

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE DOCE PROGRAMAS FITOSANITARIOS PARA
EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Biotipo B) EN
EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.), EN ZACAPA.

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.

POR

EDGAR ARODI CHÁVEZ VÁSQUEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

En el grado académico de

LICENCIADO

Guatemala, Agosto de 2,005

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(2185)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

- | | |
|----------------|--|
| DECANO: | Dr. Ariel Abderraman Ortiz López. |
| VOCAL PRIMERO: | Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel. |
| VOCAL SEGUNDO: | Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria. |
| VOCAL TERCERO: | Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz. |
| VOCAL CUARTO: | Maestro Elmer Antonio Álvarez Castillo. |
| VOCAL QUINTO: | Perito Miriam Eugenia Espinoza Padilla. |
| SECRETARIO: | Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes. |

Guatemala, agosto de 2,005

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
NOTABLE TRIBUNAL DE HONOR
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Señores:

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 documento de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE DOCE PROGRAMAS FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Biotipo B) EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.), EN ZACAPA.

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

De usted atentamente,



EDGAR ARODI CHÁVEZ VÁSQUEZ

ACTO QUE DEDICO

- A:**
DIOS: Todopoderosos y Supremo Creador del Universo. Por darme la vida y el entendimiento para lograr este objetivo y poder compartir esta felicidad con mi familia y amigos.
- MIS PADRES:** Edgar Rolando Chávez Abrego y Sonia Judith Vásquez Franco. Por su incondicional apoyo y consejos que son la base de este triunfo que también comparto con ellos.
- MI ABUELITA:** Jesús Abrego. Por su cariño, apoyo incondicional, sabios consejos y cuidados que ocupan un lugar especial en mis recuerdos y mi corazón, Mama Chus, este triunfo es suyo también.
- MIS ABUELOS:** Eliseo Vásquez (Q.E.P.D), Carlos Chávez (Q.E.P.D). En un lugar especial comparten mi triunfo.
Wilma Franco. Por su especial afecto.
- MIS HERMANOS:** Helen (Q.E.P.D), Marlon, Vinicio, Cristian y Sonia Judith. Para que sirva de ejemplo como uno de los retos que tiene la vida y se den cuenta la alegría que se siente al vencerlos.
- MIS TIOS:** Cesar, Ana, Mynor, Albadina y Rudy por sus consejos y gran aprecio, especialmente mi tío Carlos por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.
- MIS TIOS POLÍTICOS:** Oscar por su apoyo y carisma, especialmente a Gladis Amanda Rivera por su imprescindible apoyo y sabios consejos a lo largo de mis estudios.
- MIS PRIMOS:** Como un reto para su preparación y con especial afecto a Jennyffer, Liseth, Jeraldinne y Luis Carlos por haber compartido con ellos una buena parte de mi vida.
- MIS AMIGOS:** Que me han brindado su amistad en cualquier momento de mi vida, especialmente a mis grandes amigos de colegio Jonathan Son y Guillermo Ovalle por sus consejos y compañía a lo largo de todos estos años y mis amigos de universidad Alejandro Rivas, Elmer Roldán, Heisler Gómez, Pablo Polo, Erlin Miranda, Gerson Aguirre y Juan Zamora.
- MI NOVIA:** Noelia Ramírez Sosa. Por su paciencia y cariño sincero.
- PUBLICO PRESENTE:** Usted en especial, que me acompaña en este momento importante de mi vida.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS TODOPODEROSO

MI PATRIA QUERIDA, GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS, TODOPODEROSO, por iluminar el camino que me trajo hasta este triunfo.

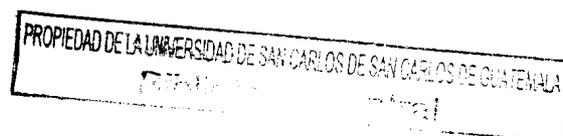
Las empresas **SEMILLA VERDE** y **BAYER, S.A.**, por su apoyo y colaboración en los recursos otorgados para la realización de esta investigación.

Ingenieros Agrónomos **Eswin Castañeda, Juan Pablo Maldonado** y **Mynor Rosales** por su orientación y colaboración en la realización de este trabajo.

Mis compañeros de trabajo **Saul Matta, Jose Luis Zuñiga, Jacobo Quan** y **Jorge Ayala** por sus consejos y orientación durante la elaboración de esta investigación.

Mis asesores, **Ing. Agr. Filadelfo Guevara** y el **Ing. Agr. Hector Aldana**, por su apreciada colaboración en la realización de este trabajo.

Todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a mi formación profesional y en la realización de esta investigación.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1. MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1. El cultivo de melón	3
a. Clasificación botánica del melón	3
b. Generalidades del cultivo	3
c. Condiciones para el desarrollo del cultivo	4
d. Principales plagas y enfermedades del melón	5
e. Historia del cultivo en Guatemala	5
3.1.2. Biología de la Mosca Blanca	6
a. Taxonomía	6
b. Ciclo de vida de <i>B. tabaci</i>	6
c. Daños que provoca <i>B. tabaci</i>	9
d. Distribución espacial y condiciones para el desarrollo de <i>B. tabaci</i>	10
3.1.3. Conceptos básicos sobre Manejo Integrado de Plagas (MIP)	10
a. Historia del MIP	10
b. Definición del MIP	11
c. Fundamentos del MIP	11
d. Principios del MIP	12
e. Filosofía del MIP	16
f. Restricciones del MIP	16
3.2. MARCO REFERENCIAL	17
3.2.1. Descripción del área	17
a. Ubicación geográfica	17
b. Condiciones climáticas	17
c. Suelos	17
d. Agua	18
e. Zona de vida	18
3.2.2. Información general sobre insecticidas	19
a. Imidacloprid (Confidor 200SL y 70WG)	19
b. Thiacloprid + Beta-Cyflutrín (Monarca 11.25SE)	19
c. Spiromesifen (Oberon 240SC)	20
d. Tiametoxam (Actara 25WG)	21
3.2.3. Generalidades del Agribón	22
a. Instalación del Agribón	22
b. Períodos de cobertura	23
c. Ventajas del agribón en los cultivos	24
3.2.4. Análisis de costos de producción	24
4. OBJETIVOS	26
5. HIPOTESIS	27
6. METODOLOGÍA	28

6.1. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS	28
a. Diseño experimental	30
b. Unidades experimentales	30
6.2. MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO	30
a. Preparación del terreno	30
b. Emplastado	31
c. Ferti-irrigación	31
d. Siembra	31
e. Control de malezas	31
f. Control de plagas y enfermedades	31
g. Cosecha	32
6.3. VARIABLES DE RESPUESTA	32
a. Número de adultos de mosca blanca por guía	32
b. Número de ninfas de mosca blanca por pulgada cuadrada	33
c. Incidencia de virosis	33
d. Rendimiento por parcela	33
6.4 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	33
a. Análisis de normalidad	33
g. Análisis de varianza	33
c. Prueba de medias	34
d. Análisis de costos de producción por tratamiento	34
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
7.1. Adultos presentes en las guías	35
7.2. Ninfas por pulgada cuadrada	39
7.3. Incidencia de virosis	44
7.4. Rendimiento	46
7.5. Análisis económico	49
8. CONCLUSIONES	53
9. RECOMENDACIONES	54
10. BIBLIOGRAFÍA	55
11. ANEXOS	58

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Fundamentos del Manejo Integrado de Plagas. (MIP).	12
CUADRO 2. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de melón, para el control de mosca blanca, Estanzuela, Zacapa, 2,002.	28
CUADRO 3. Número de adultos de <i>B. tabaci</i> promedio presentes por guía en plantas de melón tipo cantaloupe, en la evaluación de once programas fitosanitarios y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa. 2,002.	36
CUADRO 4. Análisis de varianza para la variable de adultos de <i>B. tabaci</i> promedio presentes por guía de plantas de melón tipo cantaloupe, en la evaluación de once programas fitosanitarios y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa. 2,002.	38
CUADRO 5. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5% para la variable adultos de <i>B. tabaci</i> promedio presentes por guía de plantas de melón tipo cantaloupe, en Estanzuela, Zacapa. 2,002.	39
CUADRO 6. Número de ninfas de <i>B. tabaci</i> promedio presentes en una pulgada cuadrada, del envés de las hojas de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa 2,002.	40
CUADRO 7. Análisis de varianza para la variable ninfas de <i>B. tabaci</i> promedio presentes en una pulgada cuadrada, del envés de las hojas de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002.	43
CUADRO 8. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5% para la variable ninfas de <i>B. tabaci</i> promedio presentes en una pulgada cuadrada, del envés de las hojas de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002.	43
CUADRO 9. Porcentaje de virosis promedio presentes en parcelas de 54 m ² del cultivo de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa 2,002.	44
CUADRO 10. Análisis de varianza para la variable porcentaje de virosis promedio presente por parcela de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002.	46

CUADRO 11. Rendimiento promedio en cajas por hectárea de frutos exportables de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa, 2,002.	47
CUADRO 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento de cajas exportables por hectárea de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa, 2,002.	48
CUADRO 13. Resultado de prueba de medias según Duncan al 5% para la variable rendimiento de cajas exportables por hectárea de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa, 2,002.	48
CUADRO 14. Análisis de presupuestos parciales de los diferentes tratamientos para el control del complejo mosca blanca-virosis en el cultivo de melón tipo cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002	50
CUADRO 15. Análisis de dominancia correspondiente a los doce tratamientos evaluados para el control del complejo mosca blanca-virosis en el cultivo de melón tipo cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.	51
CUADRO 16. Determinación de la Tasa Marginal de Retorno para los tratamientos No Dominados en la evaluación de doce programas fitosanitarios para el control de mosca blanca en el cultivo de melón cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.	52
CUADRO 17A. Programa de fertilización realizado en la evaluación de once programas fitosanitarios para el control de mosca blanca en la empresa melonera Semilla Verde, Estanzuela, Zacapa, 2,002	59
CUADRO 18A. Lecturas realizadas en las unidades experimentales para cuantificar el número de adultos de mosca blanca por guía en el cultivo de melón cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.	60
CUADRO 19A. Lecturas realizadas en las unidades experimentales para cuantificar el número de ninfas de mosca blanca por pulgada cuadrada en el cultivo de melón cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.	60
CUADRO 20A. Lecturas realizadas en las unidades experimentales para cuantificar el porcentaje de plantas infectadas con virus en el cultivo de melón cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.	61
CUADRO 21A. Rendimiento promedio en cajas/hectárea por cada tratamiento en el cultivo de melón cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.	61

CUADRO 22A. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5% para la variable
rendimiento de cajas exportables por hectárea de melón tipo
cantaloupe, Estanzuela, Zacapa. 2,002.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Ciclo de vida de la Mosca Blanca (<i>B. tabaci</i>)	8
FIGURA 2.	El efecto de las cinco estrategias aplicadas en fitoprotección sobre la densidad poblacional de una plaga.	14
FIGURA 3.	Fórmula estructural de la molécula Imidacloprid	19
FIGURA 4.	Fórmula estructural de la molécula Thiacloprid	20
FIGURA 5.	Fórmula estructural de la molécula Beta-Cyflutrin	20
FIGURA 6.	Fórmula estructural de la molécula Spiromesifen	21
FIGURA 7.	Fórmula estructural de la molécula Tiametoxam	22
FIGURA 8.	Fluctuación de la población de adultos de <i>Bemisia tabaci</i> en los once programas fitosanitarios evaluados y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa, 2,002.	37
FIGURA 9.	Fluctuación de la población de ninfas de <i>Bemisia tabaci</i> en los once programas fitosanitarios evaluados y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa, 2,002.	42
FIGURA 10.	Fluctuación de la incidencia de virosis en los once programas fitosanitarios evaluados y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa, 2,002.	45
FIGURA 11.	Rendimiento en cajas exportables por hectárea de melón tipo cantaloupe por cada tratamiento evaluado. Estanzuela, Zacapa, 2,002.	47
FIGURA 12A.	Croquis del área experimental, Estanzuela, Zacapa, Diciembre 2,002.	58

EVALUACIÓN DE DOCE PROGRAMAS FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL
DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Biotipo B) EN EL CULTIVO DE MELÓN
(*Cucumis melo* L.), EN ZACAPA

EVALUATION OF TWELVE FITOSANITARY PROGRAMS FOR THE CONTROL OF
WHITE FLY (*Bemisia tabaci* Biotipo B) IN THE CROP OF MELON (*Cucumis melo* L.),
IN ZACAPA

RESUMEN

Este trabajo se realizó para determinar la eficacia de doce programas fitosanitarios en el control del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci* Biotipo B) - virosis en el cultivo de melón tipo cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* cv. Motagua) que involucró el uso de una cubierta flotante de polipropileno y el uso de insecticidas como una práctica de control. El trabajo se realizó en los campos de producción de la empresa agroexportadora Semilla Verde, S.A. en el municipio de Estanzuela, Zacapa durante los meses de noviembre y diciembre de 2,002.

Una de las finalidades que se tuvo, fue determinar si era necesario aplicar insecticidas antes, durante y después del trasplante. Todos los tratamientos permanecieron cubiertos los primeros 23 días en el campo con la manta de polipropileno; ésta tiende a romperse y permite que adultos de mosca blanca colonicen algunas plantas. Por la razón de que la cubierta fue manejada correctamente las poblaciones de adultos y ninfas fueron casi nulas, sin apreciar diferencia entre los programas con aplicaciones en el invernadero y los que no tenían.

El presente trabajo sirvió también para conocer la eficacia de las diferentes dosis de Spiromesifen 24SC e Imidacloprid 200SL formulados por Bayer Crop Science dentro de un programa que los incluían como el tratamiento 11: Imidacloprid 200SL, 100g ia/ha (*) a los 25 ddt (**/) + Spiromesifen 24SC 100g ia/ha a los 35 ddt, el cual obtuvo la menor tasa promedio en adultos por guía y ninfas por pulgada cuadrada con valores de 75.52 y 21.52 respectivamente, mientras que el programa con menor control sobre adultos fue: Tiametoxam 25WG, 50g ia/ha en el semillado de bandeja + 1 dat (***/) 50g ia/ha y 25 ddt 100g ia/ha foliar, con promedio de 193.52 adultos por guía y para el caso de ninfas, el

programa con menor control fue: Imidacloprid 70WG con 100g ia/ha en el semillado de bandeja con un promedio de 76.19 ninfas por pulgada cuadrada.

En el porcentaje de virosis no se detectaron diferencias estadísticas significativas. En el rendimiento de fruta, el tratamiento con el que se obtuvo el mayor rendimiento fue el mismo con el que se obtuvo la menor tasa promedio de adultos y ninfas (Tratamiento 11) con una producción estimada en 1,825 cajas de melón por hectárea, mientras que el tratamiento que obtuvo el menor rendimiento fue: Imidacloprid 70WG con 100g ia/ha en el semillado + Imidacloprid 200SL con 100g ia/ha a los 25 ddt y 35 ddt 100g ia/ha con una producción estimada en 1,357 cajas/hectárea. El promedio general en la empresa es de 1,100 cajas por hectárea.

- * 100g ia/ha. = Cien gramos de ingrediente activo por hectárea.
** 25 ddt = Veinticinco días después del trasplante.
*** 1 dat = Un día antes del trasplante.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales plagas en el cultivo de el melón (*Cucumis melo* L.) es la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Biotipo B), la cual es responsable de pérdidas severas en el sector melonero del valle de La Fragua. En la temporada 2,000 – 2,001 se reportaron daños hasta de un 100% de plantas infectadas por los virus que son transmitidos por los adultos de mosca blanca, tales como los que ocasionan el encrespamiento de los meristemas, achaparramiento de las plantas y moteados; estas sintomatologías obstruyen el buen desarrollo vegetativo y como consecuencia se tiene el desarrollo de frutos deformes con grietas que no cumplen los requerimientos de calidad (*).

Con la finalidad de encontrar una alternativa viable para el control de las poblaciones de mosca blanca se evaluaron 11 programas fitosanitarios que comprendían el uso de una barrera física que impedía el contacto directo del insecto con la planta; esta barrera fue retirada a los 24 días después del trasplante de pilón para que las flores pudieran ser polinizadas por las abejas. Antes y posterior a la cubierta se aplicaron insecticidas con el propósito de saber si era necesario proteger el pilón con un insecticida sistémico antes de llevarlo al campo o bastaba con colocar solamente la cubierta de polipropileno; ya que investigaciones efectuadas durante la temporada 2,001-2,002 demostraron que las mantas disponibles en el mercado son susceptibles a romperse con el roce que origina el viento. En función del bajo número de ninfas, adultos y plantas viróticas encontradas después de destapar todos los tratamientos se concluyó que si la cubierta es bien manejada, es decir, despejando todo objeto que pueda originar roce y ajustando la manta a la mesa y aflojándola conforme crece el follaje, no es necesario ninguna aplicación de insecticida previo al trasplante.

El programa fitosanitario sobresaliente fue del tratamiento 11 que comprendía una aplicación de Imidacloprid 200SL a los 25 días después del trasplante (ddt) + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt, ya que éste obtuvo el mayor rendimiento, (1,825 cajas por hectárea) y la menor tasa de adultos y ninfas de mosca blanca con 75.52 adultos por guía y 21.52 ninfas por pulgada cuadrada respectivamente.

* Com. Pers.: Saul Matta, Jefe del Dpto. de Protección Vegetal de la empresa Semilla Verde.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La mosca blanca se ha convertido en una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de melón, provocando retrasos en el crecimiento de la planta y disminución en la producción debido al daño que ocasionan las ninfas al alimentarse de su savia. De todos los problemas que ocasionan las altas poblaciones de *B. tabaci*, la transmisión de virus es sin duda el causante de muchas pérdidas. Durante la segunda etapa de la temporada melonera 2,000-2,001 todas las empresas meloneras que operaban en el Valle de la Fragua tuvieron sus campos con un grado de infección hasta del 80%; algunas meloneras tuvieron que arrancar hasta en un 100% los campos antes de llegar a cosecha, razón por la cual la empresa Agro Dos Valles tuvo que cerrar sus operaciones (*).

La resistencia que está generando la mosca blanca a los insecticidas que sirven para controlar sus poblaciones son observables por parte del personal técnico de las distintas empresas meloneras, situación que preocupa al sector melonero ya que sus costos de producción se incrementan al tener que elevar las dosis para el control o bien adquirir productos cuyos costos de aplicación son mas altos que los tradicionales (*).

Hilje (13), señala que *B. tabaci* tiene gran habilidad para desarrollar resistencia a los insecticidas rápidamente, debido principalmente a la brevedad de su ciclo de vida y la partenogénesis facultativa que contribuye en este sentido. Hasta 1,987 desarrolló resistencia a 16 insecticidas de diferente origen químico en las plantaciones de algodón, tales como resistencia de 900 veces más alto a lo normal para bifentrina y cialutrina; y hasta 2,000 veces mas para quinosfós y deltametrina.

* Com. Pers.: Saul Matta, Jefe del Dpto. de Protección Vegetal de la empresa Semilla Verde.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 EL CULTIVO DE MELÓN

a. Clasificación Botánica del Melón:

El melón tipo cantaloupe tiene la siguiente clasificación taxonómica (9):

Reino:	Plantae
Sub-reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Sub-división:	Angiospermas o Magnoliophytinas
Clase:	Dicotiledóneas o Magnoliopsida
Sub-clase:	Dilleniidae
Orden:	Violales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	<i>Cucumis</i>
Especie:	<i>Cucumis melo</i> L.
Nombre común:	Melón

b. Generalidades del cultivo

Los melones cantaloupe son nativos del trópico y sub-trópico de África y cuentan con su centro de origen en la India. El nombre procede del pueblo de Cantalupo, cercano a Roma, donde parece que se introdujo esta variedad desde Armenia. El fruto tiene cáscara dura, escamosa y en algunos casos marcada por varias acanaladuras profundas (20).

Aldana (1), sin indicar la fuente, dice que existen dos tipos de melón, el tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. Var. *reticulatus*), caracterizado por presentar fácil abscisión de los frutos en el momento de la cosecha, por poseer redcillas bien marcadas en su pared externa y muy aromático, y el tipo Honey Dew (*Cucumis melo* Var. *Inhodus*) que no posee las características anteriores, existiendo variantes en cuanto al color, textura de su pared externa.

Cordón (8), sin citar la fuente, señala que las plantas de melón son hierbas anuales o perennes y rastreras, los tallos constan de un eje principal y series de ramificaciones laterales y secundarias, alcanzando una longitud de 1.5 a 3.5 metros de largo, sus flores se encuentran situadas en las axilas de las hojas, teniendo flores masculinas y femeninas en la misma planta, por lo que se dice que es una planta monoica. Los dos tipos de flores se abren por un día solamente; siendo las masculinas las primeras en aparecer en la planta durante los primeros doce a quince días después del trasplante.

Las flores fructificadoras son usualmente completas, tienen tanto estambres como pistilos. Cuando se ha logrado la polinización, las flores pistiladas comienzan a crecer. Las flores mejor polinizadas se desarrollan más rápido y se vuelven dominantes; las otras se marchitan y caen. La cantidad de fruta que una planta lleva a la madurez varía entre una y cuatro; dos o tres es lo corriente en los híbridos. El polen del melón es pesado y pegajoso, y debe ser transportado de una a otra flor por los insectos. Los únicos insectos polinizadores eficaces son las abejas (25).

c. Condiciones para el desarrollo del cultivo

El melón es una planta de clima cálido, y se comporta mejor cuando se cultiva en clima caluroso relativamente seco, con abundante radiación solar, baja humedad y poca lluvia durante la estación para que se desarrollen plantas vigorosas que dan frutos de alta calidad y carne sólida, alto contenido de azúcares y excelente sabor (21).

La temperatura mínima, óptima y máxima para la germinación de las semillas son 15, 32 y 38 grados centígrados respectivamente. Los frutos que maduran a temperaturas menores a 21 grados centígrados durante el día son de baja calidad. Temperaturas muy elevadas (43 a 46 °C), pueden causar marchitez temporal de las guías, quemaduras por alta radiación solar en la parte externa de los frutos y pérdida de la consistencia en la pulpa al momento de cosecha (3).

El melón cantaloupe requiere suelos bastante fértiles, bien drenados, relativamente libre de hongos del suelo tales como *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Monosporascus*

cannonballus, (recientemente reportado, causante de serios problema en el Valle de la Fragua) y nematodos, principalmente del género *Meloidogyne*, ya que evaluaciones recientes han reportado campos que empiezan a decaer a los 40 días después del trasplante, sin dejar que la planta pueda sacar sus frutos hasta cosecha, debido a que provoca marchitamiento de las hojas lo que trae como consecuencia la exposición de los frutos a la radiación solar ocasionándole manchas por quemaduras lo cual demerita su calidad. El cantaloupe es susceptible a condiciones ácidas, pero se desarrolla bien bajo condiciones de suelo que van desde levemente ácidas (pH 6.8) hasta moderadamente alcalinas (pH 8.0). Los rendimientos máximos se obtienen en suelos de textura media con gran capacidad de retención de humedad y buen drenaje interno (3).

d. Principales plagas y enfermedades del melón en el valle de La Fragua, Zacapa

La principales plagas que afectan al cultivo son: Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*); gusano de la fruta (*Diaphania hialinata*); gusano perforador de la fruta (*Diaphania nitidalis*); gusano de la fruta (*Spodoptera* sp.); gusano alambre (*Agriotes* sp.); áfidos (*Myzus* sp. y *Aphis* sp.); trips (*Thrips* sp.); grillo (*Acheta* sp.); tortuguilla (*Diabrotica* sp.); araña roja (*Tetranychus urticae*) (*).

Dependiendo de las condiciones ambientales y de suelo, las principales enfermedades son ocasionadas por: bacterias en follaje y fruto (*Pseudomonas siringae*, *Xanthomonas* sp. y *Acidovorax avenae*); gomosis (*Mycosphaerella fruticola*); "damping off" (*Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia* sp.); pudrición el fruto (*Sclerotium* sp.); marchitamiento y colapso de la planta (*Monosporascus cannonballus*); agallamiento de raíces y marchitamiento del follaje (*Meloydogine* sp.) y los virus del cribado del melón, del acolochamiento y del achaparramiento (*).

e. Historia del cultivo en Guatemala

Espinoza (11), señala que la producción de melón en Guatemala se inició en el valle de La Fragua, Zacapa, teniendo sus orígenes en la aldea Santa Rosalía, Zacapa. En

* Com. Pers.: Saul Matta, Jefe del Dpto. de Protección Vegetal de la empresa Semilla Verde.

1,969 se sembraron 19 hectáreas de “Smith Perfect”, una variedad del tipo cantaloupe, dando una producción en ese entonces de 110,545 kilogramos la cual se destinó al consumo interno.

El instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) señalado por Espinoza (11) indica que éste tuvo una participación determinante para que en el año 1,972 se iniciaran las exportaciones de melón hacia el mercado de los Estados Unidos. Asesoró agricultores para producir “Mayan Sweet”, un cultivar desarrollado y adaptado para las condiciones del valle de La Fragua por el ICTA.

En 1,982 se sembraron 245 hectáreas, bajo riego por gravedad. El área se incrementó a 707 hectáreas en el año de 1,987. Actualmente se siembran alrededor de 3,800 hectáreas dos veces por año, bajo riego por goteo, con acolchado plástico y desinfección de la cama de siembra con Metam Sodio, Telone o Bromuro de Metilo. En cuanto al volumen de fruta exportada y los ingresos de divisas producidos, se calcularon en 98,472 toneladas y 30 millones de dólares estadounidenses para el año 1,998 (4).

3.1.2 BIOLOGÍA DE LA MOSCA BLANCA, (*Bemisia tabaci* Gennadius).

a. Taxonomía (6)

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

b. Ciclo de vida

La mosca blanca presenta una metamorfosis del tipo paurometábola, es decir que pasa por las etapas de huevo, ninfa y adulto. Sin embargo, existen algunas modificaciones a este esquema. El último instar ninfal se convierte en una pseudopupa (17).

El ciclo de vida inicia con el período de preoviposición, el cual varía según las estaciones del año. La hembra coloca sus huevos en forma circular o semicircular en el envés de las hojas, durante la oviposición la hembra inserta sus estiletes bucales en el tejido de la hoja, mueve su abdomen ligeramente hacia arriba y hacia abajo y finalmente clava la punta del ovipositor rasgando la epidermis, el huevo es ovipositado con el pedicelo hacia adelante, en la fisura practicada (18).

El huevo es colocado en forma perpendicular a la superficie de la hoja; son blanquecinos al principio y luego se toman cafés. Cada hembra puede ovipositar hasta 160 huevos, la eclosión ocurre después de 5 a 9 días dependiendo de la especie hospedera, temperaturas y la humedad relativa (18).

El desarrollo ninfal completo dura de 12 a 15 días entre 28 y 32°C y de 28 a 32 días entre 20 a 24°C; se alarga con temperaturas de 18 a 22°C. El primer ínstar ninfal es achatado y ovalado, y es el único estado móvil de todos, donde aprovecha para desplazarse al sitio donde se alimentará y permanecerán los tres instares restantes. El último estado ninfal se caracteriza por ser inmóvil, ovalado, de color amarillo pálido denominado pupa con 0.6 mm de largo, que se abre en sitios específicos al emerger. Este período dura de 4 a 6 días a temperaturas de 26 a 32°C y se prolonga de 10 a 16 días a temperaturas de 18 a 22°C, paralizándose el desarrollo a los 16°C (figura 1) (16).

Los adultos emergen por medio de una ruptura en forma de "T" que hacen a la pupa, y antes de extender sus alas las cubren con un polvo ceroso de color blanco que segregan por las glándulas ventrales del primero y segundo segmentos abdominales. Los adultos miden aproximadamente 1 mm, de color amarillo, ojos rojos y dos pares de alas de color blanco las cuales se colocan en forma de techo sobre su cuerpo cuando el insecto está en estado de reposo. La copulación comienza de 12 a 20 horas después de haber emergido y pueden ocurrir varias veces durante el período de vida de los adultos el cual para el caso de las hembras puede llegar a 60 días, por lo general la vida del macho es mas corta que va entre los 9 a los 17 días. Aproximadamente 11 a 15 generaciones se pueden originar dentro de un año (6).

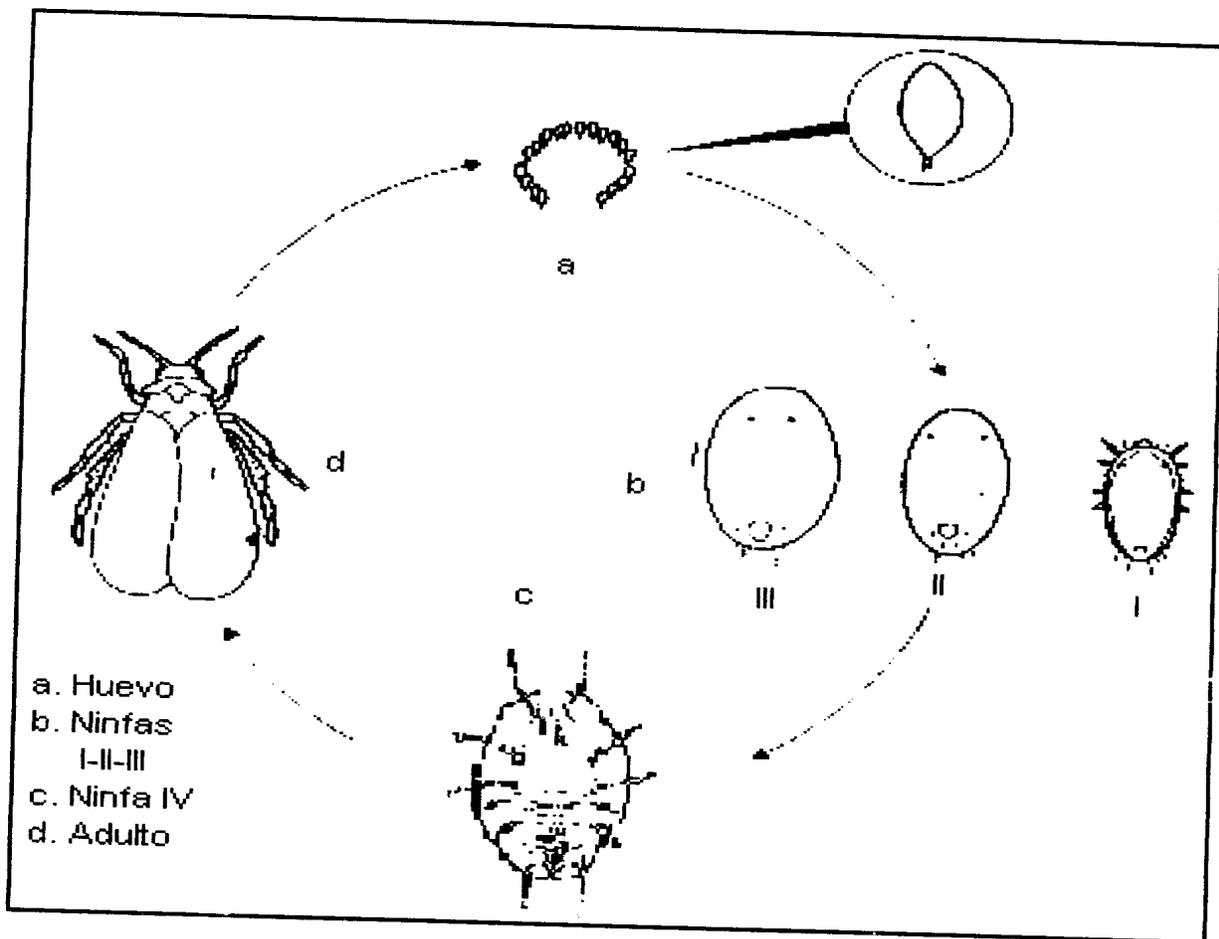


Figura 1. Ciclo de vida de la Mosca Blanca (*B. tabaci*), tomado de Malais y Ravensberg, 1,991 (18).

La reproducción de la mosca blanca puede ser sexual o por partenogénesis. Cuando es sexual, intervienen el macho y la hembra dando origen a una prole que va a ser también de machos y hembras. Facultativamente se puede dar el fenómeno de partenogénesis, es decir la fecundación de huevos sin necesidad de la intervención de un macho, y para el caso de *B. tabaci* se da la situación que la prole será únicamente de machos (arrenotoquia). Esto influye en la facilidad con que muchos insectos desarrollan resistencia a insecticidas o desarrollan nuevos biotipos (13).

c. Daños que provoca *Bemisia tabaci* Genn.

Los estados de ninfa y adulto son perjudiciales. Los 4 instares del estado ninfal, permanecen en el envés de las hojas alimentándose de la savia que produce la planta, la cual es succionada por medio de un estilete que insertan en el tejido vegetal. Cuando se alcanzan altas densidades de población, éste daño puede dar origen a problemas secundarios que se originan a partir de las excreciones melosas de estos insectos, favoreciendo el desarrollo y proliferación de hongos que interfieren con el proceso fotosintético ocasionado principalmente por fumaginas (23).

El daño más serio que ocasiona la mosca blanca es la transmisión de virus, principalmente los del grupo géminis durante el estado adulto. La relación de *B. tabaci* con los virus es del tipo persistente circulativo, lo cual significa que las partículas virales adquiridas por el insecto durante su alimentación circulan dentro de su cuerpo, pasando del intestino a la hemolinfa, hasta llegar a las glándulas salivales. Al alimentarse de una planta sana, la mosca blanca inoculara junto con la saliva las partículas virales si ésta ya se hubiera alimentado previamente de una planta infectada. Es importante señalar que los virus no se pueden transmitir transováricamente, es decir de la madre a la prole. Aunque las ninfas pueden adquirir el virus al alimentarse, su hábito sedentario o sésil les impide jugar algún papel en la transmisión del virus desde el punto de vista epidemiológico; en cambio, los adultos son vectores muy eficientes de los virus (17).

La sintomatología de la enfermedad causada por los virus es muy diversa, ya que va desde el encrespamiento o acolochamiento de las hojas de los meristemas de las guías de melón, clorosis en las hojas de las guías del melón, moteados de color amarillo en las hojas, engrosamiento de las hojas, estriamiento en los márgenes de las hojas, achaparramiento de las plantas y poco desarrollo del follaje provocando el aborto de flores masculinas y femeninas en la planta (23).

d. Distribución espacial y condiciones para el desarrollo de *B. tabaci*

La distribución de *B. tabaci* sigue un patrón agregado dentro de un campo de cultivo, determinado por la dirección predominante del viento. Los números de adultos y/o ninfas, así como el daño, son mucho mayores en los costados más expuestos al viento (13).

Las migraciones masivas de adultos se concentran en las primeras horas de la mañana, de 6:00 a 10:00 horas, y se vuelve a repetir en horas de la tarde pero con menores poblaciones de 15:00 a 16:30 horas. La tendencia de la migración es de campos viejos hacia campos nuevos en los monocultivos. Durante el día los adultos se ocultan en el envés de las hojas y para el caso de las hembras, aprovechan la oportunidad para ovipositar, teniendo cierta preferencia por los tejidos más jóvenes (16).

Las poblaciones de *B. tabaci* fluctúan en el tiempo por factores como temperatura, precipitación, viento, hospederos, entre otros; siendo mayores las poblaciones en la estación seca. Durante la estación lluviosa las poblaciones son bajas; la declinación abrupta de adultos se atribuye posiblemente a un efecto mecánico de desalojo de los adultos y quizá mueran sobre el suelo (13).

3.1.3 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

a. Historia del MIP

El MIP tiene sus orígenes a raíz de un problema que surgió a finales de la década de los 30's, y los 40's, cuando se pudo observar que el uso de un insecticida organoclorado "Plaguicida Milagroso" comercializado como DDT, ejercía un control notable sobre una diversidad de plagas; su uso fue tan intensivo que durante la década de los 40's se arrojaban cientos de toneladas a los bosque húmedos y pantanosos de la Florida EE.UU. para el control del mosquito transmisor de la malaria *Anopheles claviger*. Estudios hechos posteriormente dieron a conocer el alto grado residual y bioacumulativo del ingrediente activo: diclorodifeniltricloroetano (DDT). El DDT se utilizó por primera vez en la II Guerra Mundial y se extendió a partir de entonces por todo el mundo en grandes cantidades para combatir la fiebre amarilla, el tifus, la elefantiasis, y otras enfermedades transmitidas por insectos. En la India, redujo la incidencia de la malaria de 75 millones a menos de 5

millones de casos en una década. Las cosechas y el ganado fumigados con DDT llegaban incluso a duplicar su rendimiento (2).

En 1,954, Ray Smith y Allen citados por Andrews (2), desarrollaron el Control Integrado de Plagas. Posteriormente se empieza una nueva teoría para el control de plagas donde el uso de plaguicidas químicos quedará en últimas instancias. En 1,967 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), elabora un proyecto para que con la ayuda de expertos puedan teorizar y difundir el MIP.

Cuando la bióloga marina estadounidense Rachel Carson publicó *Silent Spring* (*Primavera silenciosa*) en 1,962, aumentó la sospecha de que el DDT, al incorporarse a la cadena alimentaria y concentrarse por último en los animales superiores, producía disfunciones reproductivas, tales como delgadez en las cáscaras de los huevos de algunas aves. Ciertas plagas de insectos desarrollaron también de forma progresiva especies resistentes al DDT, cuyas poblaciones crecían sin freno mientras las de sus depredadores naturales, como las avispas, eran destruidas por las aspersiones (2).

b. Definición de MIP

El fenómeno MIP no se había definido, hasta que en 1,979 Bottrel citado por Andrews (2), dijo que MIP es una selección, integración y ejecución de un control de plagas con base en consideración de las consecuencias económicas, ecológicas y sociales que fueran predecibles.

c. Fundamentos del MIP

El manejo integrado de plagas se fundamenta en el control de poblaciones que pueden alcanzar niveles de daño económico velando por la conservación del medio ambiente para beneficio de todos los seres vivos que interactúan en un ecosistema.

Basándose en una filosofía, restricciones y dos principios el manejo integrado de plagas se fundamenta en tácticas y estrategias (cuadro 1).

Cuadro 1. Fundamentos del Manejo Integrado de Plagas (MIP) (2).

MIP	Principios	Estrategias	Convivencia Prevención o profilaxis Erradicación Supresión Manejo
		Tácticas (<i>Métodos de Control</i>) Acciones	Fitogenético Físico y Mecánico Autocida y Etológico Manipulación de enemigos naturales Microbiológico Químico Cultural Legal
	Filosofía		
	Restricciones		

d. Principios del MIP

Uno de los principios del MIP es llevar a cabo *estrategias* que no son más que las metas fitosanitarias que se pretenden lograr. Cinco de ellas se describen a continuación y posteriormente se ilustran (figura 2) (2).

- 1) **Convivencia:** Es posible dejar el control enteramente a las fuerzas naturales, simplemente tolerando cualquier daño que pueda ser causado por insectos. Los agricultores con recursos limitados pueden verse obligados a emplear esta estrategia, aún con plagas serias. Esta estrategia es frecuentemente aplicada cuando el daño de la plaga es esporádico. Además se aplican en cultivos de bajo valor cuando no están disponibles los métodos económicos para muestreo y combate. Esta estrategia también es aplicada incondicionalmente en todas aquellas plagas potenciales que nunca alcanzan

densidades de poblaciones suficientemente altas para causar daño económico (figura 2a).

- 2) **Prevención o profilaxis:** se puede hacer algo con anticipación para evitar o prevenir el ataque de una plaga. Esta estrategia ha predominado en entomología y control de malezas por dos razones; primero: la incertidumbre asociada con la predicción de brotes obliga a los agricultores a asegurar el cultivo, aún si a veces los costos de este aseguramiento no son justificados; segundo: ciertas técnicas tienen que ser aplicadas en una manera anticipada (figura 2b).
- 3) **Erradicación:** implica el aniquilamiento de las plagas. Los gobiernos pueden emprender programas de erradicación usando liberaciones de machos estériles u otros procedimientos; tales esfuerzos, si son logrados obvian la necesidad de manejar la especie. Esta estrategia no es compatible con el concepto de manejo aunque puede ser justificada bajo condiciones especiales (figura 2c).
- 4) **Supresión:** cuando la densidad poblacional de una plaga alcanza un nivel no tolerable, se le puede suprimir o reducir temporalmente, aliviando así el problema por un tiempo. La supresión no pretende eliminar la plaga del ambiente como en el caso de la erradicación. Es diferente de la prevención en el sentido que la última se emprende con anticipación o sea antes de que constituya un problema; la estrategia de supresión es aplicada cuando la población ha alcanzado una densidad no aceptable (figura 2d).
- 5) **Manejo:** en el manejo se pretende eliminar la nocividad de las poblaciones de plagas y no erradicarlas. En vez de suprimir las poblaciones se intenta mantenerlas a niveles específicos por medio de preservación, restauración o aumento de moderadores y equilibrantes presentes en el agroecosistema (figura 2e).

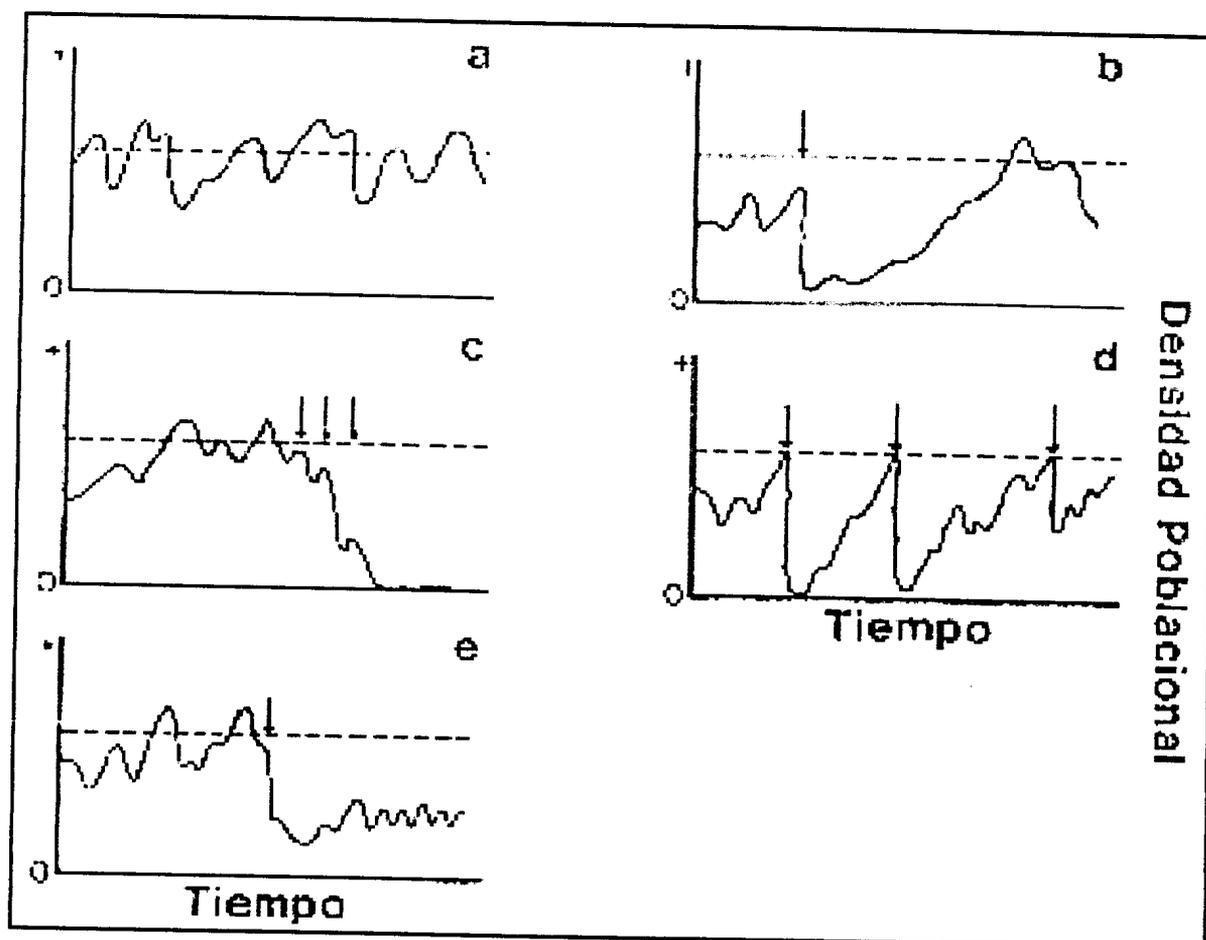


Figura 2. El efecto de cinco estrategias aplicadas en fitoprotección sobre la densidad poblacional de una plaga, tomado de Andrews, 1,992 (2).

Referencia: ↓ Las flechas indican los puntos de intervención humana.
 ----- La línea indica la densidad poblacional no tolerable (NDE).

Andrews (2), señala que las estrategias antes mencionadas son implementadas usando las siguientes *tácticas* :

- 1) **Fitogenético:** El uso de cultivares que sean resistentes o tolerantes a plagas insectiles es una táctica útil que tomará una importancia creciente en el futuro.
- 2) **Físico y Mecánico:** Los controles mecánicos y físicos son altamente diversos; pueden ser tan antiguos como la agricultura misma, como es el caso de la recolección y

destrucción de insectos o la construcción de barreras físicas. Nuevos métodos físicos de control incluyen el uso de ultrasonido, la modificación de gases atmosféricos y mantas cobertoras.

- 3) **Autocida y Etológico:** Son técnicas que aprovechan la naturaleza de los insectos y su comportamiento son incluidos en esta categoría. La liberación de insectos estériles, el uso de feromonas y otros químicos modificadores del comportamiento son ejemplo de las técnicas modernas incluidas aquí.
- 4) **Manipulación de Enemigos Naturales:** Por medio de alguna manipulación ambiental como la provisión artificial o suplementaria de alimentos, la efectividad de ciertos enemigos naturales puede ser dramáticamente aumentada.
- 5) **Microbiológico:** Los entomopatógenos están llegando rápidamente a ser importantes instrumentos para la supresión de plagas insectiles. Formulaciones comerciales de bacterias y virus que causan enfermedades altamente específicas están disponibles en el mercado. Trabajos con nematodos, hongos y otros entomopatógenos son prometedores.
- 6) **Químico:** Los insecticidas son y continuarán siendo un elemento indispensable en los programas de fitoprotección para el futuro próximo ya que son versátiles, fáciles de usar, eficaces y comercialmente atractivos. Sin embargo, sus serias inconveniencias limitan su utilidad y demandan su manejo cuidadoso y juicioso. Un número de nuevos logros en toxicología, ingeniería agrícola y genética promete el alivio de ciertas limitaciones de esta táctica.
- 7) **Cultural:** Una amplia serie de útiles manipulaciones agronómicas pueden ser aprovechadas para reducir las poblaciones de plagas. La preparación del suelo, control del agua, cultivos intercalados, uso de cultivos trampa, control de época de siembra y cosecha son unas de las muchas prácticas culturales eficaces que pueden ser utilizadas en ciertos cultivos.

- 8) **Legal:** Mandatos gubernamentales o supragubernamentales pueden requerir que los agricultores usen ciertas técnicas o que eviten usar otras. Los gobiernos pueden también llevar a cabo ciertos procedimientos, más notablemente esfuerzos de erradicación o cuarentena que los agricultores en forma individual no pueden hacer. Estos esfuerzos gubernamentales pueden ser valiosos concomitantes a los programas del MIP aplicados a nivel del agricultor.

e. Filosofía del MIP

Dentro de la filosofía del MIP, se manejan los siguientes conceptos (2):

- (a) Umbral económico: Es el nivel mínimo de la población de la plaga donde el beneficio de control sobrepasa su costo. Es un criterio de decisión para un control económico y eficiente de la plaga.
- (b) Nivel de daño económico: Es el daño ocasionado por la población de una plaga económicamente significativo, donde se consideran los siguientes aspectos:
- i.* Daño biológico causado
 - ii.* Precio de la cosecha
 - iii.* Costo del control

Otra de las filosofías del MIP consiste en reducir poblaciones de insectos plaga a un nivel de daño económico (2).

Los múltiples enfoques que se le dan a los diferentes métodos de control así como la intervención de varias personas para la toma de decisiones son filosofías que maneja el MIP ya que prevalece la preocupación por la conservación y perturbación al mínimo del ambiente y la humanidad (2).

f. Restricciones del MIP

El manejo integrado de plagas no es una tecnología que puede diseñarse en un país y luego aplicarlo en otro. Es un enfoque de tecnología en cada lugar determinado que depende del grado de desarrollo que se dispone para poder llevar a cabo las distintas

estrategias y tácticas del manejo integrado. No se puede visualizar como algo que facilita recetas para el control de determinada plaga si no como hacer el MIP acoplándose a los recursos que se disponen aplicando la tecnología necesaria y disponible en el lugar que se requiere (2).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL AREA

a. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa melonera SEMILLA VERDE, S.A., situada a la altura del Km. 139.5 de la Carretera Interamericana (CA 10), y localizada en el municipio de Estanzuela, Zacapa. La parcela experimental se ubicó sobre uno de los campos de la finca "Los Yajes", posicionada bajo las coordenadas 14°40'20" latitud norte y 89°95'18" longitud oeste, a una altitud de 242 metros sobre el nivel del mar (14).

b. Condiciones climáticas

El área de la finca prevalece una temperatura media anual de 26 °C a 28 °C, una precipitación media de 500 a 600 milímetros por año, y una humedad relativa promedio anual del 70%. La evapotranspiración potencial es de 1,400 a 1,600 milímetros por año. El clima es cálido con invierno benigno semi-seco (15).

c. Suelos

Los suelos pertenecen a la serie **chicaj arcilla**, los cuales se caracterizan por tener un material madre de ceniza volcánica cementada de color claro, relieve casi plano, drenaje interno malo, suelo superficial de color gris muy oscuro de arcilla plástica, con un espesor aproximado de 25 a 50 cm, subsuelo compuesto de ceniza volcánica pomácea cementada. Algunos suelos son poco profundos, aproximadamente de 20 cm, otros lugares alcanzan una profundidad hasta de 60 cm; cuando están secos son muy duros formando grietas y cuando están mojados son muy pegajosos. Posee una estructura cúbica gruesa que se ha desarrollado en algunos lugares. La reacción es neutra a casi neutra, con un pH que va en el rango de 6.8 a 7 (11).

Los suelos pertenecen a la región fisiográfica de la depresión del Motagua. Se encuentra en las clases agrológicas III y IV según el sistema de clasificación de suelos del USDA. Las características físicas de los suelos son texturas francas a franco arcilloso y franco arenoso; horizonte superficial sin una estructura definida y en los horizontes inferiores estructura de bloques sub-angulares con pobre desarrollo de raíces y un horizonte cementado (fragipan) a partir de los 50 – 60 cm de profundidad. Posee un contenido bajo de materia orgánica y contienen altas concentraciones de los elementos fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc (11).

d. Agua

Estanzuela se encuentra en la vertiente del mar de las Antillas; cuenca del río Motagua y sub-cuenca del río Grande de Zacapa. La finca cuenta con siete reservorios de agua, de los cuales solo uno es natural y los restantes seis fueron construidos con maquinaria. Los reservorios de agua son abastecidos por un canal que alimenta la unidad de riego La Fragua, con un caudal aproximado de 6 m³ por minuto. Cada reservorio tiene la capacidad de almacenar 8,000 m³ aproximadamente a excepción de una laguna cuya capacidad sobrepasan los 10,000 m³. La calidad del agua para riego se clasifica como C2 – C1 que indica salinidad media (agua blanda) y baja concentración de sodio, y una concentración de carbonatos de calcio entre 80 a 200 ppm. La finca cuenta con un pozo con una profundidad aproximada de 70 m. del cual extraen agua para uso en la planta empacadora y aplicación de productos fitosanitarios (*).

e. Zona de vida

La Finca Semilla Verde se ubica en una zona de vida montano espinoso subtropical (me-S) (10).

Actualmente en El Valle de La Fragua prevalece en la mayoría de su extensión los cultivos hortícolas, tales como: melón, sandía, tomate, okra (*Hybiscus sculentum*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*).

* Com. Pers.: Saul Matta, Jefe del Dpto. de Protección Vegetal de la empresa Semilla Verde.

3.2.2 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE INSECTICIDAS

a. Imidacloprid (Confidor 200SL); (Confidor 70WG) (5)

1. Formas de aplicación: Foliar, al Sistema de Riego y al pie del tallo (Drench)
2. Formulación: SL (Solución Líquida); WG (Gránulos mojables)
3. Familia química: Cloronicotinicos
4. Sobre el ingrediente activo: Imidacloprid, 200 g por litro de producto comercial.
 - i. Denominación química según IUPAC: 1-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine
 - ii. Fórmula bruta: $C_9H_{10}ClN_5O_2$
 - iii. Masa molar: 255.7 g/mol
 - iv. Fórmula estructural (figura 3)

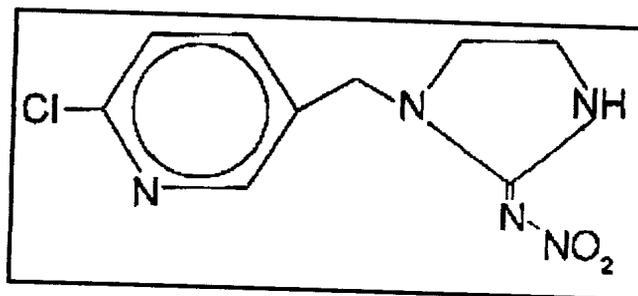


Figura 3. Fórmula estructural de la molécula Imidacloprid.

5. Dosis: 0.5 litros por hectárea, (0.350 litros por manzana).
6. Grado toxicológico: Moderadamente peligroso (Franja azul)
7. Modo de acción: Actúa de forma sistémica, por contacto e ingestión.
8. Forma de acción: Interferencia en la transmisión de estímulos en el sistema nervioso de insectos; afectando la enzima acetilcolinesterasa.
9. Formulador y Distribuidor: Bayer Crop Science.

b. Thiacloprid + Beta-Cyflutrín (Monarca 11.25SE) (5)

1. Forma de aplicación: Foliar
2. Formulación: SE (Suspensión emulsionable)
3. Familia química: Cloronicotínicos y Piretroides
4. Sobre el ingrediente activo: 100 gramos de Thiacloprid mas 12.5 gramos de Beta-Cyflutrín por litro de producto comercial.

- i. Denominación química según IUPAC de Thiacloprid: (2Z)-3-[(6-chloro-3-pyridinyl)methyl]-1,3-thiazolidin-2-ylidencyanamide
- ii. Fórmula estructural (figuras 4 y 5)

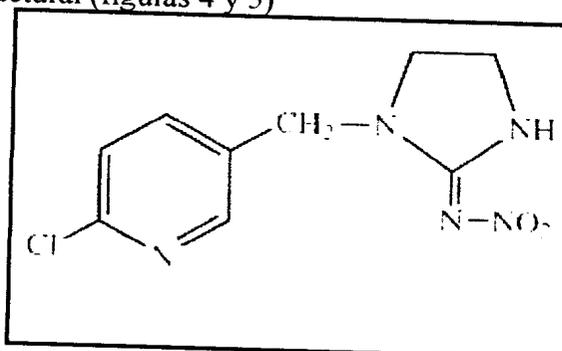


Figura 4. Fórmula estructural de la molécula Thiacloprid.

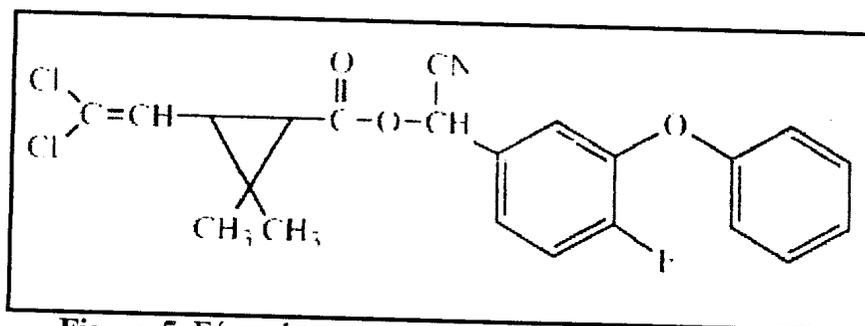


Figura 5. Fórmula estructural de la molécula Beta-Cyflutrin.

5. Dosis: 0.6 a 1.0 litro por hectárea, (0.4 a 0.7 litros por manzana).
6. Grado Toxicológico: Peligroso (Franja amarilla).
7. Modo de acción: Actúa en forma sistémica, por ingestión y por contacto, en la planta el producto tiene un efecto sistémico acropetal.
8. Forma de acción: Interferencia en la transmisión de estímulos en el sistema nervioso de insectos; afectando la enzima acetilcolinesterasa.
9. Formulador y Distribuidor: Bayer Crop Science.

c. Spiromesifen (Oberon 240SC) (5)

1. Forma de aplicación: Foliar
2. Formulación: SC (Suspensión concentrada)
3. Familia química: Ketoenoles.

4. Sobre el ingrediente activo: 240 gramos de Spiromesifen por litro de producto comercial.
- i. Denominación química según IUPAC: 3-(2,4,6,-Trimethylphenyl)-4-(3,3-dimethylbutyl-carbonyloxy)-5-spirocyclo-pentyl-3-dihydrofuranon-2.
 - v. Fórmula bruta: $C_{23}H_{30}O_4$
 - vi. Masa molar: 370 g/mol
 - vii. Fórmula estructural (figura 6)

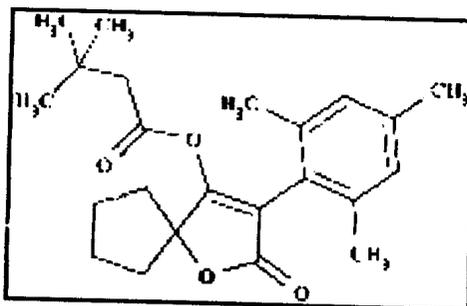


Figura 6. Fórmula estructural de la molécula Spiromesifen.

5. Dosis: 0.312 a 0.416 litros por hectárea, (0.218 a 0.291 litros por manzana).
 6. Grado Toxicológico: Ligeramente peligroso (Franja verde).
 7. Modo de acción: Por contacto e ingestión.
 8. Forma de acción: Actúa como ovicida, ninficida y adulticida de mosca blanca.
 9. Formulador y Distribuidor: Bayer Crop Science.
- d. Tiametoxam (Actara 25WG) (24)**
1. Forma de aplicación: Foliar, drench o inyectado al sistema de riego por goteo
 2. Formulación: WG (Gránulos dispersables en agua)
 3. Familia Química: Neonicotinoides.
 4. Sobre el ingrediente activo: 250 gramos de Tiametoxam por Kilogramo de producto comercial.
 - i. Denominación química según IUPAC: 3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro)amine
 - viii. Fórmula bruta: $C_8H_{10}ClN_5O_3S$.
 - ix. Masa molar:

x. Fórmula estructural (figura 7)

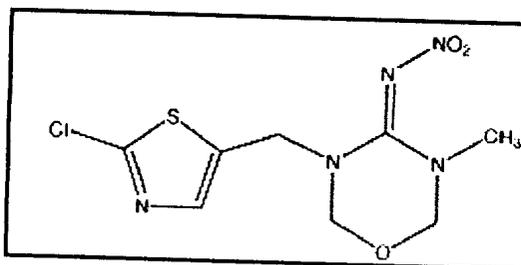


Figura 7. Fórmula estructural de la molécula Tiametoxam.

5. Dosis: 250 a 450 gramos por hectárea, (175 a 315 gramos por manzana).
6. Grado toxicológico: Ligeramente peligroso (Franja verde)
7. Modo de acción: Es un insecticida sistémico tras laminar con amplio espectro de acción y rápida penetración. Actúa por contacto e ingestión
8. Forma de Acción: Interfiere en los receptores de mensajes en el sistema nervioso de los insectos, ocasionando que estos dejen de alimentarse inmediatamente y mueran después.
9. Formulador: Syngenta y distribuidor: Promoagro.

3.2.3 GENERALIDADES DEL AGRIBÓN

El Agribón es una tela ultra ligera que sin interferir con el crecimiento de las hortalizas permite el paso de la luz solar y el agua, al mismo tiempo, crea una barrera física que evita el paso de los vectores de virus. El agribón es una tela no tejida hecha a base de fibras de polipropileno termosoldadas en un 100%; material que ofrece una resistencia adecuada para su utilización en la protección de cultivos. Su peso es aproximadamente de 17 a 18 g/m² y es tratada con un estabilizador de la luz ultravioleta para prolongar su vida útil (12).

a. Instalación del AGRIBÓN

El agribón deberá estar listo para proteger el cultivo inmediatamente después de trasplantar, por lo que hay que tomar las precauciones necesarias antes de que la plántula esté lista para el trasplante. Existen tres formas básicas de colocar el agribón (12):

1. Cubierta flotante: Se tapa con el agribón los surcos inmediatamente después de la siembra o trasplante, fijándolo a ambos lados con tierra, de esta manera se puede colocar en forma manual o mecánica.

2. Microtúnel: Se hacen pequeños arcos y se colocan a lo largo del surco cada 2 metros. La longitud del arco deberá tomar en cuenta la altura de la planta, el ancho de la cama de siembra y que los arcos van enterrados en el suelo de 15 a 20 cm de cada extremo.

3. Cortinas abatibles: Se tienden dos lienzos de agribón uno a cada lado del surco, se estaca y trasplanta en forma convencional, levantando inmediatamente dichos lienzos y uniéndolos al centro con pinzas para la ropa, a cada lado de las estacas, cerciorándose de que la planta quede totalmente protegida, pudiéndose colocar en forma manual o semimecanizada.

b. Períodos de cobertura

El agribón se encuentra en constante experimentación en cultivos piloto, teniendo ya experiencias previas en varios cultivos, desarrollándose con mucho éxito en campos de hortalizas. El período que permanezca cubierta la plantación depende de las características del cultivo, por ejemplo en plantas autógamias el período de cobertura se puede prolongar hasta la cosecha ya que no necesitan la intervención de insectos ni el viento para su polinización. Para no interrumpir el período de cobertura, el control de malezas debe hacerse previo al trasplante y en casos muy necesarios de destapar, se debe aplicar un insecticida antes de volver a colocar la cobertura. Se tienen experiencias en los siguientes cultivos pilotos (12):

- i. **Tomate** (*Lycopersicon sculentum*): El período de cobertura es de 35 a 45 días después el trasplante hasta la aparición de los primeros frutos formados. Es importante cubrir la planta inmediatamente después del trasplante para asegurar la sanidad del cultivo.

- ii. **Chile (*Capsicum annuum*):** El período de cobertura dependiendo del tipo de condiciones agroclimáticas, va desde el trasplante hasta el inicio de la cosecha. Los períodos largos de cobertura favorecen su sanidad rendimiento y calidad.
- iii. **Cucurbitáceas:** El período de cobertura va desde la siembra hasta la floración masculina; (en el caso de melón 20 a 25 días después del trasplante), con lo que se aumenta el rendimiento la calidad y la precocidad de la cosecha, respondiendo a este patrón: el melón, la sandía (*Citrus vulgaris*), la calabaza (*Lagenaria siceraria*) y el pepino (*Cucumis sativus*).

Rivas Eguizabal. (22), en su trabajo “Evaluación de la cubierta flotante de polipropileno para la prevención de virosis transmitida por mosca blanca en el cultivo del melón” sometió a evaluación 4 períodos de cobertura: 7, 14, 21 y 25 días después del trasplante y de acuerdo a los resultados obtenidos recomienda un periodo de 25 días de cobertura para plantaciones de melón cantaloupe en la zona del valle de La Fragua, Zacapa.

c. Ventajas del agribón en los cultivos (12):

- a. Se adecua a varios sistemas de cultivo.
- b. Permite el libre crecimiento del cultivo.
- c. Es posible en algunos casos su colocación mecánica.
- d. Permite el riego sin necesidad de retirarlo.
- e. Permite el intercambio de agua y aire con el ambiente, reduciendo la condensación.
- g. Controla la presencia de insectos vectores de virus.
- h. Crea un microclima favorable para el cultivo, incrementando la calidad y el rendimiento.
- i. Es estable a altas y bajas temperaturas, prolongado la temporada de cultivo.
- j. Disminuye considerablemente el uso de plaguicidas.

3.2.4 ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

La metodología de presupuestos parciales desarrollada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (7), se basa en la consideración de los costos

que varían entre tratamientos para tomar la decisión de usar o no un tratamiento, es decir que al tener identificados los rubros que varían el costo de un tratamiento a otro, se estiman los precios de campo de cada uno de los insumos para que posteriormente se estime los costos que varían, tomando en cuenta sus niveles de uso para cada tratamiento. Seguidamente se hace una estimación de los precios de campo del producto y una estimación de los rendimientos, ajustándolos de un 5 hasta 30% menos para adecuar los rendimientos experimentales a los rendimientos normales de un agricultor. Posteriormente se hace la estimación de los beneficios brutos de campo que se determinan al multiplicar el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado, este resultado se utiliza para determinar los beneficios netos de campo al restarle los costos que varían. Posteriormente se hace un análisis de dominancia; se dice que un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Para realizar este análisis, se deben organizar los tratamientos en orden creciente de los costos que varían y luego comparar si al aumentar los costos ocurre un incremento en los beneficios netos. Finalmente se calcula la tasa marginal de retorno, la cual indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementan los costos, para el efecto se empleó la fórmula:

$$\text{TMR (\%)} = (\Delta\text{BN} / \Delta\text{CV}) \times 100$$

en donde: TMR (%) = Tasa Marginal de Retorno expresado en porcentaje

ΔBN = incremento en los beneficios netos

ΔCV = incremento en los costos que varían

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar doce programas fitosanitarios para el control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en el cultivo de melón que previamente se cubrió con una manta de polipropileno (Agribón) por un período de 23 días.

4.2 Objetivos específicos

1. Determinar el programa fitosanitario que ejerce el mayor grado de control sobre adultos y ninfas de mosca blanca durante todo el ciclo del cultivo.
2. Determinar el programa fitosanitario que registre el menor porcentaje de plantas con virosis.
3. Determinar el programa fitosanitario que establezca el mayor rendimiento de frutos de melón expresado en cajas por hectárea.
4. Determinar el programa fitosanitario que refleje la mayor tasa marginal de retorno.

5. HIPÓTESIS

1. El uso de cualquier programa fitosanitario evaluado ejerce el mismo nivel de control en las poblaciones de ninfas y adultos de mosca blanca y similar grado de plantas viróticas.
2. Con todos los programas fitosanitarios evaluados se obtienen los mismos rendimientos y a su vez producen la misma rentabilidad.

6. METODOLOGÍA

6.1 DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se evaluaron 12 programas fitosanitarios (Tratamientos), los cuales comprendían el uso de insecticidas químicos en el invernadero y campo para el control de adultos y ninfas de mosca blanca. **En el campo todos los tratamientos, incluyendo al Testigo estuvieron cubiertos con la cubierta de polipropileno (Agribón) durante 23 días.** El tratamiento Testigo fue el único que no tuvo ninguna aplicación de insecticida (cuadro 2 y figura 12A).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de melón, para el control de mosca blanca, Estanzuela, Zacapa, 2,002.

No.	TRATAMIENTOS (Programas fitosanitarios)	DOSIS	MÉTODO DE APLICACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
1	Testigo (solo cubierto con agribón)	Sin ninguna	aplicación de	Insecticidas
2	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	Bandeja	TS
3	Imidacloprid 70 WG	175g ia/Ha	Bandeja	1 DAT
4	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	Bandeja	TS
	Imidacloprid 70 WG	175g ia/Ha	Bandeja	1 DAT
5	Tiametoxam 25 WG	50g ia/Ha	Bandeja	TS
	Tiametoxam 25 WG	50g ia/Ha	Bandeja	1 DAT
	Tiametoxam 25 WG	100g ia/Ha	Foliar	25 días*
6	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	Bandeja	TS
	Imidacloprid 70 WG	175g ia/Ha	Bandeja	1 DAT
	Imidacloprid 200 SL	75g ia/Ha	Foliar	25 días
7	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	Bandeja	TS
	Imidacloprid 200 SL	100g ia/Ha	Foliar	25 días
	Imidacloprid 200 SL	100g ia/Ha	Foliar	35 días
8	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	Bandeja	TS
	Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE	56.25g ia/Ha	Foliar	25 días
	Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE	56.25g ia/Ha	Foliar	35 días
9	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	Bandeja	TS
	Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE	56.25g ia/Ha	Foliar	25 días
	Spiromesifen 24 SC	75g ia/Ha	Foliar	35 días
10	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	Bandeja	TS
	Spiromesifen 24 SC	75g ia/Ha	Foliar	25 días
	Spiromesifen 24 SC	75g ia/Ha	Foliar	35 días
11	Imidacloprid 200 SL	100g ia/Ha	Foliar	25 días
	Spiromesifen 24 SC	100g ia/Ha	Foliar	35 días
12	Imidacloprid 70 WG	350g ia/Ha	Drench	En trasplante

* = días después del trasplante

TS = Tratamiento semilla

DAT = Día antes del trasplante

Drench: Forma de aplicación que va dirigida a la base del tallo con bomba de mochila.

Foliar: Forma de aplicación por aspersión que va dirigida al follaje de la planta.

Bandeja: Forma de aplicación por aspersión que va dirigida a la bandeja donde germina la semilla.

De los programas descritos se clasificaron 2 grupos:

Grupo 1: Los programas fitosanitarios que tuvieron aplicaciones de insecticidas antes del trasplante al campo (programas 2 al 10.)

Grupo 2: Los programas fitosanitarios que no tuvieron aplicaciones de insecticida antes del trasplante al campo (programas 1, 11 y 12.)

Los cinco insecticidas evaluados fueron:

5. Imidacloprid 70WG
6. Imidacloprid 200SL
7. Tiametoxam 25WG
8. Thiacloprid + ciflutrin 11.25SE
9. Spiromesifen 24SC

Tres de ellos ya se encuentran disponibles en el mercado guatemalteco (1, 3 y 4), los otros dos están en fase de investigación para evaluar sus propiedades insecticidas. Además se evaluó el nivel de control que ejerció sobre mosca blanca la cubierta flotante "Agribón".

En el momento de colocar la semilla y cubrirlas con sustrato en las bandejas de germinación, los programas 2 y del 4 al 10, incluían el tratamiento de semilla (TS), con insecticidas como Imidacloprid 70WG o Tiametoxam 25WG, ambos de acción sistémica y pueden ser traslocados hacia el follaje. Los otros programas (del 3 al 6) tuvieron una aplicación de insecticida un día antes del trasplante (1 DAT) con la finalidad de tener plantas recientemente tratadas en el campo definitivo para garantizar "en teoría", una mejor protección durante el período de cobertura; es por ello que también se decidió hacer un tratamiento que tuviera una aplicación dirigida al tallo (drench) con Imidacloprid 70WG en el momento del trasplante (programa 12). Durante los 23 días de cobertura ningún tratamiento tuvo aplicaciones de insecticidas, si no hasta los 25 y 35 días (ya destapados), de acuerdo a cada programa. Fue durante esta etapa donde realmente se vieron las diferencias en el control de la plaga por parte de cada tratamiento.

a. Diseño experimental

Considerando que el área experimental contaba de condiciones homogéneas en toda su extensión, se utilizó el diseño experimental Completamente al Azar con tres repeticiones.

b. Unidades experimentales

Cada parcela tuvo un área de 54m^2 con 100 plantas; cada parcela estaba constituida por 3 camas de siembra con una longitud de 10m, separadas a 1.8m^2 entre cada una. El área neta para la toma de datos fue de 18m^2 con 33 plantas y estuvo comprendida por la cama del centro. Se dejó un surco en cada orilla por el efecto de borde. En los extremos y entre cada parcela se dejaron 0.5m para separar las parcelas a lo largo de los surcos. El área total del experimento fue de $2,049.3\text{m}^2$.

6.2 MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en los campos de producción de la compañía SEMILLA VERDE, S.A. ubicada en la finca Los Yajes del municipio de Estanduela, Zacapa durante los meses de octubre a diciembre correspondientes a la temporada 2,002-2,003.

El manejo del área experimental se realizó siguiendo las normas establecidas por la compañía:

a. Preparación del terreno: Consistió básicamente en el paso de arado de vertedera a una profundidad de 45 cm.; seguidamente se dieron dos pasos de rastra pesada para mullir el terreno. Al tener homogenizado el tamaño de partículas de suelo se pasó una surqueadora que trazó los surcos a lo largo del campo. Posteriormente se levantó el suelo formando la cama de siembra con la ayuda de una bordeadora¹; la cama de suelo que se deja levantada fue posteriormente mullida al máximo con el paso de un rotaveitor². La distancia entre surcos finalmente quedó a 1.80m. y con un ancho de la mesa de 0.85m.

¹ *Bordeadora:* es un implemento agrícola que se acopla al tractor, compuesto por dos cuerpos de discos dentados separados a 1.10m uno del otro, cada cuerpo se compone de 3 discos.

² *Rotaveitor:* implemento de acople, accionado por el toma de fuerza del tractor que hace girar por medio de un sistema de engranajes y cadena una sección de cuchillas en forma de aspas para mullir el suelo.

- b. Emplastificado:** Esta actividad se realizó con la ayuda de una emplastadora, implemento agrícola que se acopla al sistema hidráulico del tractor y cumple tres funciones fundamentales que son: desinfectar con Bromuro de Metilo la cama de siembra, tender a lo largo del surco, sobre la cama, la manguera de riego por goteo y al mismo tiempo cubre la cama con el plástico para el acolchado.
- c. Ferti-irrigación:** Cada ferti-irrigación se realizó con la ayuda del sistema de riego por goteo de la Sección Hacienda. El tipo de manguera utilizado fue Netafim con difusores separados a 30 cm. y con un caudal de 1.7 litros/hora en cada difusor. Se hicieron en total 13 riegos, más el riego pre-trasplante y del trasplante (cuadro 17A).
- d. Siembra:** Un día antes de la siembra se perfora el plástico con chuzos, el trasplante se realizó en forma manual, con el uso de pilones de 15 días, empleando una distancia de 35cm entre postura; cada plántula fue colocada a un costado de la cama, para evitar problemas con el viento. La densidad fue de 18,518 plantas por hectárea (12,963 plantas por manzana)
- e. Control de Malezas:** Previo al riego de pre-trasplante, se hicieron aplicaciones de herbicidas no selectivos de contacto como Paraquat a razón de 2 litros por hectárea, cuatro días antes del trasplante se aplicaron productos sistémicos no selectivos como Glifosato a razón de 3 litros por hectárea. Se realizó una limpia en forma manual con azadón a los 24 días después del trasplante.
- f. Control de plagas y enfermedades:** Para el control del complejo Mosca Blanca-virosis se manejó un programa específico donde se utilizaron los productos y se hicieron las aplicaciones correspondientes según lo describe cada programa fitosanitario. La mayoría de programas se manejaron desde la fase de invernadero, recibiendo aplicaciones, en algunos casos, desde el momento de siembra en la bandeja y en otros un día antes del trasplante. Durante los primeros 23 días en el campo, todas las parcelas permanecieron protegidas por medio de una barrera física, que consistió en una manta hecha de fibra de polipropileno.

Para el control de Mosca Blanca es importante mencionar también el uso de técnicas legales como lo son las vedas que se hacen desde el mes de Mayo hasta Agosto y la de los meses de Noviembre y Diciembre, en el caso de la primera (mayo-agosto) se debe principalmente al período lluvioso en el cual se convierte muy problemático para la producción de melón además que es la temporada que se utiliza para mecanizar las tierras. Para la segunda veda (Diciembre-Enero) esta dura aproximadamente 40 días y consiste básicamente en el período intermedio entre los dos ciclos del cultivo que se dan por temporada melonera, los cuales son: Ciclo 1: que se desarrolla en los meses de Septiembre a Noviembre y el Ciclo 2: que se desarrolla en los meses de Febrero a Abril.

Para el control de larvas de lepidópteros de las especies *Spodoptera* se hicieron dos aplicaciones por aspersion a todos los tratamientos, la primera con Flufenoxuron (250cc/ha) a los 35 días después del trasplante y la segunda aspersion se hizo con Metomil (300g/ha) a los 50 días después del trasplante.

Para el control de hongos del suelo previo al trasplante como los causantes de “damping off” tales como *Fusarium oxysporum*, y *Rizoctonia* sp.; pudrición del tallo “gomosis” *Didymella bryoniae*; y el decaimiento de guías y muerte súbita *Monosporascus cannonballus*, se aplicó el biocida Bromuro de Metilo a razón de 250 kilogramos por hectárea a todos los tratamientos. Debido a que no se presentó ningún problema con enfermedades del follaje, no hubo necesidad de hacer ninguna aplicación sobre estas.

g. Cosecha: El corte de fruta empezó a los 53 días después del trasplante, efectuando de 1 a 2 cortes por día; el tiempo de cosecha duró 13 días. Las parcelas que fueron tratadas con Thiacloprid + Beta-cyflutrin y Spiromesifen no fueron recolectada para exportación, por seguridad debido a la falta de una certificación de los productos.

6.3 VARIABLES DE RESPUESTA

a. Número de adultos de mosca blanca por guía: Para el monitoreo de adultos de mosca blanca, se contó la cantidad de adultos que estaban en reposo en el envés de las hojas que se encontraban sobre una guía escogida al azar de una planta escogida aleatoriamente; la unidad de muestreo fue de 10 plantas por cada tratamiento.

b. Número de ninfas de mosca blanca por pulgada cuadrada: Para el monitoreo de ninfas de mosca blanca, se seleccionaba una guía al azar, y se escogía la hoja que contenía la mayor densidad de ninfas observadas a simple vista, luego se procedía a contar la cantidad de ninfas que existían en una pulgada cuadrada con la ayuda de una lupa de 10x de aumento, a excepción los primeros conteos, debido a que los primeros instares de *B. tabaci*, son demasiado pequeños, fue necesario el uso de un estereoscopio para cuantificar.

c. Incidencia de virosis: Para determinar la incidencia de virosis se contaron la totalidad de plantas que habían en cada parcela neta y la cantidad de plantas que presentaban cualquiera de los síntomas característico como: achaparramiento, acolochamiento y clorosis. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia de Virosis} = \frac{\text{Número de plantas viróticas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

d. Rendimiento por parcela: Un día antes de iniciar los cortes de fruta (58 días después del trasplante) se hicieron conteos en cada parcela, tomando para el efecto 10 metros lineales del surco central; a la vez se hizo una clasificación por tamaños para calcular un estimado del rendimiento en cajas de melón por hectárea, para cada uno de los programas. Los tamaños se clasificaron en: 6's, 9 yumbo, 9's, 12's, 15's, 18's 23's (*).

6.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

a. Análisis de normalidad y homogeneidad de la varianza: Previo al análisis de varianza, fue necesario saber si los datos de las variables adultos y ninfas tenía una distribución normal de errores, por lo cual fueron sometidas a la prueba de Shapiro-Wilk; además se efectuó la prueba de Chi Cuadrado para conocer la homogeneidad de varianza.

b. Análisis de varianza: El análisis de varianza se realizó para las cuatro variables de respuesta que fueron: número de adultos de mosca blanca por guía (7 lecturas), número de ninfas de mosca blanca por pulgada cuadrada (7 lecturas), porcentaje de virosis (7 lecturas) y rendimiento (1 lectura).

* El número hace referencia a la cantidad de melones que tiene capacidad la caja de empaque.

El diseño experimental fue un Completamente al Azar, con un nivel de significancia del 5%. El modelo estadístico usado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, t \end{array}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima parcela con melón

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del i – ésimo programa fitosanitario

ε_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la ij -ésima parcela con melón

c. Prueba de medias: Al verificar diferencias estadísticamente significativa se hizo la prueba de Tukey al 5% como comparador de medias, para seleccionar el mejor programa para el control de ninfas y adultos de *B. tabaci*. Para la variable Rendimiento se corrió adicionalmente la prueba de Duncan al 5%, debido a que Tukey no detectó diferencias significativas en las medias a pesar de que en el análisis de varianza si se detectan diferencias estadísticamente significativas.

d. Análisis de costos de producción por tratamiento: Con el objeto de evaluar la rentabilidad de cada tratamiento (programa), se utilizó la metodología de presupuestos parciales desarrollada por el CIMMYT (7), basándose en la consideración de los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento, es decir los “Costos que Varían” y diferencian a un tratamiento del otro, de acuerdo a los insumos que cada uno requiere.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Adultos presentes en las guías

Previo al análisis de varianza se realizó la prueba de normalidad de **Shapiro-Wilk** para la variable de Adultos presentes por guía, en la cual se plantearon las hipótesis:

Ho : La distribución de los errores es normal

Ha : La distribución de los errores no es normal

El resultado de la prueba fue: **W 0.950037 Pr < W 0.1049**. Debido a que la probabilidad es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (Ho).

En la prueba de homogeneidad de varianza, se corrió la prueba de **Chi cuadrado** y se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho : Todos los tratamientos posee la misma varianza

Ha : Existe por lo menos un tratamiento que no tiene igual varianza que el resto

El resultado fue **p=0.1685726**; por lo tanto si la probabilidad es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (Ho). El valor de Chi cuadrado calculado fue 15.3154125 y el tabular es 19.67.

Con los resultados de normalidad y homogeneidad de varianza obtenidos se puede efectuar con seguridad en respectivo análisis de varianza.

Con el uso de la manta de polipropileno contra mosca blanca se pudo observar que fue afectada, ya que impidió que los adultos colonizaran y ovipositaran en el envés de sus hojas. Se registró el número promedio de adultos presentes en 30 guías de cada tratamiento en los siete monitoreos efectuados (cuadros 3 y 18A). Luego se determinó la población promedio total de adultos por tratamiento que hubo durante la evaluación, este dato sirvió para la realización del Análisis de Varianza.

También se registró la fluctuación de las poblaciones de adultos por cada tratamiento a partir de los 23 hasta los 53 días después del trasplante (figura 8).

Cuadro 3. Número de adultos de *B. tabaci* promedio presentes por guía en plantas de melón tipo cantaloupe, en la evaluación de once programas fitosanitarios y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa. 2,002

Número de muestreo	1	2	3	4	5	6	7	MEDIA
Días después del trasplante (ddt)	24	28	33	38	43	48	53	
Fecha del muestreo	2-12-02	6-12-02	11-12-02	16-12-02	21-12-02	26-12-02	31-12-02	
T1 (Testigo)	3.33	21.33	18.66	31.00	151.67	268.33	547.33	148.81
T2	4.00	20.33	21.66	32.66	170.67	244.67	678.00	167.43
T3	2.66	20.66	17.00	30.00	151.33	261.33	650.67	161.95
T4	3.66	11.00	23.33	43.00	156.00	315.00	544.67	156.67
T5	4.33	18.00	16.00	29.66	177.67	307.00	802.00	193.52
T6	3.66	15.66	17.00	31.00	70.00	230.67	561.67	132.81
T7	4.00	17.00	14.00	24.33	115.33	189.33	499.00	123.29
T8	4.66	21.33	22.33	36.00	104.67	303.67	533.67	146.62
T9	3.33	12.66	17.66	36.66	102.67	154.67	278.00	86.53
T10	4.00	11.00	20.00	25.66	68.00	273.00	335.00	105.24
T11	0.66	15.33	13.66	25.66	97.33	184.33	191.67	75.52
T12	4.53	17.33	19.00	39.00	77.00	282.67	261.67	100.14
MEDIA	3.55	16.80	18.36	32.05	120.20	251.22	490.28	

Es preciso señalar que durante los monitoreos de adultos es posible que las migraciones influyeran determinantemente en la lectura efectuada ya que al momento de tomar el dato de adultos reposados por guía, algunos tratamientos como por ejemplo el T1 (testigo) presentaron menos población en promedio que algunos tratamientos que tuvieron aplicaciones de insecticidas (T2, T3, T4 y T5).

Se pudo observar que los tratamientos que solamente tuvieron la aplicación de insecticidas en el invernadero (T2, T3 y T4) registraron las poblaciones de adultos mas altas en promedio, lo que sugiere que se hace necesaria la aplicación de insecticidas después de quitar la cubierta. Por otro lado, los tratamientos con Tiametoxam 25WG (T5) y con Thiacloprid+ β ciflutrin 11.25 SE (T8) demostraron pobre control para los adultos de mosca blanca aún haciendo aplicaciones foliares después de quitar la cubierta de polipropileno.

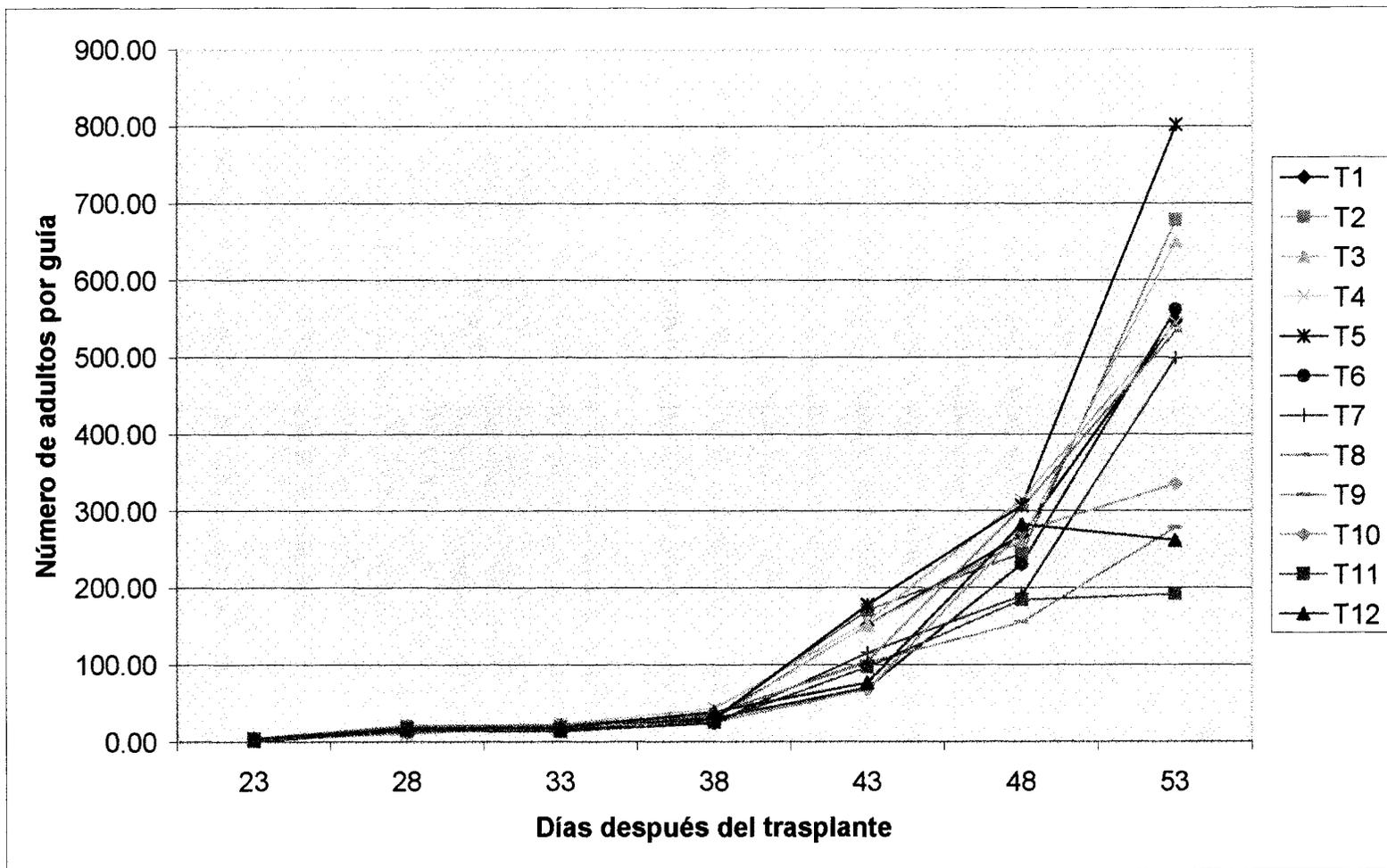


Figura 8. Fluctuación de la población de adultos de *Bemisia tabaci* en los once programas fitosanitarios evaluados y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa, 2,002

Por otra parte la población de adultos se incrementó en número a partir del quinto muestreo, es decir 38 días después del trasplante. Los dos monitoreos posteriores; el sexto y séptimo, efectuados a los 48 y 53 días después del trasplante respectivamente, mostraron cuales fueron los programas que lograron efectuar un mejor control en las poblaciones de adultos, siendo el programa 11 el que registró los promedios más bajos (75.52) de adultos de mosca blanca por guía.

Por la cantidad de adultos promedio que registraron algunos programas al finalizar el ensayo, tales como el programas 9 con Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt (86.53 adultos/guía); el programa 10 con Imidacloprid 70WG en el semillado + Spiromesifen 24SC a los 25 ddt y 35 ddt (105.24 adultos/guía); el programa 11 con Imidacloprid 200SL a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt (75.52 adultos/guía) y el programa 12 con Imidacloprid 70WG el día del trasplante, aplicado en la base del tallo (100.14 adultos/guía), pueden efectuar un excelente control de poblaciones de adultos.

Para evaluar si existieron diferencias significativas entre programas, se realizó el análisis de varianza al promedio de todas las lecturas efectuadas (cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable de adultos de *B. tabaci* promedio presentes por guía de plantas de melón tipo cantaloupe, en la evaluación de once programas fitosanitarios y un testigo relativo. Estanzuela, Zacapa. 2,002

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calc.	F tab. (0.05)	C.V.
Tratamiento	11	42,268.14	3,842.56	17.33*	2.22	11.18
Error	24	5,321.22	221.72			
Total	35	47,589.36				

Referencias.

* = Existe diferencia estadísticamente significativa al 5% de probabilidad.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la variable número de adultos de mosca blanca promedio por guía, señalan que si existieron diferencias estadísticas significativas ($F_c: 17.33 > F_t: 2.22$) en el efecto de control entre los doce programas, por lo tanto se procedió a efectuar una prueba estadística de comparación de medias; en este caso se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, para determinar el programa en el que hubo menor cantidad de adultos de mosca blanca por guía (cuadro 5).

Cuadro 5. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5% para la variable adultos de *B. tabaci* promedio presentes por guía de plantas de melón tipo cantaloupe, en Estanzuela, Zacapa, 2,002

TRAT.	DESCRIPCIÓN	MEDIA	GRUPO TUKEY
5	Tiametoxam 25WG en el semillado + 1 dat y 25 ddt	193.52	A
2	Imidacloprid 70WG en el semillado	167.43	AB
3	Imidacloprid 70WG 1 dat	161.95	ABC
4	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat	156.67	ABC
1	Testigo (Solo Agribón)	148.81	BCD
8	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt y 35 ddt	146.62	BCD
6	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat + Imidacloprid 200SL 25 ddt	132.81	BCDE
7	Imidacloprid 70WG en el semillado + Imidacloprid 200SL a los 25 ddt y 35 ddt	123.29	CDEF
10	Imidacloprid 70WG en el semillado + Spiromesifen 24SC a los 25 ddt y 35 ddt	105.24	DEFG
12	Imidacloprid 70WG el día del trasplante, aplicado en la base del tallo	100.14	EFG
9	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	86.53	FG
11	Imidacloprid 200SL a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	75.52	G

La prueba múltiple de medias, señaló que los programas 9, 10, 11 y 12 fueron los mejores en cuanto al control que se efectuó sobre las poblaciones de adultos, con una media de 86.53, 105.24, 75.52 y 100.14 adultos por guía respectivamente, por otro lado, los programas 2, 3, 4 y 5 fueron los que menor efecto de control efectuaron con una media de 167.43, 161.95, 156.67 y 193.52 adultos por guía respectivamente.

Según la prueba de Tukey efectuada, clasifica a los programas 9, 10, 11 y 12 en un mismo grupo: "G", lo cual indica que tuvieron un efecto de control estadísticamente similar sobre la población de adultos de mosca blanca. Con excepción del programa 12, en los restantes se utilizó Spiromesifen 24SC.

7.2 Ninfas por pulgada cuadrada

Al igual que el efecto de las poblaciones de adultos, las ninfas no pudieron desarrollarse sino hasta el momento en que los adultos pudieron tener contacto con las plantas, razón por la cual en los primeros dos monitoreos efectuados a los 24 y 28 días

después del trasplante todavía no se observaron ninfas de ningún ínstar en el envés de las hojas (cuadros 6 y 19A y figura 9).

Cuadro 6. Número de ninfas de *B. tabaci* promedio presentes en una pulgada cuadrada, del envés de las hojas de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa 2,002

Número de muestreo	1	2	3	4	5	6	7	MEDIA
Días después del trasplante	24	28	33	38	43	48	53	
Fecha del muestreo	2-12-02	6-12-02	11-12-02	16-12-02	21-12-02	26-12-02	31-12-02	
T1 (Testigo)	0	0	39.67	38.67	54.00	69.33	131.33	47.57
T2	0	0	86.67	44.00	57.33	86.33	259.00	76.19
T3	0	0	51.33	47.00	49.67	72.00	269.00	69.86
T4	0	0	55.33	42.33	46.33	72.00	214.33	61.48
T5	0	0	61.00	61.33	61.33	64.00	258.33	72.29
T6	0	0	39.33	45.33	38.00	57.00	133.33	44.71
T7	0	0	38.33	31.00	32.00	31.33	99.00	33.10
T8	0	0	51.00	36.33	25.33	25.33	152.00	41.43
T9	0	0	31.00	38.33	29.33	27.00	81.33	29.57
T10	0	0	17.33	17.00	16.33	21.67	117.00	27.04
T11	0	0	29.33	28.33	24.33	22.33	46.33	21.52
T12	0	0	41.67	36.67	48.00	38.00	102.00	38.05
MEDIA	0	0	45.17	38.86	40.17	48.86	155.25	

Las ninfas se contabilizaron hasta el tercer muestreo, esto se debió posiblemente a que antes del día 2-12-02 (día del destape y primer muestreo), ningún adulto había tenido contacto con las plantas, por lo tanto no habían huevos para desarrollarse, mientras que después del destape los adultos empezaron con bajas poblaciones y empezaron a ovipositar. Para el segundo muestreo: 6-12-02, ya se observaban huevos a punto de eclosionar, según Malais & Ravensberg (18); la eclosión ocurre después de 5 a 9 días, dependiendo de la especie hospedera, temperaturas y la humedad relativa; fue hasta el tercer muestreo (33 ddt): 11-12-02, que se lograron identificar ninfas de primer y segundo ínstar.

Los programas 10 y 11 conservaron las poblaciones mas bajas de ninfas durante el período de los 33 hasta los 48 días después del trasplante. También se pudo apreciar que la población de ninfas tuvo un incremento entre el penúltimo y el último muestreo (48 y 53 ddt), fue entonces cuando se diferencian los programas que ejercieron un mejor control en la población de ninfas, tales como los programas 11 (Imidacloprid 200SL a los 25 ddt +

Spiromesifen 24SC a los 35 ddt) y **9** (Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt) (figura 9).

Es necesario mencionar que el tratamiento Testigo presentó poblaciones mas bajas que algunos tratamientos que si tuvieron aplicaciones de insecticidas los cuales coinciden con los mismos tratamientos que tuvieron la mayor población de adultos (T2, T3, T4 y T5). Esto hace suponer que la alta población de ninfas se vio influida por la alta población de adultos que ovipositaron muchos huevos y la baja efectividad de los cuatro programas fitosanitarios, que no precisamente tiene que ver con la probable ineficiencia de los productos químicos que se utilizaron en estos tratamientos.

Para determinar si las diferencias entre poblaciones de ninfas de los distintos programas se realizó el respectivo análisis de varianza utilizando la media general de todas las lecturas que reportó cada tratamiento (cuadro 7). Pero previo a ello se corrió la prueba de normalidad **Shapiro-Wilk** para saber si la distribución de los errores es normal.

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Ho : La distribución de los errores es normal

Ha : La distribución de los errores no es normal

El resultado de la prueba fue: **W 0.986396 Pr < W 0.9287**. Puesto que la probabilidad es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (Ho).

También se realizó la prueba de **Chi cuadrado** para determinar la homogeneidad de varianza, para lo cual se plantearon las hipótesis:

Ho : Todos los tratamientos posee la misma varianza

Ha : Existe por lo menos un tratamiento que no tiene igual varianza que el resto

El resultado de fue **p= 0.26398969**; por lo tanto si la probabilidad es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (Ho). El valor de Chi cuadrado calculado fue **13.4664707** y el tabular es 19.67.

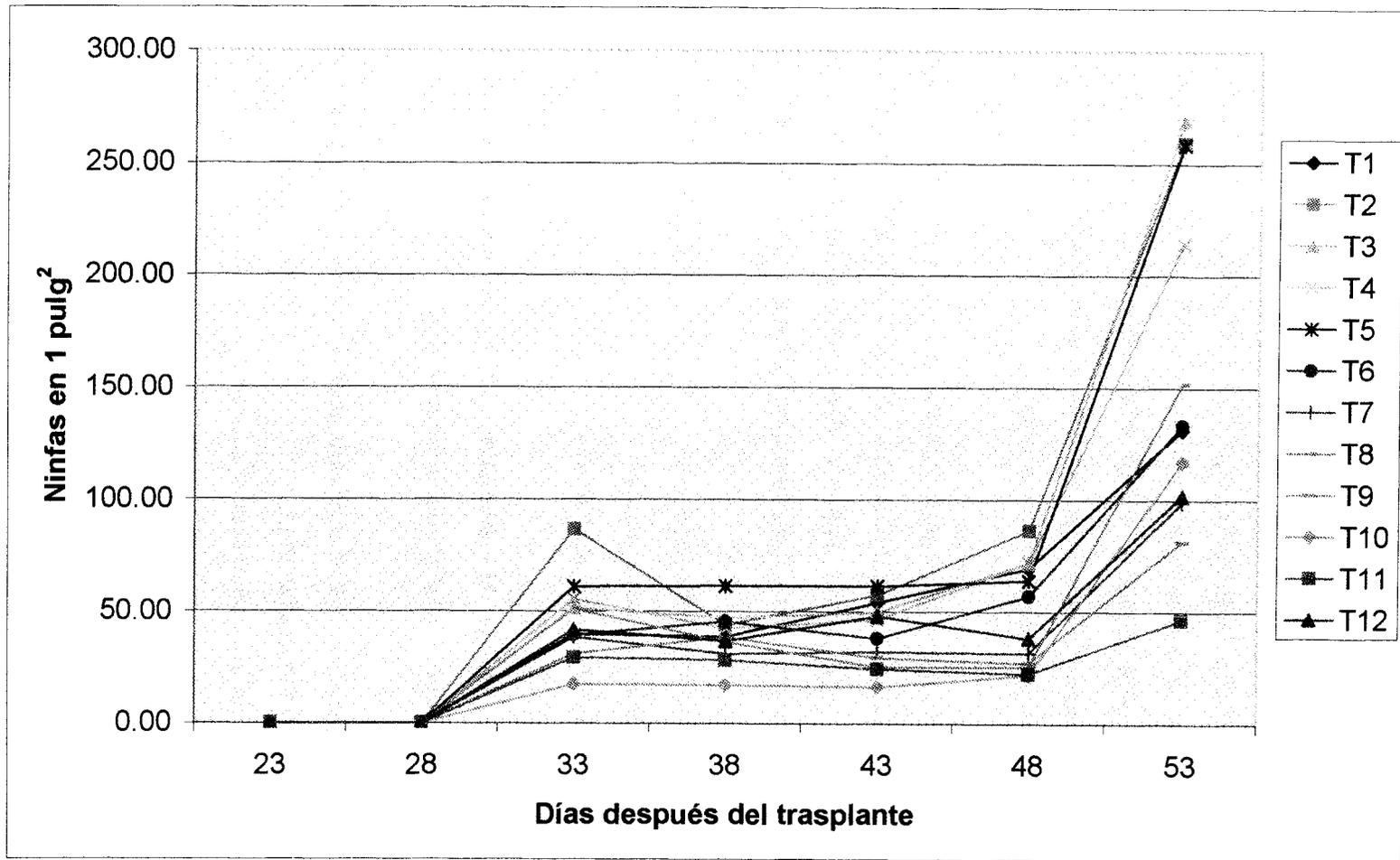


Figura 9. Fluctuación de la población de ninfas de *Bemisia tabaci* en los once programas fitosanitarios evaluados y un testigo relativo, Estanzuela, Zacapa, 2,002.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable ninfas de *B. tabaci* promedio presentes en una pulgada cuadrada, del envés de las hojas de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calc.	F tab. (0.05)	C.V.
Tratamiento	11	11,653.03	1,059.37	37.53*	2.22	11.33
Error	24	677.53	28.23			
Total	35	12,330.56				

Referencias.

* = Existe diferencia estadísticamente significativa al 5% de probabilidad.

Debido a que el análisis de varianza señaló diferencias estadísticas ($F_c: 37.57 > F_t: 2.22$); se realizó la prueba de medias Tukey al 5% de probabilidad para determinar el tratamiento con menor incidencia de ninfas (cuadro 8).

La prueba de medias demostró que con el programa 11 se obtuvo la menor población de ninfas con un promedio de 21.52 ninfas por pulgada cuadrada, mientras que con el programa 2 se obtuvo la mayor cantidad de ninfas con un promedio de 76.19 ninfas por pulgada cuadrada.

Cuadro 8. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5% para la variable ninfas de *B. tabaci* promedio presentes en una pulgada cuadrada, del envés de las hojas de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002

TRAT.	DESCRIPCIÓN	MEDIA	GRUPO TUKEY
2	Imidacloprid 70WG en el semillado	76.19	A
5	Tiametoxam 25WG en el semillado + 1 dat y 25 ddt	72.29	A
3	Imidacloprid 70WG 1 dat	69.86	A
4	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat	61.48	AB
1	Testigo (Solo Agribón)	47.57	BC
6	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat + Imidacloprid 200SL 25 ddt	44.71	CD
8	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt y 35 ddt	41.43	CDE
12	Imidacloprid 70WG el día del trasplante, aplicado en la base del tallo	38.05	CDE
7	Imidacloprid 70WG en el semillado + Imidacloprid 200SL a los 25 ddt y 35 ddt	33.10	CDEF
9	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	29.57	DEF
10	Imidacloprid 70WG en el semillado + Spiromesifen 24SC a los 25 ddt y 35 ddt	27.04	EF
11	Imidacloprid 200SL a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	21.52	F

La prueba de medias Tukey clasificó en un mismo grupo a los programas 7 con una media de 33.10 ninfas por pulgada cuadrada, al programa 9 con 29.57, al 10 con 27.04 y al 11 con 21.52; esto indica que al 5% de significancia no existen diferencias estadísticas en la cantidad de ninfas por pulgada cuadrada. Se repite una vez mas que los programas 9, 10 y 11 reportan la menor población de mosca blanca en su estado inmaduro, y su particularidad es que contienen aplicaciones con Spiromesifen 24SC. Por otro lado, Tukey clasifica a los programas 2, 3, 4 y 5 en un mismo grupo "A" como los que menor efecto de control ejercieron sobre las poblaciones de ninfas.

7.3 Incidencia de virosis

La incidencia de virosis en el ensayo fue muy baja durante el ciclo del cultivo; el rango estuvo entre 0.33 y 2.33%, donde los programas fitosanitarios 11 (0.24%) y 12 (0.71%) obtuvieron la menor y mayor incidencia promedio respectivamente. A partir del cuarto muestreo (15 días después del destape), se empezaron a observar pocas plantas con daño ocasionado por virus (cuadros 9 y 20A; y figura 10). El tratamiento Testigo obtuvo baja incidencia de virosis en comparación con los demás tratamientos que tuvieron aplicaciones de insecticidas, sin embargo las variaciones fueron bajas y sin diferencias significativas entre si, probablemente por la efectividad de la barrera física de polipropileno empleada para aislar al vector de la planta.

Cuadro 9. Porcentaje de virosis promedio presentes en parcelas de 54 m² del cultivo de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa 2,002.

Número de muestreo	1	2	3	4	5	6	7	MEDIA
Días después del trasplante	23	28	33	38	43	48	53	
Fecha del muestreo	1-12-02	6-12-02	11-12-02	16-12-02	21-12-02	26-12-02	31-12-02	
Ti (Testigo)	0	0	0	0.00	0.00	1.33	1.33	0.38
T2	0	0	0	0.33	0.33	1.00	1.33	0.43
T3	0	0	0	0.67	0.67	0.67	1.67	0.52
T4	0	0	0	0.33	0.33	0.67	1.00	0.33
T5	0	0	0	0.33	0.33	0.67	2.00	0.48
T6	0	0	0	0.33	0.33	1.33	1.67	0.52
T7	0	0	0	0.00	0.00	1.33	1.33	0.38
T8	0	0	0	0.00	0.00	1.33	1.33	0.38
T9	0	0	0	0.00	0.00	1.00	1.33	0.33
T10	0	0	0	0.00	0.00	1.00	1.33	0.33
T11	0	0	0	0.00	0.00	0.67	1.00	0.24
T12	0	0	0	0.33	0.33	2.00	2.33	0.71
MEDIA	0	0	0	0.19	1.19	1.08	1.47	

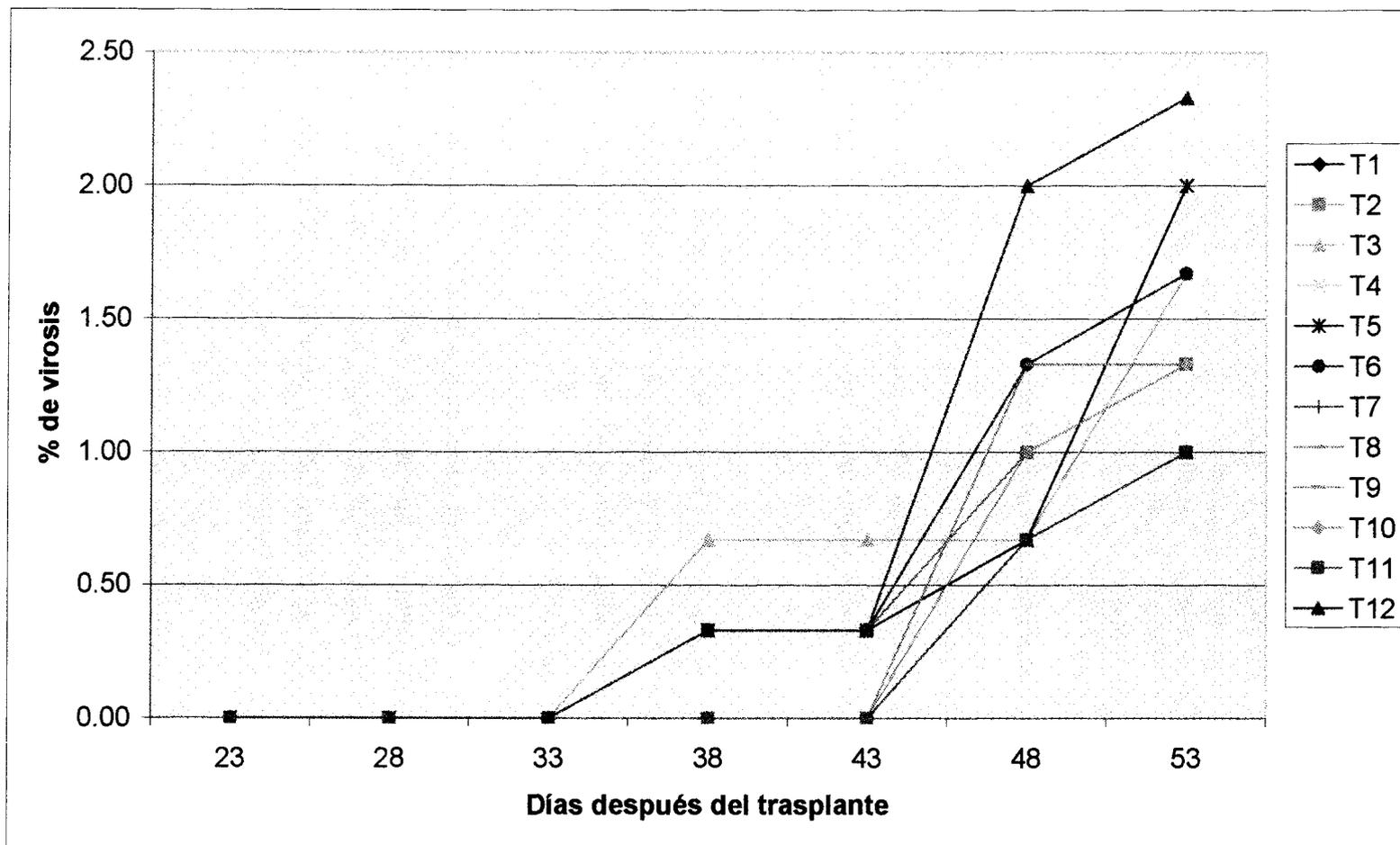


Figura 10. Fluctuación de la incidencia de virosis en los once programas fitosanitarios evaluados y un testigo relativo, Estanzuela, Zacapa, 2,002.

Para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas en los datos del porcentaje de incidencia de virosis, se hizo el respectivo Análisis de Varianza (cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable porcentaje de virosis promedio presente por parcela de plantas de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calc.	F tab. (0.05)	C.V.
Tratamiento	11	0.50960833	0.04632803	0.48	2.22 (NS)	73.51
Error	24	2.29706667	0.09571111			
Total	35	2.80667500				

Referencias.

NS = No existe diferencia estadísticamente significativa al 5% de probabilidad.

Puesto que el análisis de varianza efectuado con el 5% de probabilidad, no reveló diferencias estadísticas significativas en los datos de incidencia de virosis ($F_c: 0.48 < F_t: 2.22$), no fue necesario hacer un análisis múltiple de medias.

7.4 Rendimiento

Solamente se hizo una lectura, y fue a los 58 días, un día antes del primer corte, (5/01/03); se cuantificó y clasificó la fruta por tamaños que había en 10 metros lineales del surco central por cada tratamiento, posteriormente se calculó su equivalente en cajas por hectárea, (cuadros 11 y 21A; y figura 11).

Se pudo apreciar que con el programa 11 el cual consistió en una aplicación de Imidacloprid 200SL a los 25 ddt y otra con Spiromesifen 24SC a los 35 ddt se obtuvo el mayor rendimiento, con una producción estimada en 1,825 cajas/hectárea, y con el programa 7 el menor rendimiento con una producción estimada en 1,357 cajas/hectárea; luego el Testigo con un estimado de 1,407 cajas/hectárea.

Cuadro 11. Rendimiento promedio en cajas por hectárea de frutos exportables de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa, 2,002.

TRAT.	Descripción	Cajas / hectárea
1	Testigo (Solo Agribón)	1,407
2	Imidacloprid 70WG en el semillado	1,483
3	Imidacloprid 70WG 1 dat	1,575
4	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat	1,697
5	Tiametoxam 25WG en el semillado + 1 dat y 25 ddt	1,630
6	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat - Imidacloprid 200SL 25 ddt	1,421
7	Imidacloprid 70WG en el semillado + Imidacloprid 200SL a los 25 ddt y 35 ddt	1,357
8	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt y 35 ddt	1,589
9	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	1,797
10	Imidacloprid 70WG en el semillado + Spiromesifen 24SC a los 25 ddt y 35 ddt	1,764
11	Imidacloprid 200SL a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	1,825
12	Imidacloprid 70WG el día del trasplante. aplicado en la base del tallo	1,588

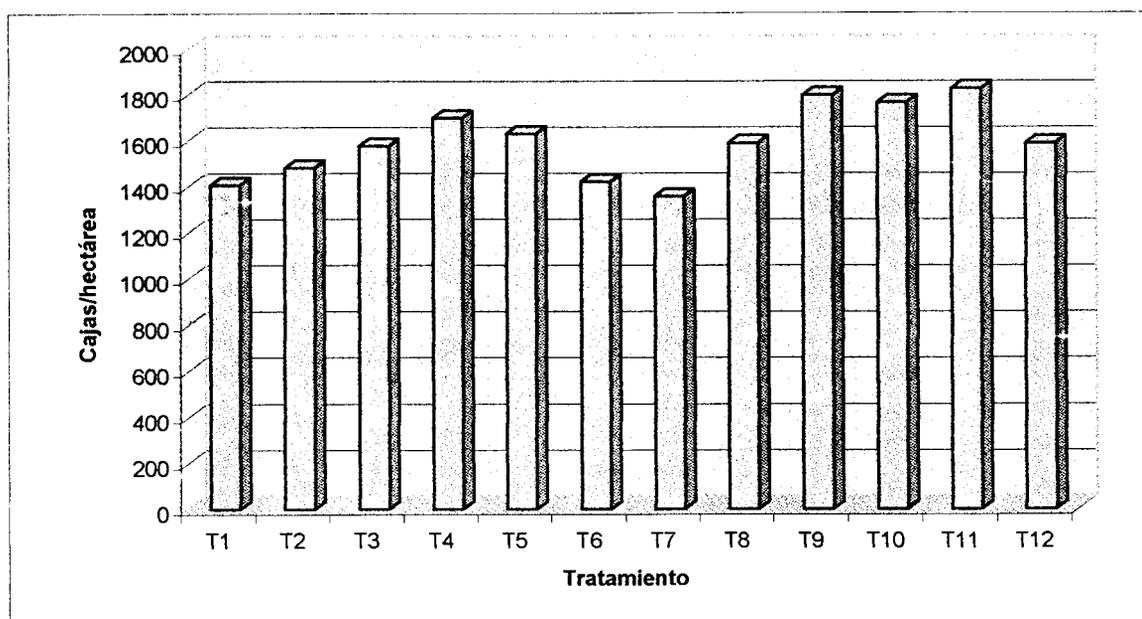


Figura 11. Rendimiento en cajas exportables por hectárea de melón tipo cantaloupe por cada tratamiento evaluado. Estanzuela, Zacapa, 2,002.

Para establecer si las diferencias son estadísticamente significativas, se hizo el respectivo análisis de varianza (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento de cajas exportables por hectárea de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calc.	F tab. (0.05)	C.V.
Tratamiento	11	738,724.22	67,156.74	2.48	2.22 *	10.37
Error	24	649,747.34	27,072.81			
Total	35	1,388,471.56				

Referencias.

* = Existe diferencia estadísticamente significativa al 5% de probabilidad.

Los datos del análisis de varianza para la variable rendimiento reportaron que existieron diferencias estadísticas significativas ($F_c: 2.48 > F_t: 2.22$) entre los programas, aunque la diferencia entre F calculada y F tabular sea por 0.26, se procedió a realizar la prueba de medias Tukey al 5% la cual no detectó diferencias estadísticas significativas entre programas (cuadro 22A); es por ello que se procedió a correr la prueba de medias Duncan al 5% (cuadro 13).

Cuadro 13. Resultado de prueba de medias según Duncan al 5% para la variable rendimiento de cajas exportables por hectárea de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002.

Trat.	Descripción	Media	Duncan
11	Imidacloprid 200SL a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	1,825	A
9	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	1,797	AB
10	Imidacloprid 70WG en el semillado + Spiromesifen 24SC a los 25 ddt y 35 ddt	1,764	ABC
4	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat	1,697	ABCD
5	Tiametoxam 25WG en el semillado + 1 dat y 25 ddt	1,630	ABCD
8	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt y 35 ddt	1,589	ABCD
12	Imidacloprid 70WG el día del trasplante, aplicado en la base del tallo	1,588	ABCD
3	Imidacloprid 70WG 1 dat	1,575	ABCD
2	Imidacloprid 70WG en el semillado	1,483	BCD
6	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat + Imidacloprid 200SL 25 ddt	1,421	CD
1	Testigo (Solo Agribón)	1,407	CD
7	Imidacloprid 70WG en el semillado + Imidacloprid 200SL a los 25 ddt y 35 ddt	1,357	D

Al realizar la prueba de medias se observó que el programa 11 demuestra el mayor rendimiento (1,825 cajas/hectárea), pero sin diferencias estadísticas significativas con los programas fitosanitarios 3, 4, 5, 8, 9 10 y 12.

Incluso al tratamiento testigo que no tuvo ninguna aplicación de insecticidas para mosca blanca obtuvo un rendimiento aceptable, superior incluso al del programa 7 con una aplicación de Imidacloprid 70WG en el semillado mas dos aplicaciones de Imidacloprid 200SL, una a los 25 ddt y otra a los 35 ddt. La razón que justifica el hecho de que el programa Testigo obtuvo un buen rendimiento se puede atribuir a la baja incidencia de virosis generalizada en todos los campos comerciales que estaban sembrados en ese momento, ya que es sabido que la virosis en sí es el verdadero causante de los bajos rendimientos, por lo que el control prioritario es hacia el vector.

7.5 Análisis Económico

Este se elaboró tomando como base el rendimiento total, expresado en cajas por hectárea de cada uno de los programas, sumando las cajas de primera y de segunda calidad. El precio promedio estimado por cada caja de melón, fue de 60 quetzales.

Los costos entre programas variaron de acuerdo al valor de los insumos, en este caso, el precio de los productos fueron determinantes en la variación de costos (cuadro 14). Posteriormente se elaboró un análisis de dominancia, (cuadro 15) con el cual se determinaron los programas que fueron sometidos al cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (cuadro 16).

Cuadro 14. Análisis de presupuestos parciales de los diferentes tratamientos evaluados para el control del complejo mosca blanca-virosis en el cultivo de melón tipo cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rendimiento promedio (cajas/ha.)	1,407	1,483	1,575	1,697	1,630	1,421	1,357	1,589	1,797	1,764	1,825	1,588
Precio (Q/caja)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Ingreso Bruto (Q/ha)	84,420	88,980	94,500	101,820	97,800	85,260	81,420	95,340	107,820	105,840	109,500	95,280
Costo de productos químicos (Q/ha)	0	228.56	400.00	800.00	1,493.32	799.98	685.68	321.22	449.89	578.56	461.89	800.00
Costo de aplicación de productos químicos (Q/ha)	0	2.50	2.50	10.00	78.00	78.00	148.50	148.50	148.50	148.50	146.00	94.00
Costo Variable Total (Q/ha)	0	231.06	402.50	810.00	1,571.32	877.98	834.18	469.72	598.39	727.06	607.89	894.00
Beneficio Neto (Q/ha)	84,420.00	88,748.94	94,097.50	101,010.00	96,228.68	84,382.02	80,585.82	94,870.28	107,221.61	105,112.94	108,892.11	94,386.00

Cuadro 15. Análisis de dominancia correspondiente a los doce tratamientos evaluados para el control del complejo mosca blanca-virosis en el cultivo de melón tipo cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.

No	TRATAMIENTO	DOSIS	COSTO VARIABLE	BENEFICIO NETO	DOMINANCIA
1	Testigo (Agribón)	---	0.00	84,420.00	ND
2	Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha	231.06	88,748.94	ND
3	Imidacloprid 70 WG	175g ia/Ha	402.50	94,097.50	ND
8	Imidacloprid 70 WG Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE	100g ia/Ha 56.25g ia/Ha 56.25g ia/Ha	469.72	94,870.28	ND
9	Imidacloprid 70 WG Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE Spiromesifen 24 SC	100g ia/Ha 56.25g ia/Ha 75g ia/Ha	598.39	107,221.61	ND
11	Imidacloprid 200 SL Spiromesifen 24 SC	100g ia/Ha 100g ia/Ha	607.89	108,892.11	ND
10	Imidacloprid 70 WG Spiromesifen 24 SC Spiromesifen 24 SC	100g ia/Ha 75g ia/Ha 75g ia/Ha	727.06	105,112.94	D
4	Imidacloprid 70 WG Imidacloprid 70 WG	100g ia/Ha 175g ia/Ha	810.00	101,010.00	D
7	Imidacloprid 70 WG Imidacloprid 200 SL Imidacloprid 200 SL	100g ia/Ha 100g ia/Ha 100g ia/Ha	834.18	80,585.82	D
6	Imidacloprid 70 WG Imidacloprid 70 WG Imidacloprid 200 SL	100g ia/Ha 175g ia/Ha 75g ia/Ha	877.98	84,382.02	D
12	Imidacloprid 70 WG	350g ia/Ha	894.00	94,386.00	D
5	Tiametoxam 25 WG Tiametoxam 25 WG Tiametoxam 25 WG	50g ia/Ha 50g ia/Ha 100g ia/Ha	1,571.32	96,228.68	D

Debido a que en el análisis de dominancia los programas 1, 2, 3, 8, 9 y 11 presentaron No Dominancia, se seleccionaron para estimar la Tasa Marginal de Retorno.

Cuadro 16. Determinación de la Tasa Marginal de Retorno para los programas No Dominados en la evaluación de doce programas fitosanitarios para el control de mosca blanca en el cultivo de melón cantaloupe, Estanzuela, Zacapa, 2,002.

No	TRATAMIENTO	COSTO VARIABLE	BENEFICIO NETO	ΔCV	ΔBN	%TMR
1	Testigo (Agribón)	0.00	84,420.00	0	0	0
2	Imidacloprid 70 WG (100g i.a./ha)	231.06	88,748.94	231.06	4,328.94	1,873.51
3	Imidacloprid 70 WG (175g i.a./ha)	402.50	94,097.50	171.44	5,348.56	3,119.79
8	Imidacloprid 70 WG (100g i.a./ha) Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE (112.5g i.a./ha)	469.72	94,870.28	67.22	772.78	1,149.63
9	Imidacloprid 70 WG (100g i.a./ha) Thiacloprid+βciflutrin 11.25 SE (56.25g i.a./ha) Spiromesifen 24 SC (75g i.a./ha)	598.39	107,221.61	128.67	12,351.33	9,599.23
11	Imidacloprid 200 SL (100g i.a./ha) Spiromesifen 24 SC (100g i.a./ha)	607.89	108,892.11	9.50	1,670.50	17,584.21

De acuerdo a los resultados obtenidos, el programa 11, el cual consiste en una aplicación foliar de Imidacloprid 200SL (100g ia/Ha) a los 25 días después del trasplante mas una aplicación foliar de Spiromesifen 24SC (100g ia/Ha) a los 35 días después del trasplante genera un retorno de 175.84 quetzales por cada quetzal invertido en el control fitosanitario para mantener bajas las poblaciones del complejo mosca blanca-virosis.

En términos generales el tratamiento 1 (Testigo) tuvo un comportamiento aceptable y fue sin duda debido a la protección que tuvo durante los primeros 23 días en el campo mediante el uso de la manta de polipropileno como barrera contra mosca blanca.

La producción de melón en grandes extensiones y la alta presión de la plaga hacen que sin el uso de insecticidas sea difícil poder cosechar los rendimientos que puedan sufragar los costos de producción.

8. CONCLUSIONES

1. Con los programas fitosanitarios 9, 10, 11 y 12 se registraron las menores cantidades adultos de mosca blanca por guía, con un promedio de 86.53, 105.24, 75.52 y 100.14 moscas respectivamente; mientras que con los programas 7, 9, 10 y 11 se registraron las menores cantidades de ninfas por pulgada cuadrada, con un promedio de 21.52, 27.04, 29.57 y 33.10 ninfas respectivamente. Con la particularidad que los programas 9, 10 y 11 tuvieron aplicaciones con Spiromesifen.
2. Estadísticamente no se pudo demostrar que el efecto de control en cuanto a la incidencia de virosis fuera influenciado por la acción protectora de los diferentes programas fitosanitarios evaluados.
3. Casi todos los programas tuvieron rendimientos estadísticamente iguales y clasificados según Duncan en el siguiente orden descendente: programa 11, 9, 10, 4, 5, 8, 12 y 3 con rendimientos de: 1,825 – 1,797 – 1,764 – 1,697 – 1,630 – 1,589 – 1,588 y 1,575 cajas por hectárea respectivamente; con excepción de los programas 2, 6, 1 y 7 con rendimientos de 1,483 – 1,421 – 1,407 – 1,357 cajas por hectárea respectivamente.
4. El programa fitosanitario con la mayor tasa marginal de retorno (TMR) fue el Tratamiento 11, que comprendía una aplicación foliar de Imidacloprid 200SL a los 25 ddt y una aplicación foliar de Spiromesifen 24SC a los 35 ddt; con una TMR = 17,584.21, un costo variable de Q.607.89 y un beneficio neto de Q.108,892.11.

9. RECOMENDACIONES

1. Bajos las condiciones que se dan en el valle de la Fragua durante las últimas dos a tres semanas de trasplante, se recomienda el uso de una cubierta flotante en el campo que proteja la plantación durante los primeros 23 a 25 días, asegurándose de colocarla bien ajustada al suelo y libre de agujeros que permitan la colonización de insectos vectores de geminivirus, seguido de un manejo rotativo con Imidacloprid 200SL y Spiromesifen 24SC por presentar una baja fluctuación en las poblaciones de ninfas y adultos de mosca blanca.
2. Si la cubierta flotante de polipropileno es bien colocada al momento del trasplante, no hace falta de alguna aplicación de insecticida en el invernadero previo al trasplante, ya que todos los programas registraron poblaciones casi nulas de ninfas y ninguna incidencia de virosis al momento de quitar la cubierta, también se hace justa y necesaria la supervisión de la cubierta durante el tiempo que permanece en el campo, y tener cuadrillas con personas que le de mantenimiento a la misma, cubriendo lo que se pueda destapar y lo que se pueda romper por efecto de los vientos.
3. Efectuar otras investigaciones con la finalidad de encontrar una alternativa al uso de plaguicidas o bien la búsqueda de plaguicidas cuyo efecto sea similar a Imidacloprid y Spiromesifen pero con distinto modo de acción para evitar resistencia por parte del insecto.
4. Es recomendable hacer investigaciones con la cubierta flotante y los plaguicidas evaluados en este trabajo en la etapa B (enero – abril) de la temporada melonera, ya que es el período mas crítico por presentarse no solo las condiciones especiales para una rápida proliferación de mosca blanca sino por traer ya poblaciones que deja la etapa A en la misma temporada.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Aldana, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo cantaloupe (*Cucumis melo* L), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
2. Andrews, KL. 1992. Manejo integrado de plagas insectiles. México, Limusa. 20 p.
3. Asgrow Seed Company, US. 1992. Informe sobre manejo de cantaloupe. Miami, US. 32 p.
4. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 1998. Estudio sobre las exportaciones. Guatemala. 20 p.
5. Bayer, GT. 2001. Vademécum de productos fitosanitarios. Guatemala. 872 p.
6. CABI (Commonwealth Agricultural Bureau International, GB). 1999. Crop protection compendium. GB. 1 CD.
7. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo, MX). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México. 79 p.
8. Córdón, CA. 2000. Evaluación de siete tratamientos con ácido giberélico sobre producción de melón tipo cantaloupe, *Cucumis melo* L., Estanzuela, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 75 p.
9. Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. New York, US, The New York Botanical Garden. 555 p.
10. Cruz, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. Espinoza, O. 1970. Proyecto de riego La Fragua. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Guatemala. 34 p.
12. Fleming, US. 2001. Presentación comercial de AGRIBÓN. US. 14 p.
13. Hilje, L. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. In Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Ed. Luko Hilje; Orlando Arboleda. Turrialba, CR, CATIE. p. 58-63. (Serie Técnica: Informe Técnico, no. 205).
14. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1967. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja cartográfica Río Hondo, no. 2261 II. Guatemala. Esc 1:50,000. Color.

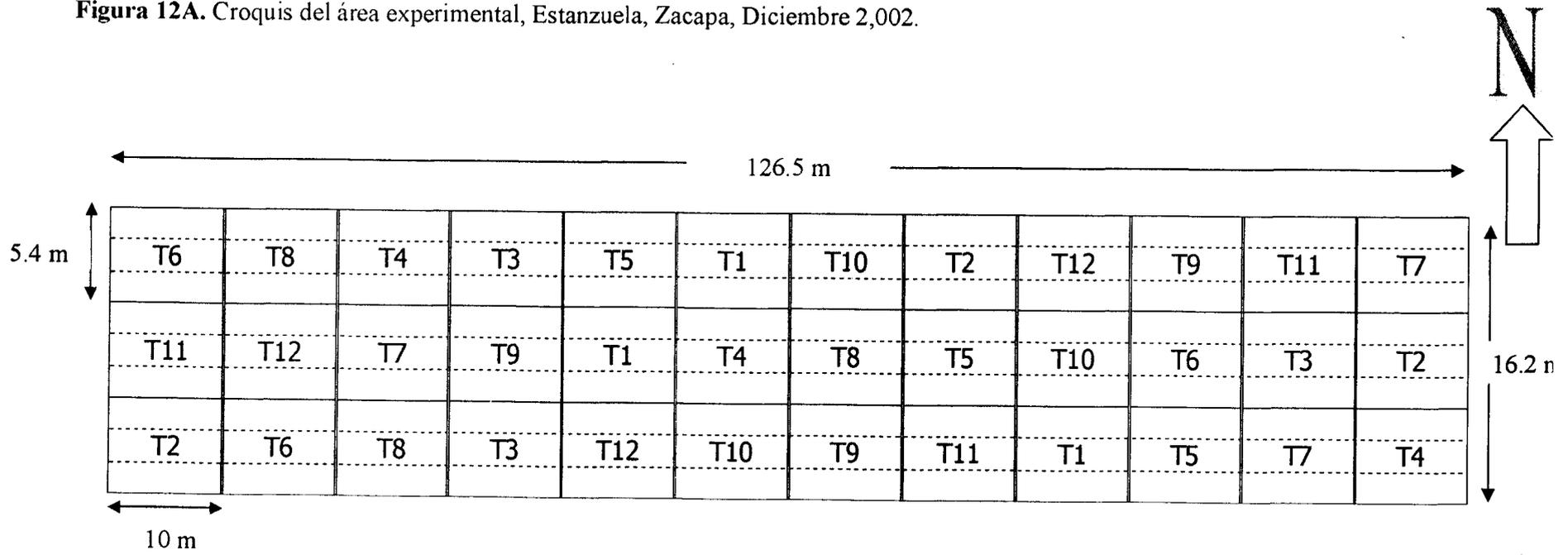
15. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). s.f. Reporte anual de aforos de la estación La Fragua, Zacapa, del año 2001. Guatemala. 415 p. Sin publicar.
16. Krans, J. 1982. Plagas de los cultivos agrícolas. México, Trillas. 542 p.
17. Lastra, R. 1990. Estimación de pérdidas e identificación del virus transmitido al tomate por la mosca blanca *Bemisia tabaci* G., (Homóptera: Aleyrodidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 15:24-23.
18. Malais, M; Ravensberg, WJ. 1991. Conocer y reconocer, la biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Trad. por Javier Ortiz Sánchez. Países Bajos, Koppert Biological Systems. 109 p.
19. Mata, SE. 2002. Control fitosanitario del melón (entrevista). Estanduela, Zacapa, Guatemala, Semilla Verde, S.A., Departamento Fitosanitario.
20. Microsoft, MX. 2000. Enciclopedia Encarta. México. 2 CD.
21. Namesny, A. 1997. Compendios de horticultura. Barcelona, España, Ediciones de Horticultura. tomo 10, 277 p.
22. Rivas, A. 2002. Evaluación de la cubierta flotante de polipropileno para la prevención de virosis transmitida por mosca blanca (*Hemisia tabaco* G. biotipo B) en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 67 p.
23. Salguero, V. 1993. Perspectivas para manejo del complejo mosca blanca-virosis. In Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Ed. L. Hilje; O. Arboleda. Turrialba, CR, CATIE. p. 20-26. (Serie Técnica; Informe Técnico, no. 205).
24. Syngenta, GT. 2002. Vademécum de productos fitosanitarios. Guatemala. 784 p.
25. Thomas, N. 1993. Polinización de melones Cantaloupe y Honey Dew. In Taller Centroamericano de Fitoprotección en Melón (5., 1993, Esquipulas, Guatemala). Memorias. Guatemala. 95 p.



Vo. Bo. Rolando Barrios.

11. ANEXOS

Figura 12A. Croquis del área experimental, Estanzuela, Zacapa, Diciembre 2,002.



Cuadro 22A. Resultado de prueba de medias según Tukey al 5% para la variable rendimiento de cajas exportables por hectárea de melón tipo cantaloupe. Estanzuela, Zacapa. 2,002.

Trat.	Descripción	Media	Tukey
11	Imidacloprid 200SL a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	1,825	A
9	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt + Spiromesifen 24SC a los 35 ddt	1,797	A
10	Imidacloprid 70WG en el semillado + Spiromesifen 24SC a los 25 ddt y 35 ddt	1,764	A
4	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat	1,697	A
5	Tiametoxam 25WG en el semillado + 1 dat y 25 ddt	1,630	A
8	Imidacloprid 70WG en el semillado + Thiacloprid y β ciflutrin 11.25SE a los 25 ddt y 35 ddt	1,589	A
12	Imidacloprid 70WG el día del trasplante, aplicado en la base del tallo	1,588	A
3	Imidacloprid 70WG 1 dat	1,575	A
2	Imidacloprid 70WG en el semillado	1,483	A
6	Imidacloprid 70WG en el semillado y 1 dat + Imidacloprid 200SL 25 ddt	1,421	A
1	Testigo (Solo Agribón)	1,407	A
7	Imidacloprid 70WG en el semillado + Imidacloprid 200SL a los 25 ddt y 35 ddt	1,357	A



REF. Sem. 28/2005

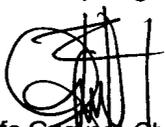
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE DOCE PROGRAMAS FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia Tabaci* Biotipo B) EN EL CULTIVO DE MELON (*Cucumis melo* L.), EN ZACAPA".

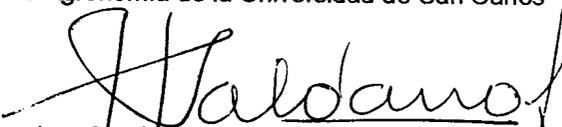
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE : EDGAR ARODI CHAVEZ VASQUEZ

CARNE: 9719107

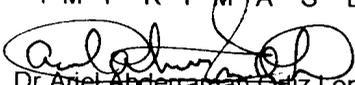
HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES : Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila
 Ing. Agr. Carlos Humberto Godínez Orozco
 Ing. Agr. Samuel Guadalupe Córdova Calvillo

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
 ASESOR


 Ing. Agr. Héctor Salvador Aldana Fernández
 ASESOR


 Dr. David Monterroso Salvatierra
 DIRECTOR DEL IIA
 DIRECCION
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

IMPRIMASE

 Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
 DECANO


DMS/nm
 c.c. Archivo
 IIA
 Control Académico