) a los 19 días después del trasplante (**Cuadro 5A**). Se efectuó un análisis de varianza para evaluar el efecto que provocó las aplicaciones de los tratamientos en cuanto a número de adultos de mosca blanca (**Cuadro 6**), determinándose que existió diferencia estadística significativa.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala 2003.

F. Variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C.	Pr>F
Bloques	3	51.16666667	17.05555556	37.44	0.0001
Tratamiento	5	32.500000	6.500000	14.27*	0.0001 *
Error	15	6.83333333	0.45555556		
Total	23	90.500000			

* = Existe diferencia significativa al 5%.

C. V. = 15.8811%.

Como en los tratamientos existió diferencia estadística significativa al 5%, se efectuó la prueba de Tukey al 5% como comparador múltiple de medias, para determinar de ésta manera los mejores tratamientos, en cuanto a reducir el nivel de daño al fruto de tomate, por consiguiente un mejor control de la mosca blanca.

Cuadro 7. Prueba Tukey al 5%, para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

TRATAMIENTO	Promedio (Adultos de mosca blanca)	GRUPO TUKEY*
Imidacloprid	1.750	A
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	4.250	B
1 X 10 ⁹ "	4.50	B
1 X 10 ⁸ "	4.750	B
1 X 10 ⁶ "	5.0	B
1 X 10 ⁵ "	5.25	B

- Los tratamientos con la misma letra, son estadísticamente similares.

De acuerdo al análisis efectuado por la prueba de Tukey al 5% como comparador múltiple de medias, se determinó que estadísticamente hay diferencia entre los tratamientos, en cuanto a reducir el número de adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci*. Las concentraciones del entomopatógeno evaluados, estadísticamente no difieren en cuanto su efecto sobre el control de adultos de mosca blanca, a diferencia del producto químico Imidacloprid que demostró eficiencia en cuanto a controlar las poblaciones adultas de mosca blanca, con lo anterior demuestra que su efecto fue inmediato.

Con los datos del número de adultos de mosca blanca (posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid) a los 34 días después del trasplante (**Cuadro 8A**), se procedió a efectuar un análisis de varianza, con la finalidad de evaluar el efecto que provocó las aplicaciones de los tratamientos en cuanto a número de adultos de mosca blanca (**Cuadro 9**).

Cuadro 9. Análisis de Varianza para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

F. Variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C.	Pr > F
Bloques	3	155.458333	51.819444	3.76	0.0340
Tratamiento	5	1633.375000	326.675000	23.70*	0.0001*
Error	15	206.791667	13.786111	---	---
Total	23	1995.625000	---	---	---

* = Existe diferencia significativa para una alfa de 0.05.

C. V. = 6.0509%.

En los tratamientos evaluados existió diferencia estadística significativa al 5%, por lo que para determinar esa diferencia se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias y se utilizó el comparador Tukey al 5%, para encontrar los mejores tratamientos en cuanto a reducir el número de adultos de mosca blanca en el cultivo de tomate (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Prueba Tukey al 5%, para la variable número de adultos de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

TRATAMIENTO	Promedio (Adultos de mosca blanca)	GRUPO TUKEY*
Imidacloprid	9.50	A
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	14.0	A B
1 X 10 ⁹ "	17.50	A B
1 X 10 ⁸ "	20.250	B C
1 X 10 ⁶ "	26.250	C D
1 X 10 ⁵ "	34.750	E

- Los tratamientos con la misma letra, son estadísticamente similares.

En el análisis efectuado por la prueba de Tukey al 5% como comparador múltiple de medias, se determinó que las concentraciones del entomopatógeno 1 X 10⁹ y 1 X 10¹¹ Conidios/ml, como agentes biológicos y el producto químico Imidacloprid estadísticamente no difieren en cuanto a su efecto sobre el control de adultos de mosca blanca. Sin embargo las aplicaciones de las concentraciones del entomopatógeno 1 X 10⁵, 1 X 10⁶ y 1 X 10⁸ Conidios/ml, estadísticamente difieren entre sí y además con las dos concentraciones del entomopatógeno mencionadas anteriormente. Lo anterior se fundamenta en que como se trata de un producto biológico, que para lograr su efectividad de control sobre adultos de mosca blanca, necesita de ciertos procesos tales como: de ingestión y período de incubación, mientras se incrementa la población de adultos de la mosca blanca.

La diferencia significativa de estos tratamientos, con respecto al testigo se debió a la virulencia del hongo y no al efecto de las condiciones experimentales, dado a que en tratamientos con menores concentraciones del inóculo, se incrementó el número de adultos de mosca blanca. Y la efectividad de las concentraciones altas de inóculo sobre poblaciones de adultos de mosca blanca evaluadas en la presente

investigación, se debió principalmente al aumento del estrés, la susceptibilidad del insecto, así como las de contar con más esporas viables y virulentas.

8.2. NÚMERO DE NINFAS EN 5 PLANTAS.

El registro de ninfas de mosca blanca durante el ciclo de cultivo de tomate (**Cuadro 11A.**), reflejó el comportamiento de la plaga. Se pudo registrar que el comportamiento de las poblaciones de ninfas de moscas blancas, en el cultivo de tomate tuvo mucha similitud con el comportamiento de los adultos, y de acuerdo a éste dato se puede decir que a mayor número de moscas adultas, hay mayor número de ninfas, puesto que seguramente eclosionaron de las oviposaduras de las hembras. La mosca blanca presenta 3 fases ninfales, sin embargo en la toma de datos para el registro del número de ninfas, se seleccionaron al azar dentro de la plantación.

El producto químico Imidacloprid, demostró tener control sobre las poblaciones de ninfas de mosca blanca pues mantuvo un bajo número de ninfas durante el ciclo del cultivo, lo que significa que el uso de este tratamiento causó altas mortalidades de ninfas de mosca blanca.

Sin embargo el entomopatógeno aplicado a una concentraciones de 1×10^{11} Conidios/ml, logró mantener niveles bajos de ninfas y que los resultados obtenidos casi se comparó con el comportamiento de la plaga en donde se utilizó el producto químico Imidacloprid (**Figura 4.**)

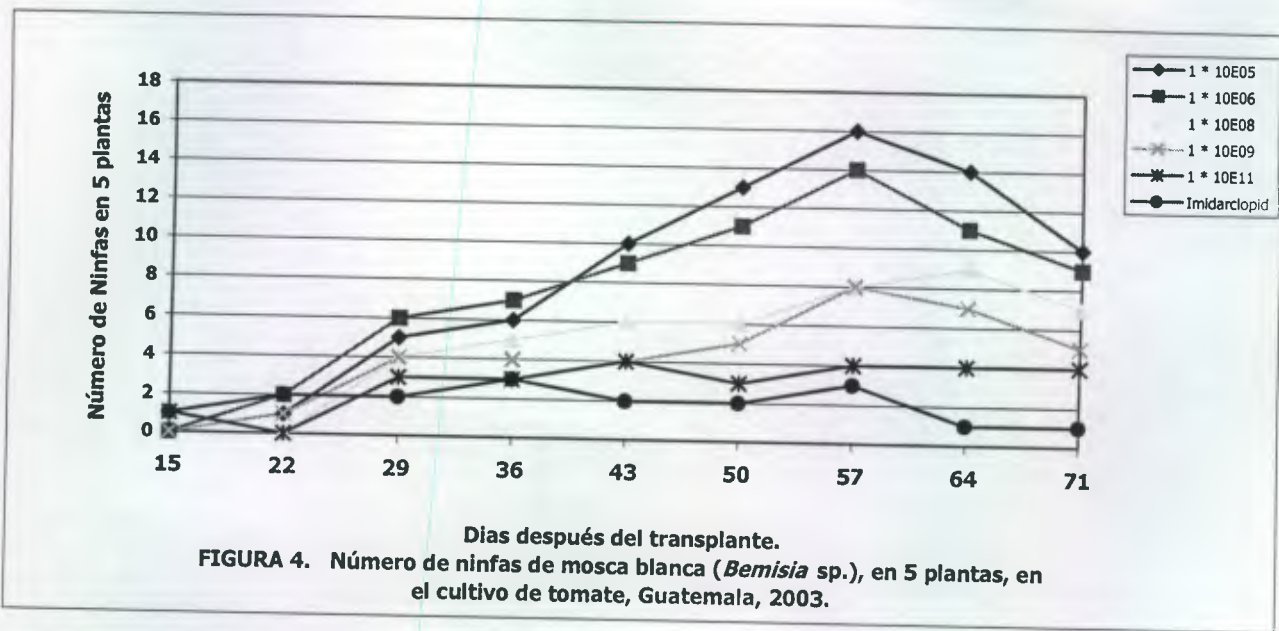


FIGURA 4. Número de ninfas de mosca blanca (*Bemisia sp.*), en 5 plantas, en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003.

Ruiz et al., (21) indican que la fase ninfal de la mosca blanca es más susceptible al entomopatógeno evaluado debido a que las ninfas presentan más áreas membranosas que esclerosadas en comparación con otros estadíos, lo que facilita la penetración del hongo. Lo anterior se confirma debido a que cuando se realizaron los muestreos, se encontraron en el envés de la hoja grandes cantidades de ninfas muertas. Así también el tiempo de infección del entomopatógeno a la mosca blanca, disminuye cuando este ataca en la fase ninfal.

Es importante señalar que el tipo de aplicación periódica y repetitiva sobre la misma planta, probablemente, aumentó el estrés, la susceptibilidad del insecto y la probabilidad de contacto con conidios viables y virulentos; se observó que a una concentración de conidios $1 \times 10^{11}/\text{ml}$, aplicándolo a un intervalo de tiempo de 4-5 días durante 9 aplicaciones, se disminuye el número de ninfas de mosca blanca lo que evita que aumente el número de adultos en las plantaciones de tomate y se disminuye el riesgo de transmisiones de virosis por medio de vectores.

Con los datos del número de ninfas de mosca blanca, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (**Cuadro 12A**). Se procedió a efectuar un análisis de varianza para evaluar el efecto que provocó las aplicaciones de los tratamientos sobre el número de ninfas de mosca blanca, (**Cuadro 13**).

Cuadro 13. Análisis de Varianza para la variable número de ninfas de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala 2003.

F. Variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C.	Pr > F
Bloques	3	3.50	1.16666667	1.94	0.1658
Tratamiento	5	4.0	0.80	1.33	0.3032 NS
Error	15	9.0	0.60	---	---
Total	23	16.50	---	---	---

NS = No existe significancia al 5%.

C. V. = 61.9677%

En los tratamientos no existieron diferencias estadísticas significativas al 5% por lo que se determinó que las concentraciones del hongo entomopatógeno y el producto químico Imidacloprid, estadísticamente no defieren en cuanto a su efecto sobre el control de ninfas de mosca blanca, durante la primera aplicación de ambos productos evaluados.

De acuerdo al registro de ninfas de mosca blanca (posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid) a los 34 días después del trasplante (**Cuadro 14A**). Se procedió a efectuar un análisis de varianza para evaluar el efecto que provocó las aplicaciones de los tratamientos en cuanto a número de ninfas de mosca blanca (**Cuadro 15**).

Cuadro 15. Análisis de Varianza para la variable número de ninfas de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

F. Variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C.	Pr > F
Bloques	3	12.8333333	4.2777778	4.87	0.0146
Tratamiento	5	609.8333333	121.9666667	138.95	0.0001 *
Error	15	13.1666667	0.8777778	---	---
Total	23	635.8333333	---	---	---

* = Existe diferencia significativa para una alfa de 0.05

C. V. = 9.447710%

En los tratamientos evaluados existió diferencia estadística significativa al 5%, por lo que para determinar esa diferencia se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias y se utilizó el comparador Tukey al 5%, para encontrar los mejores tratamientos en cuanto a reducir el número de ninfas de mosca blanca en el cultivo de tomate (**Cuadro 16**).

Cuadro 16. Prueba Tukey al 5%, para la variable número de ninfas de mosca blanca, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la segunda aplicación del producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

TRATAMIENTO	Promedio (Ninfas de mosca blanca)	GRUPO TUKEY*
Imidacloprid	3	A
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	5.50	B
1 X 10 ⁹ "	8.25	C
1 X 10 ⁸ "	10.25	C D
1 X 10 ⁶ "	15.25	D
1 X 10 ⁵ "	17.25	D

• Los tratamientos con la misma letra, son estadísticamente similares.

Todos los tratamientos evaluados difirieron estadísticamente del testigo (Imidacloprid), sin embargo dos concentraciones del entomopatógeno 1×10^9 y 1×10^{11} Conidios/ml, causaron reducciones en el número de ninfas de mosca blanca. En la primera aplicación los tratamientos tuvieron el mismo efecto, sin embargo en la segunda aplicación existieron diferencias significativas, esta diferencia se debe a que el entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* para lograr su efectividad de control sobre la plaga necesitan de ciertos procesos tales como: de ingestión y periodo de incubación.

Así mismo, puede explicarse también, que la efectividad de las concentraciones 1×10^9 y 1×10^{11} Conidios/ml, del entomopatógeno evaluado, sobre ninfas de mosca blanca, se debió a que éstas son más susceptibles, debido a que presentan más áreas esclerosadas en comparación con los otros estadíos, lo que facilita la penetración del hongo.

8.3. NÚMERO DE PLANTAS VIRÓTICAS.

Se llevó un registro de plantas viróticas y se marcaron con un plástico de color rojo cada vez que se identificaban a una nueva planta con síntomas de virosis durante el ciclo del cultivo (**Cuadro 17A**), Las características que se tomaron en cuenta para determinar a una planta virótica fueron las siguientes: Moteado clorótico, rizado de la hoja, enanismo de la planta, reducción en el tamaño y número de frutos y abscisión floral; esta enfermedad es provocado por el Virus del enrollamiento foliar del tomate.

Se procedió a efectuar un análisis de varianza para evaluar el efecto que provocó las aplicaciones de los tratamientos en cuanto a número de plantas viróticas (**Cuadro 18**).

Cuadro 18. Análisis de Varianza para la variable número de plantas viróticas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003.

F. Variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C.	Pr > F
Bloques	3	3.1250	1.0416667	0.45 NS	0.7502
Tratamiento	5	379.2083333	75.8416667	32.86*	0.0001 *
Error	15	34.6250	2.3083333	---	
Total	23	416.9583333	---	---	

* = Existe diferencia significativa para una alfa de 0.05

C. V. = 19.09093%

En los tratamientos evaluados existió diferencia estadística significativa al 5%, por lo que para determinar esa diferencia se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias y se utilizó el comparador Tukey al 5%, para encontrar los mejores tratamientos en cuanto a reducir el número de plantas viróticas en el cultivo de tomate (**Cuadro 19**).

Cuadro 19. Prueba Tukey al 5%, para la variable número de plantas viróticas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003.

TRATAMIENTO	Promedio (Plantas viróticas)	GRUPO TUKEY*
Imidacloprid	1.50	A
1 X 10 ⁹ Conidios/ml	6.0	B
1 X 10 ¹¹ "	6.25	B
1 X 10 ⁸ "	8.50	B
1 X 10 ⁶ "	12.50	B
1 X 10 ⁵ "	13.0	B

- Los tratamientos con la misma letra, son estadísticamente similares.

De acuerdo al análisis efectuado por la prueba de Tukey al 5% como comparador múltiple de medias, se determinó que estadísticamente hubo diferencias entre los tratamientos, en cuanto a reducir el número de plantas viróticas. Las concentraciones del entomopatógeno evaluados, estadísticamente no difieren en cuanto reducir el número de plantas viróticas, a diferencia del producto químico Imidacloprid que demostró su efectividad en el control del complejo mosca blanca-virosis, ya que mantuvo un bajo número de plantas viróticas.

8.4. RENDIMIENTO DE FRUTO SANO DE TOMATE EN Kg/ha.

Se realizaron en total seis cortes de frutos de tomate a intervalos de 7 días entre sí, en cada uno de los cortes se clasificaron los frutos maduros y sanos, ya que algunas plantas viróticas fructificaron, sin embargo no se tomó en cuenta debido a que eran frutos deformes y con maduración precoz (**Cuadro 20A**). Los datos de rendimiento de frutos en kg/ha, se sometieron a un Análisis de Varianza (ANDEVA) con la finalidad de medir si existió efecto de los tratamientos, sobre el rendimiento de fruto sano en Kg/ha (**Cuadro 21**).

Cuadro 21. Análisis de Varianza para la variable rendimiento de frutos de tomate en Kg/ha, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate (*L. esculentum*), Guatemala 2003.

F. Variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C.	Pr > F
Bloques	3	24478573.3	8159524.4	13.14	0.0002
Tratamiento	5	114494988.3	22898997.7	36.89*	0.0001 *
Error	15	9312086.3	620805.8	---	---
Total	23	148285647.8	---	---	---

* = Existe diferencia significativa para un alfa de 0.05

C. V. = 1.897732%

En los tratamientos existió diferencia estadística significativa al 5%, y por lo tanto se efectuó la prueba TUKEY al 5% como comparador múltiple de medias, para determinar de ésta manera los mejores tratamientos en cuanto a obtener mayor rendimiento de fruto sano. El aumento del rendimiento en cada uno de los tratamiento fue producto del control eficiente que ejercieron los productos, sobre las poblaciones de mosca blanca durante el ciclo del cultivo (**Cuadro 22**).

Cuadro 22. Prueba Tukey al 5%, para la variable rendimiento de frutos de tomate en Kg/ha, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate 2003.

TRATAMIENTO	MEDIA (kg/ha)	GRUPO TUKEY*
Imidacloprid	45,111.90	A
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	43,008.30	A
1 X 10 ⁹ "	42,027.10	A B
1 X 10 ⁸ "	40,791.60	B C
1 X 10 ⁶ "	39,747.9	C
1 X 10 ⁵ "	38,425	D

* Los tratamientos con la misma letra, son estadísticamente similares.

En los tratamientos evaluados las concentraciones del entomopatógeno 1 X 10⁹ y 1 X 10¹¹ Conidios/ml como agentes biológicos y el producto químico Imidacloprid no difieren estadísticamente en cuanto al rendimiento de fruto de tomate, aunque el testigo (Imidacloprid), demostró ser un insecticida eficaz, pues obtuvo el mayor rendimiento de fruto (45,111.90 Kg/ha) con relación a los tratamientos en donde se aplicaron concentraciones del entomopatógeno ya que los rendimientos fueron menores.

En las aplicaciones de las concentraciones de entomopatógeno *P. fumosoroseus* de 1×10^8 , 1×10^9 y 1×10^{11} Conidios/ml se obtuvieron rendimientos de frutos aceptables, pues en el Centro Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Chimaltenango, la mosca blanca, se ha convertido en el principal grupo plagas de las hortalizas especialmente para cultivos como el tomate, con un alto nivel de daño, ocasionado pérdidas económicas, lo que ha provocado una reducción en el rendimiento de frutos, afectando grandemente la economía de los productores de la región (21).

8.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

La secuencia del presupuesto parcial efectuado, para determinar cual de los tratamientos fueron mejores económicamente para esta región de acuerdo a lo que se puede esperar ganar (**Cuadro 23**).

CUADRO 23. Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados, para el control de la mosca blanca, en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS					
	1×10^5 Conidios/ml	1×10^6 Conidios/ml	1×10^8 Conidios/ml	1×10^9 Conidios/ml	1×10^{11} Conidios/ml	Imidacloprid 2 Kg/ha
REND. MEDIO (kg/ha)	38425.00	39747.92	40791.67	42027.08	43008.25	45111.91
No. DE CAJAS DE 45 Lb.	1878.97	1943.66	1994.70	2055.11	2103.09	2205.96
PRECIO AL COSECHAR (Q/Caja)	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
INGRESO TOTAL (Q/ha)	65,764.06	68,028.22	69,814.59	71,928.99	73,608.25	77,208.65
COSTO DE INSECTICIDA	880.00	1380.00	2380.00	2880.00	3880.00	2400.00
COSTO DE APLICACIÓN POR HECTÁREA	1333.00	1333.00	1333.00	1333.00	1333.00	700.00
TOTAL DE COSTOS QUE VARIAN (Q./ha.)	2213.00	2713.00	3713.00	4213.00	5213.00	3100.00
BENEFICIOS NETOS (Q/ha)	63,551.06	65,315.22	66,101.59	67,715.99	68,395.25	74,108.65

Luego de la elaboración de los presupuestos parciales, se ordenaron los tratamientos y se efectuó el respectivo análisis de dominancia (**CUADRO 24.**)

CUADRO 24. Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados, en el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.), Guatemala, 2003.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (Kg/ha)	TOTAL DE COSTOS QUE VARÍAN (Q/ha)	BENEFICIOS NETOS (Q/ha)
1 X 10 ⁵ Conidios/ml	38,425.00	2,213.00	63,551.06 N D
1 X 10 ⁶ Conidios/ml	39,747.92	2,713.00	65,315.22 N D
Imidacloprid	45,111.91	3,100.00	74,108.65 N D
1 X 10 ⁸ Conidios/ml	40,791.67	3,713.00	66,101.59 D
1 X 10 ⁹	42,027.08	4,213.00	67,715.99 D
1 X 10 ¹¹	43,008.25	5,213.00	68,395.25 D

Posteriormente se calculó la Tasa de Retorno Marginal (TMR) que es lo que realmente interesa para saber cuanto se espera ganar por cada quetzal invertido (**CUADRO 25.**)

CUADRO 25. Tasa marginal de retorno para las condiciones no dominadas, respecto a los tratamientos, para el control de la mosca blanca, Guatemala, 2003.

TRATAMIENTO	COSTO VARIABLE	BENEFICIO NETO	CAMBIO EN CV	CAMBIO EN BN	TMR
1 X 10 ⁵ Conidios/ml	2,213.00	63,551.06			
1 X 10 ⁶ Conidios/ml	2,713.00	65,315.22	500.00	1,764.16	353%
Imidacloprid	3,100.00	74,108.65	387.00	8,793.43	2272%

Derivado del análisis de Dominancia y el cálculo de la Tasa Marginal de Retorno, a los tratamientos no dominados, se determinó una TMR de 353% en la relación de T₁ (1 X 10⁵ Con/ml) a T₂ (1 X 10⁶ Con/ml). Este dato obtenido indica que por cada cien quetzales que se invierten para pasar del tratamiento 1 X 10⁵ Conidios/ml al tratamiento 1 X 10⁶ Conidios/ml se espera recobrar la inversión y adicionalmente Q 353.00

Por otro lado, se determinó una TMR de 2272% en la relación de T₂ (1 X 10⁶ Con/ml) a T₃ (Imidacloprid). Este dato obtenido indica que por cada cien quetzales que se invierte para pasar del tratamiento 1 X 10⁶ Con/ml al tratamiento Imidacloprid se espera recobrar la inversión y adicionalmente Q 2273.00

Se concluye por lo tanto que las dos TMR son aceptables derivado de los criterios propuestos por el centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), los cuales son del 50% Y 100% . Sin embargo la mejor decisión para recomendar, será aquella que proporcione un mejor retorno económico que para este caso corresponde al tratamiento químico Imidacloprid, ya que por cada Q.100.00 que se inviertan nos está devolviendo Q. 2,273

Hay que mencionar sin embargo que el entomopatógeno 1×10^6 Con/ml, aunque no presenta un retorno económico comparado al producto químico, presenta una TMR aceptable y además se debe de agregar que con este tipo de productos biológicos, se obtiene altos beneficios a largo plazo para la vida humana y de los animales, pues mediante su utilización no se contaminan las fuentes de agua, el suelo ni el ambiente.

Con la utilización del Imidacloprid (Confidor), las pérdidas económicas ocurren a largo plazo, pues con las aplicaciones repetitivas y a mayores concentraciones para el control de la mosca blanca, se incrementa los costos de producción y además crea resistencia de parte de la plaga hacia el producto, con el consiguiente riesgo de la contaminación del medio.

9. CONCLUSIONES.

- 9.1. Las concentraciones del entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* redujeron las poblaciones de ninfas y adultos de mosca blanca, aunque fue el producto químico imidacloprid el que demostro tener una mayor efectividad para el control de las poblaciones de la misma, (con diferencias estadísticas al 5%).
- 9.2. Se determinó que a mayor concentración de Conidios/ml del entomopatógeno evaluado, hay mayor efectividad para controlar las poblaciones de mosca blanca.
- 9.3. Con las concentraciones del entomopatógeno 1×10^9 y 1×10^{11} Conidios/ml se obtuvieron rendimientos estadísticamente similares al obtenido con el imidacloprid (42,027.08, 43,008.25 y 45,111.91 Kg./há. respectivamente).
- 9.4. El producto químico imidacloprid presento la mejor TMR en comparación al resto de tratamientos evaluados. Sin embargo con el entomopatógeno 1×10^6 Conidios/ml también se obtuvo una TMR aceptable, aunque con un retorno económico menor que el producto químico.

10. RECOMENDACIONES

- 10.1. Como opción para el control de la Mosca Blanca *B. tabaci* en el Cultivo del Tomate, se recomienda utilizar el entomopatógeno *Paecilomyces fumoroseus* a una Concentración de 1×10^{11} Conidios/ml, como parte de un programa de control biológico que pueda implementarse en el cultivo.
- 10.2. Realizar otros estudios en donde se agregue coadyuvantes a las concentraciones de conidios del entomopatógeno, con la finalidad de maximizar la cantidad de conidios adheridas a las ninfas.
- 10.3. Realizar un estudio, donde se pueda determinar si los funguicidas utilizados en el manejo fitosanitario del cultivo del tomate, afectan el desarrollo y eficiencia del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumoroseus* en el control de la mosca blanca.
- 10.4. Los productos biológicos se deben de aplicar en horas frescas del día, para que los rayos ultravioleta de la radiación solar, no afecten su acción contra la plaga.

11. BIBLIOGRAFÍA.

1. Alves, SB; Batista, S. 1986. Métodos utilizados em patología e controle microbiano de insectos. Editora Manole. p. 115-116.
2. Aquino, BT; Ruiz VJ. 1999. Manejo de *Bemisia tabaci*, mediante barreras vivas y *Paecilomyces* en Oaxaca, México. Manejo Integrado de Plagas no. 52:80-88.
3. Burgues, HD.; Hussey, NM. 1997. Microbial control. US, Academy London p. 127-376.
4. Castillo Galindo, MA. 1994. Evaluación de ocho materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), bajo dos sistemas de manejo y su tolerancia al virus del acolochamiento de la hoja, en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 43-45.
5. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CR). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Turrialba, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas. 47 p.
6. -----, 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate; programa de mejoramiento de cultivos tropicales. Costa Rica, CATIE. p. 138-151.
7. Cubillo, D; Larriva, W; Quijije, R; Chacón, A; Hilje, L. 1994. Evaluación de la repelencia de varias substancias sobre la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homóptera: Aleyrodidae). Manejo Integrado de Plagas. no. 33:26-28
8. Cruz, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. De Bach, P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. México, Continental. p. 613-708.
10. Fransen, JJ. 1991. Bean golden mosaic geminivirus type II isolates from the Dominican Republic and Guatemala: nucleotide sequences, infectious pseudorecombinants, and phylogenetic relationships. Phytopathology 84: 321-329.
11. Herrera, F; Carballo, M; Shanon P. 1999. Eficacia de cepas nativas de hongos entomopatógenos sobre *Bemisia tabaci*, en el laboratorio. Manejo Integrado de plagas no. 54:37-43.
12. Hilje, L; Arboleda, O. 1992. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca- virosis. In Taller Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Memoria. Turrialba, CATIE. p. 42-49.

13. Jovei, J; Hilje, L.; Kleinn, C; Cartin, V; Valverde, B. 2000. Movimientos diarios de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, en Turrialba, Costa Rica . *Manejo Integrado de Plagas* no. 55:49-55.
14. King, ABS; Sauders, JL. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, Administración de Desarrollo Extranjero. p. 113-114.
15. NAS (National Academy of Scienses,US). 1988. Efecto de plaguicidas en la fisiología de frutas y hortalizas. México, Limusa. p. 61-64.
16. Navot, N. 1991. Tomato yellow leaf curls virus: a whitefly transmitted geminivirus with a single genomic component. *Journal of Economic Entomology* 72(3): 151-161.
17. Poinar G; O.; Thomas, GM, 1982. Diagnostic manual for the identification of insect pathogen. US, University of California. p. 38.
18. Poiston, JE; Anderson, PK. 1999. Surgimiento y distribución de geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate en el Hemisferio Occidental. *Manejo Integrado de Plagas* no. 53:24-42.
19. Posada F, FJ; Velez A, PA. 1997. Registro de hospedantes y aislamientos de *Beauveria bassiana*, en la colección de hongos entomopatógenos de CENICAFE, Colombia. *Manejo Integrado de Plagas* no. 46:50-60.
20. Quiros, CA; Calvo, G; Ramírez, O. 1995. Diagnóstico de la problemática fitosanitaria del cultivo de tomate, con énfasis en mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). *Manejo Integrado de Plagas*. no. 38:08-15
21. Ruiz VJ; Ibarra R, JE; Pérez, PR. 1996. Bioensayos con hongos entomopatógenos en ninfas de mosca blanca. *Hortalizas* no. 4(2):92-97.
22. Salguero, V. 1991. Manejo del acolochamiento del tomate. Guatemala, ICTA, Proyecto MIP. 20 p.
23. Samayoa, E. 1992. Análisis de rentabilidad y tasa marginal de retorno. *Agro Informativo* no. 4:4-5.
24. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.



3°

Juan De La Roca

12. ANEXO

Cuadro 1A. Programa fitosanitario utilizado para el saneamiento del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* (Miller). Guatemala 2003.

Producto		Dosis de aplicación	Modo de acción	Enfermedad o plaga que controla	Época de aplicación
Nombre comercial	Nombre técnico				
Mancozeb WP	Mancozeb	3 kg/ha	Protectante	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	Al momento del transplante.
Confidor	Imidaclopid	900 g/ha	Sistémico	Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.)	19 DDT* y 34 DDT.
Acrobat MZ 69 WP	Dimetomorf-Mancozeb	2.5 kg/ha	Preventivo y curativo	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	A partir de los 20 DDT, con intervalos de 4 días.
Banrot WP	Etridiazole	1 kg/ha	Sistémico (acropetalo)	<i>Phytium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp.	Al final de la fase fonológica del cultivo, en aplicaciones a la base del tallo y al follaje.
Miragefe 75 WP	Imidazol	1.4 kg/ha	Sistémico y antiesporulante	Pudrición del tallo (<i>Phytium</i> sp.), Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i> y <i>Alternaria solani</i>	Cada 20 días durante todo el ciclo de cultivo del tomate
Curzate M 72 WP	Cimoxanil-Mancozeb	500 g/ha	Sistémico y curativo	<i>Phytium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp., <i>Alternaria</i> sp. <i>Phytophthora</i> sp. etc.	Se aplicó cada 15 días, durante todo el ciclo del cultivo de tomate.

DDT* = días después del transplante.

Cuadro 4A. Registro de adultos de *Bemisia tabaci* en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003.

TRAT.	DÍAS DESPUÉS DEL TRANSPLANTE								
	15	22	29	36	43	50	57	64	71
Imidacloprid	3	3	4	6	9	8	7	5	3
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	5	7	10	11	14	10	9	7	5
1 X 10 ⁹ "	4	6	12	10	17	13	12	10	8
1 X 10 ⁸ "	2	9	10	11	20	15	13	12	10
1 X 10 ⁶ "	3	7	13	12	29	21	17	15	11
1 X 10 ⁵ "	2	8	13	15	35	32	26	23	18

Cuadro 5A. Registro de adultos de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del el producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

TRAT.	BLOQUE				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Imidacloprid	1	4	0	2	7	1.75
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	4	7	1	5	17	4.25
1 X 10 ⁹ "	4	6	3	5	18	4.5
1 X 10 ⁸ "	4	7	4	4	19	4.75
1 X 10 ⁶ "	4	7	3	6	20	5
1 X 10 ⁵ "	5	7	3	6	21	5.25

Cuadro 8A. Registro de adultos de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate (*L. esculentum*), posterior a la segunda aplicación del el producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

TRAT.	BLOQUE				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Imidacloprid	9	10	10	9	38	9.5
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	14	19	8	15	56	14
1 X 10 ⁹ "	17	20	18	15	70	17.5
1 X 10 ⁸ "	18	20	21	22	81	20.25
1 X 10 ⁶ "	23	34	20	28	105	26.25
1 X 10 ⁵ "	35	45	31	38	149	37.25

Cuadro 11A. Registro de ninfas de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, Guatemala, 2003.

TRAT.	DÍAS DESPUÉS DEL TRANSPLANTE								
	15	22	29	36	43	50	57	64	71
Imidacloprid	1	2	2	3	2	2	3	1	1
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	1	0	3	3	4	3	4	4	4
1 X 10 ⁹ "	0	1	4	4	4	5	8	7	5
1 X 10 ⁸ "	1	0	4	5	6	6	8	9	7
1 X 10 ⁶ "	0	2	6	7	9	11	14	11	9
1 X 10 ⁵ "	0	1	5	6	10	13	16	14	10

Cuadro 12A. Registro de ninfas de mosca blanca en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate, posterior a la primera aplicación del el producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

TRAT.	BLOQUE				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Imidacloprid	0	1	1	2	4	1
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	1	0	1	1	3	0.75
1 X 10 ⁹ "	1	3	0	1	5	1.25
1 X 10 ⁸ "	1	2	0	1	4	1
1 X 10 ⁶ "	3	2	1	2	8	2
1 X 10 ⁵ "	1	2	1	2	6	1.5

Cuadro 14A. Registro de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci* en 5 plantas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate (*L. esculentum*), posterior a la segunda aplicación del el producto químico Imidacloprid (Confidor), Guatemala, 2003.

TRAT.	BLOQUE				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Imidacloprid	3	4	2	3	12	3
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	5	6	5	6	22	5.5
1 X 10 ⁹ "	7	10	7	9	33	8.25
1 X 10 ⁸ "	9	10	11	11	41	10.25
1 X 10 ⁶ "	15	18	14	14	61	15.25
1 X 10 ⁵ "	17	18	16	18	69	17.25

Cuadro 17A. Registro de número de plantas viróticas, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate (*L. esculentum*), Guatemala, 2003.

TRAT.	BLOQUE				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Imidacloprid	3	0	2	1	6	1.5
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	6	8	6	5	25	6.25
1 X 10 ⁹ "	6	7	5	6	24	6
1 X 10 ⁸ "	8	10	8	8	34	8.5
1 X 10 ⁶ "	12	12	14	12	50	12.5
1 X 10 ⁵ "	12	14	10	16	52	13

Cuadro 20A. Registro del rendimiento de fruto en Kg/ha, en la evaluación de 5 concentraciones del entomopatógeno *P. fumosoroseus*, sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate (*L. esculentum*), Guatemala 2003.

TRAT.	BLOQUE				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Imidacloprid	45625	42950	47975	43897.65	180,447.65	45,111.9125
1 X 10 ¹¹ Conidios/ml	42166.67	41758	44491.66	43616.67	172,033.00	43,008.25
1 X 10 ⁹ "	41191.67	41516.66	43708.33	41691.67	168,108.33	42,027.082
1 X 10 ⁸ "	40266.33	39750	41975	41175	163,166.33	40,791.582
1 X 10 ⁶ "	40208.33	38183.33	41150	39450	158,991.66	39,747.915
1 X 10 ⁵ "	39241.67	37058.33	38958.33	38441.67	153,700.00	38,425.00

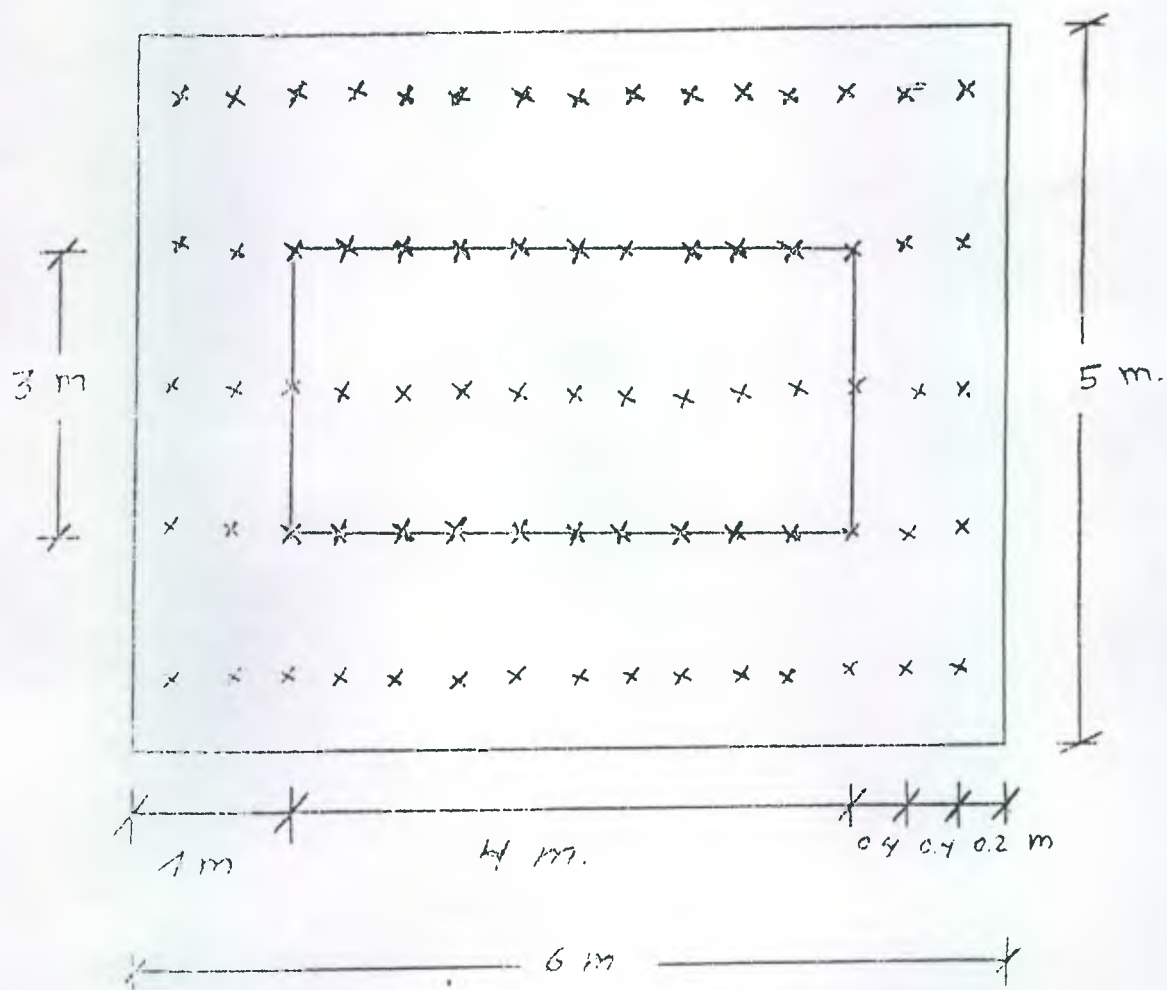


FIGURA 1A. Tamaño y forma de la unidad experimental, parcela bruta, parcela neta y distribución de las plantas.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA:

" EFECTO DE CINCO CONCENTRACIONES DEL
HONGO ENTOMOPATOGENO Paecilomyces -
fumosoroseus, SOBRE EL COMPLEJO MOSCA
BLANCA - VIRUS EN TOMATE Lycopersicon
esculentum (MILLER)" .

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

WENER MAMERTO FUENTES OROZCO

CARNE:

8430106

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Lic. Luis Flores
Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa
Ing. Agr. César Linneo García
Inga. Agra. Claudia Elizabeth Toledo P.

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

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

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

Dr. David Monterroso Salvatierra
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
D E C A N O

