CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

Control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate con insecticidas biológicos, botánicos y químicos.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar por el grado de

MAGISTER SCIENTIAE

Por

José Manuel Asiático Rivera

Turrialba, Costa Rica
1991

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:

Tomás Zoebisch Ph. D.
Profesor Consejero

Luko Hilje Ph. D.
Miembro del Comité

Roger Meneses M. Sc.
Miembro del Comité

Ramón Lastra Ph. D.
Miembro del Comité

Ramón Lastra Ph. D.
Coordinador Programa de Maestría

José Manuel Asiático Rivera
Candidato

DEDICATORIA

A mi padre Victor Asiático que Dios lo tenga en su gloria.

A mi madre Fidelina Rivera por sus esfuerzos dedicados a mi.

A mis hermanos Victor Manuel y Altagracia Asiático, por su cariño y afecto brindado muy a pesar de la distancia física que nos separa.

A la familia Colon Asiático: Taty, Tommy, Aurorita y Jose Manuel, les llevo en el corazon.

A la familia Colon Peña: Gracias por sus buenos deseos.

A la familia Porras Colon: Arama, Henry, Paulino y Jesus.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me dio la energía suficiente para poder llegar al final de la jornada y quien orienta mis pasos.

A mi profesor consejero, Tomas Zoebisch, Ph.D.

Agradezco con gran cariño al M. Sc. Roger meneses por su confianza y amistad brindada a mi persona.

A Ramon Lastra, Ph. D. por sus sabias orientaciones.

Al personal de la Estación experimental Fabio Baudrit M de la Universidad de Costa Rica (UCR) por el apoyo en el trabajo de campo.

Al personal del MIP por su amistad.

Al gobierno Holandes por haber financiado mis estudios por medios de una de las becas que este otorga.

A la Secretaria de Agricultura de la Republica Domincana, por haberme propuesto ante el CATIE como candidato al programa de Maestría.

A todos mis compañeros de la promoción 89-91. Con mención especial a mis compañeros de MIP, Gregorio (mi hermano), Alí, Carmen, Celina, Rosa y Marisol.

BIOGRAFIA

El autor nació el 18 de Enero de 1959 en Santo Domingo D.N., República Dominicana.

Realizó sus estudios de primaria e intermedia en la escuela República de Panama. Hizo sus estudios de secundaria en el Colegio Cervantes, obteniendo el titulo de bachiller en ciencia físicas y matemáticas en el año de 1977.

La escuela de Agronomía de la Universidad Autonoma de Santo Domingo le otorga el título de Ingeniero Agrónomo en el año 1984.

Al comienzo del 1986 comienza a laborar en el Secretaria de Agricultura de la República Dominicana, donde ha desempeñado los cargos de inspector de cuarentena, encargado de cuarentena y encargado del programa de control de mosca blanca de Constanza.

En 1989 entra en el programa de Posgrado de CATIE. En octubre de 1991 obtiene el grado de Magister Scientiae en Mejoramiento de Cultivos Tropicales con orientación al Manejo Integrado de Plagas.

CONTENIDO

Página

DEDICATORIA.....iii

AGRADECIMIENTOS.....iv

BIOGRAFIA.....v

CONTENIDO.....vi

RESUMEN.....viii

SUMMARY.....ix

LISTA DE CUADROS.....x

LISTA DE FIGURAS.....xii

LISTA DE ANEXOS.....xiii

I. INTRODUCCION.....1

1.1 Objetivo general.....2
1.2 Objetivos específicos.....2
1.3 Hipótesis.....3

II. REVISION DE LITERATURA.....4

2.1 Características generales de la mosca blanca.....4
(*Bemisia tabaci* Genn.).
2.2 Distribución de la mosca blanca (*B. tabaci* Genn.).....5
en América Central.
2.3 Daños e importancia económica.....5
2.4 Resistencia de *B. tabaci* a insecticidas.....7
2.5 Las malezas como hospedantes de mosca blanca y.....9
reservorio de virus.
2.6 Los áfidos como vectores de virus.....12
2.7 El Neem.....15

2.7.1 Caracteríticas generales del árbol de Neem.....15
2.7.2 Derivados de Neem usados en el control de.....16
plagas

2.8 Efectos de los compuestos de neem sobre las.plagas....17

2.8.1 Preparación de extractos de Neem.....20
2.8.1.1 Extractos alcohólicos.....20
2.8.1.2 Extractos acuosos.....20

2.9 Usos de entomopatógenos en el control de mosca blanca.....21
2.10 Usos de trampas de colores.....22

III MATERIALES Y METODOS.....24

3.1 Metodología.....24

3.1.1 Localización del experimento.....24
3.1.2 Manejo del cultivo y disposición de las parcelas.....24
3.1.3 Captura de áfidos y de mosca blanca.....26
3.1.4 Tratamientos.....27
3.1.5 Diseño experimental.....27
3.1.6 Variables evaluadas.....28
3.1.7 Identificación de las malezas hospedantes.....29
3.1.8 Métodos de laboratorio.....30

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....32

4.1 Incidencia de *B. tabaci*.....32
4.2 Identificación de virus en laboratorio.....44
4.3 Identificación de áfidos.....45

4.3.1 Malezas identificadas.....46

4.4 Análisis estadístico.....48

4.4.1 Efectos de los virus en los rendimientos.....51

V. CONCLUSIONES.....53

VI. RECOMENDACIONES.....54

VII. BIBLIOGRAFIA.....55

VIII. ANEXOS.....70

ASIATICO RIVERA, J. M. 1991. Control de Bemisia tabaci (Gennadius) en tomate con insecticidas biológicos, botánicos y químicos. Tesis M. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 77p.

Palabras claves: Tomate, Mosca Blanca, Bemisia tabaci, Virus, Incidencia, Control.

RESUMEN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas de mayor importancia hoy día en el comercio agrícola debido a su consumo fresco e industrializado. La mosca blanca (*B. tabaci*) es responsable de la reducción de 40 a 100% de los rendimientos del tomate por servir de vector transmisor de virus al cultivo.

Los objetivos de esta investigación fueron probar diferentes productos en condiciones de campo con el fín de controlar el vector y reducir la incidencia de los virus, medir sus efectos sobre los rendimientos e identificar los virus presentes en el campo, áfidos y malezas hospedantes de mosca blanca.

Se utilizaron cinco tratamientos: Neem, Safer (jabón líquido), *Verticillium lecanii*, Vertimec (abamectina) y testigo arreglados en bloques al azar. Se contó el número de insectos presentes en las tres hojas superiores más jovenes de 12 plantas elegidas al azar en cada parcela experimental 24 horas antes de aplicar, 24 horas y 48 horas después de aplicar. Las evaluaciones de los productos comenzaron a los 33 días después de la siembra por un ataque inicial de cortadores.

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas para las cantidades promedio de insectos en los tratamientos con relación al testigo. Sin embargo; los tratamientos no impidieron la incidencia de los virus, estando el 100% de las plantas enfermas en el ensayo a los 75 días después de la siembra. No se encontró correlación entre los grupos de muestreo con los rendimientos.

Se identificaron los virus PVY, TMV, TbVE, transmitidos por áfidos y geminivirus transmitido por mpsca blanca. Así también se identificaron los áfidos capturados por trampas amarillas de agua y los malezas hospedantes de mosca blanca en el lugar del ensayo.

ASIATICO RIVERA, J.M. 1991. *Control of Bemisia tabaci (Gennadius) in tomato with botanical, biological and chemical insecticides.* Thesis Mag. Sc. Turrialba. C.R. CATIE. 77p.

Key words: Tomato, Whitefly, *Bemisia tabaci*, Virus, Incidence, Control.

SUMMARY

Tomatoe (*Lycopersicom esculentum* Mill), is one of the most important vegetables in the agricultural market because of its fresh and industrialized consuption. The whitefly (*B. tabaci*) is responsable for a loss of bettwen 40-100% of tomato yields because it serves as a virus vector.

The purpose of this research was to test several products under field conditions to control the vector and therefore to reduce the incidence of the viruses. Also their effects upon the yields were measured and viruses that were present in the field, aphid species and weeds which are hosts of the whitefly were identified.

Five treatments were used: Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), Safer (liquid soap), Verticillium lecanii, Vertimec (Abamectin) and plain water as a control treatment, arranged in a random block design. The number of insects present was registered in the three youngest top leaves from 12 plants chosen in each experimental plot, 24 hours before application, 24 and 48 hours after each application. Evaluations of the products began 33 days after sowing during a *Diabrotica* spp (cutter insects) attack, that raided the crop.

According to the results, significant differences were found for the mean insect quantities in the treatments with the control. However, treatments did not prevent incidence of the virus. It was found that 100% of the plants were infected after 75 days. No correlation between sampled groups and yields was found.

PVY, TMV, TbVe, were identified as being transmited by aphids and geminivirus transmited by whitefly. Also, several aphids were captured by yellow traps and identified. Finally whitefly hosts were identified.

LISTA DE CUADROS

		Paginas
Cuadro 1.	Prueba de Duncan para muestreo desde los 33 a 53 días después de siembra.	49
Cuadro 2.	Prueba de Duncan para muestreo desde los 54 a 67 días despues de siembra.	49
Cuadro 3.	Prueba de contrastes ortogonales para muestreo desde los 33 a 53 días después de siembra.	50
Cuadro 4.	Prueba de contrastes ortoganales para muestreo desde los 54 a 67 días después de siembra.	50
Cuadro A1.	Análisis de varianza para muestreos desde los 33 a 53 días después de siembra.	71
Cuadro A2.	Análisis de varianza para muestreo desde los 54 a 67 días despuès de siembra.	71
Cuadro A3.	Análisis de varianza para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.	72
Cuadro A4.	Prueba de Duncan para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.	72
Cuadro A5.	Prueba de contrastes ortogonales para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.	73
Cuadro A6.	Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para el muestreo del día 33 al día 53 después de la siembra.	74
Cuadro A7.	Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para el muestreo del día 54 al día 67 después de la siembra.	74
Cuadro A8.	Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para el muestreo del día 68 al día 85 después de la siembra.	75
Cuadro A9.	Análisis de varianza para rendimientos de tomate en la categoría I.	76

Cuadro A10. Prueba de Duncan para rendimientos de tomate en la categoría I. 76

Cuadro A11. Análisis de varianza para rendimientos de tomate en la categoría II. 77

Cuadro A12. Prueba de medias para rendimientos de tomate en la categoría II. 77

LISTA DE FIGURAS

Número		Pagina
1.	Número de adultos de mosca blanca capturados en trampas amarillas cada semana. (Alajuela, enero-Mayo 1991).	33
2.	Distribución temporal de adultos de mosca blanca en el testigo.	34
3.	Promedio de adultos de mosca blanca en el testigo con relación a los tratamientos Neem y Safer.	38
4.	Promedio de adultos de mosca blanca en el testigo con relación a los tratamientos vertimec y *V. lecanii*.	39
5.	Aumento porcentual acumulado de virus en las plantas en los tratamientos Neem y safer contra el testigo.	41
6.	Aumento porcentual acumulado de virus en las plantas en los tratamientos Vertimec y *V. lecanii* contra el testigo.	42
7.	Relación de mosca blanca capturada y aumento porcentual aumulado de virus en las plantas de los tratamientos Testigo, Neem y Safer.	43
8.	Relación de mosca blanca capturada y aumento porcentual de virus acumulado en las plantas de los tratamientos vertimec y *V. lecanii*.	44
9.	Rendimientos promedios de tomate en los tratamientos (Kg/Ha). (Alajuela, Enero-Mayo 1991).	52

LISTA DE ANEXOS

Número		Página
A1.	Análisis de varianza para muestreo desde los 33 a 53 días después de siembra.	71
A2.	Análisis de varianza para muestreo desde los 54 a 67 días despues de la siembra.	71
A3.	Análisis de varianza para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.	72
A4.	Prueba de Duncan para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.	72
A5.	Prueba de contrastes ortogonales para muestreo desde los 68 a 85 días despues de siembra.	73
A6.	Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para el muestreo del día 33 al día 53 después de la siembra.	74
A7	Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para el muestreos del día 54 al día 67 después de la siembra.	74
A8.	Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para muestreos del día 68 al día 85 después de la siembra.	75
A9.	Análisis de varianza para rendimientos de tomate en la categoría I.	76
A10.	Prueba de Duncan para rendimientos de tomate en la categoría I.	76
A11.	Análisis de varianza para rendimientos de tomate en la categoría II.	77
A12.	Prueba de Duncan para rendimientos de tomate en la categoría II.	77

I INTRODUCCION

Desde el punto de vista del manejo integrado de plagas, debemos tener a la mano una serie de herramientas a usar como medidas complementarias al uso de productos químicos sintéticos en el control de los insectos plagas de los cultivos agrícolas.

En los años 40 el control de plagas era realizado por medio de extractos vegetales como la nicotina y otros derivados vegetales (Quezada 1986).

Debido al avance industrial de los años posteriores el control de plagas se ha sustentado en el uso de productos plaguicidas sintéticos, trayendo como secuela la contaminación ambiental, resistencia de los insectos a los plaguicidas, aparición de nuevas plagas, daños a la salud y residuos en las cosechas.

Los trabajos realizados hasta la fecha en el manejo integrado de plagas en nuestros países han sido orientados al estudio de la resistencia a plaguicidas químicos, al uso de medidas de control cultural, variedades resistentes y control biológico, entre otras investigaciones.

Se han hecho muy pocos estudios con sustancias derivadas de vegetales como son los terpenoides, a pesar de que algunos ensayos han demostrado que poseen cualidades para contrarrestar el ataque de las plagas insectiles.

En el caso del uso de hongos entomopatógenos, su uso ha experimentado un mayor auge como respuesta a la resistencia encontrada en los insectos a los plaguicidas'químicos. Así se conoce del uso de algunos géneros entomopatógenos como *Beauveria* spp., *Nomuraea* spp. y en el caso que nos ocupa

Verticilium lecanii (Zimm.) contra mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) (Abreu y Bejaran 1987).

Partiendo de lo expuesto hasta el momento se deben realizar investigaciones basadas en el efecto de las sustancias tóxicas que proceden de plantas con características insecticidas y así también el uso de hongos entomopatógenos, siendo estas investigaciones alternativas a usar en la diversidad de medios o tácticas que debe poseer cualquier programa de control integrado de plagas.

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los insecticidas a base de extractos de la semilla de neem, y el hongo entomopátogeno *V. lecanii* sobre poblaciones de *B. tabaci* en el cultivo de tomate.

1.2 Objetivos específicos

Cuantificar el nivel de protección de los productos evaluados en esta investigación, en comparación con rendimientos de áreas tratadas con insecticidas químicos utilizados utilizados comúnmente.

Determinar el efecto en el rendimiento del tomate por los virus transmitidos por la mosca blanca.

Describir la fluctuación poblacional de la plaga a lo largo del ensayo de campo.

1.3 Hipótesis

En las parcelas tratadas con extractos de neem y *V. lecanii* hay menos mosca blanca en relación a las áreas no tratadas.

El rendimiento de las áreas tratadas con neem y *V. lecanii* es similar a los rendimientos de las áreas tratadas con productos químicos comerciales.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Características generales de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.).

La mosca blanca es una plaga tanto de los cultivos agrícolas como de las plantas ornamentales. Pertenece al orden Homoptera y a la familia Aleyrodidae. Son insectos de metamorfosis incompleta y su aparato bucal es picador chupador. La familia Aleyrodidae comprende 1156 especies en 126 géneros con 13 subfamilias (Vargas 1976). En una reciente revisión hecha por Bink y Mound (1990) reportaron que han sido descriptas 1.200 especies de mosca blanca, pero el número probablemente sea mayor. Muchas de estas especies son tropicales; en Europa su distribución está relacionada con la latitud.

Russel (1975) afirmó que en América hay cinco especies de Aleyrodidae que atacan cultivos: *B. tabaci*, *B. tuberculata* (Benndor), *Tetraleurodes acaciae* (Quaintrance), *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman) y *T. vaporariorum* (Westwood).

B. tabaci deposita sus huevos en forma aislada en el envés de la hoja, a veces en grupos irregulares y ocasionalmente en semicírculo. Pueden o no estar cubiertos por una secreción cerosa blanca y están adheridos a la hoja por un pedicelo. Son de color blanco verdusco inicialmente, cambiando a amarillo cuando eclosionan. Una hembra produce más de 150 huevos eclosionando en 5 a 10 días. Pasan por cuatro estados larvales, el primero de los cuales es móvil y los otros sésiles. Al último estado se le conoce como pupa o puparium y no se alimenta, pero los anteriores succionan savia del envés de la hoja. El adulto se alimenta minutos después de emerger, es de color blanco con dos pares de alas cubiertas de cera. El ciclo en total está afectado mayormente

por las condiciones ambientales (temperatura y precipitación) y el tipo de hospedante (Cardona y Eichelkraut 1989).

Debido a su tamaño y a su capacidad de volar puede alcanzar grandes distancias sirviendo no sólo como vector de enfermedades sino también como vehículo de ácaros, como por ejemplo, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Arroyave *et al.* 1988).

2.2 Distribución de la mosca blanca (*B. tabaci*) en América Central.

Antes de 1961 *B. tabaci* no se conocía como plaga en América Central (Kramer 1966). Su primera aparición fue en el algodón en El Salvador durante la siembra de 1961-62. En 1964 apareció en Honduras y en 1965 en Guatemala y Nicaragua. El mismo autor atribuye el brote de *B. tabaci* al largo ciclo del algodón en Centroamérica, que penetra bastante en la estación seca, a la presencia de malváceas como hospedantes alternos, entre ellas *Sida* sp. y la creciente resistencia de la mosca blanca a las mezclas de DDT, toxafeno y metil paratión. Esta mezcla era la medida de control más común en esta área, haciéndose hasta 38 aplicaciones por estación. Por esto, *B. tabaci* en América Central se ha considerado un brote de plaga secundaria inducida por el uso excesivo de insecticidas.

2.3 Daños e importancia económica

B. tabaci es una plaga de importancia económica en todas partes en donde se ha reportado su presencia. Los cuantiosos daños producidos a los cultivos pueden ser directos o indirectos. Daños directos consisten en la succión de savia que produce tanto el adulto como los diferentes estados

muerte de las plantas. Sin embargo, el daño más importante que producen es el indirecto, a través de la transmisión de virus tales como el del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate (VEHAT), mosaico dorado del tomate (MDT) y mosaico amarillo del tomate (MAT) (Rosset 1986). Otros virus transmitidos por mosca blanca son el mosaico dorado del frijol (BGMV) y el moteado clorótico del frijol (BCLMV) (Gálvez y Schwartz 1980).

B. tabaci es la especie más importante de mosca blanca reportada como vector de enfermedades de plantas. Esta transmite unas 25 enfermedades diferentes producidas por virus (Costa 1976). Según Rosset (1986), estas enfermedades pueden reducir hasta en un 100% los rendimientos en tomate cuando las plántulas son infestadas por *B. tabaci*, y si son infectadas en el estado de floración y formación de frutos el rendimiento se reduce hasta en un 40%.

Actualmente los niveles de producción son bajos, debido entre otras cosas a presencia de plagas entre las cuales se encuentran *B. tabaci* (Bortoli y Giacomini 1981). El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constiuye la fuente principal de proteína vegetal de la mayoría de la población de Latinoamérica, también es la base energética de su alimentación.

B. tabaci fue por primera vez colectada en algodón en Arizona en 1926 y en California en 1928. El insecto había sido una plaga esporádica en el pasado, pero para el año 1981, se había convertido en una plaga importante en el algodón y se desarrollaron altas poblaciones que dispersaron y transmitieron enfermedades a la lechuga *Lactuca sativa* L., melón *Cucumis melo* L., cucurbitáceas *Cucurbita* spp. y remolacha azucarera *Beta vulgaris* L. (Butler *et al.* 1986).

B. tabaci fue reportada en el valle de California como una plaga importante durante el verano cuando infesta algodón y otros cultivos (cucurbitáceas y lechuga). Los daños directos al algodón son producidos por el gran número de ninfas que se alimentan de la savia de las hojas. También reducen el valor comercial de la fibra del algodón al contaminarla con excrementos azucarados (Pollard 1955, Arakawa *et al.* 1988) además puede reducir el rendimiento en más del 75% a causa de la transmisión de virus.

En el tomate *B. tabaci* causa serios daños económicos en el estado de Sao Paulo en Brasil, por la transmisión del mosaico dorado. En la India y el Medio Oriente transmite el virus enrollador de la hoja amarilla del tomate (Arai *et al.* 1984).

B. tabaci es vector de un géminivirus del tomate en América central (CATIE 1990). Unas semanas después de la infección aparece un mosaico amarillo y encrespamiento en las hojas nuevas y la planta sufre un achaparramiento a lo largo del ciclo vegetativo. Muchas frutas no maduran, se quedan verdes y pequeñas durante toda la cosecha.

2.4 Resistencia de *Bemisia tabaci* a insecticidas

El control de plagas es parte integral de la agricultura económica, la protección de los cultivos con plaguicidas ha sido un factor esencial en el incremento de la producción. Mientras las limitaciones y daños inherentes al uso de químicos en la naturaleza ha comenzado a aparecer las raices de este problema han sido el mal uso de insecticidas con el fin de aumentar la rendimientos sometiendo a las plagas a una alta presión de selección siendo esto la causa principal de la resistencia de las plagas a los productos plaguicidas (Dittrich y Ernst 1990).

Ahmed *et al.* (1987) pensaban que uno de los mayores factores de responsabilidad de las pérdidas en el cultivo de algodón, en el Sudán Geisa, fue la resistencia a insecticidas, ya que en este cultivo el número de aplicaciones o las dosis han sido duplicadas en muchos casos. Estos autores realizaron un estudio en el cultivo del algodón, en el cual determinaron que adultos de *B. tabaci*, eran más susceptibles a los productos amitraz, endosulfán, methomyl, dimethoate, en comparación a las ninfas del insecto las que podian soportar dosis mayores de éstos. Sin embargo, los adultos juegan un papel muy importante en la resistencia. Este fenómeno puede haberse debido al tratar de controlar esta plaga en el algodón o tratando de controlar otra plaga.

El incremento de las aplicaciones de DDT contra *Empoasca libyca* de Berg. en el cultivo de algodón en el valle de Gezira trajeron como consecuencia el aumento de las poblaciones de *B. tabaci*, al crear resistencia a este producto y por lo tanto el aumento del virus de la hoja enrrollada del algodón transmitido por este insecto (Pollard 1955).

Coudriet *et al.* (1985), mencionaron que *B. tabaci* recientemente se ha convertido en una plaga agronómicamente importante de los cultivos en las áreas del desierto de Arizona y California. En cultivos como zanahoria, lechuga, melones, sandia y remolachas transmite enfermedades viróticas. Debido a los daños producidos por este insecto se considera esencial desarrollar técnicas nuevas para el control de la misma. Recientes estudios han demostrado que *B. tabaci* ha desarrollado resistencia a insecticidas organofosforados y piretroides. Así las prácticas agronómicas no han reducido apreciablemente las poblaciones de mosca blanca, y por lo tanto la distribución de los virus que esta transmite.

2.5 Las malezas como hospedantes de mosca blanca y reservorio de virus.

Las malezas no sólo son perjudiciales por competir por luz, agua y nutrimentos con los cultivos, sino también por ser un reservorio de insectos, ácaros y patógenos, que en muchos casos son plagas.

Las pérdidas en rendimiento de tomate en ausencia total de control de malezas oscilan entre 30 y 60% del potencial de producción sólo por el efecto de las malezas (CATIE 1990).

Silberschmidt y Tommasi (1956) reportaron que los virus transmitidos por mosca blanca aparecen comúnmente en plantas de las familias Solanaceae y Malvaceae, y que en ambas familias a menudo presentan los mismos síntomas, pero esto no quiere decir que los virus sean los mismos ya que usando *B. tabaci* transmitieron el virus de la clorosis de las malváceas desde *Sida rhombifolia* a *Nicandra physaloides*, pero fallaron al usar *Nicotiana tabacum*.

El mosaico dorado del frijol (BGMV) fue descrito por primera vez en Brasil, apareciendo distribuido ampliamente en frijol (*P. vulgaris*), luego se reportó en la costa pacífica de América Central. Actualmente es la enfermedad virótica más importante del frijol. El BGMV es eficientemente transmitido por *B. tabaci*. El insecto puede adquirir el virus por alimentación de plantas enfermas en un período de tres horas o más y transmitirlo a plantas sanas reteniendo el virus hasta un período de 21 días. Más de 4.000 variedades de frijol probadas fueron encontradas susceptibles a BGMV (Gámez 1970).

Bird *et al.* (1975) descubrieron en la costa noroeste de Puerto Rico un mosaico en *Euphorbia prunifolia* Jacq. el agente causal provoca un moteado amarillo, aclaramiento de las nervaduras y deformación de las hojas en los hospedantes primarios. El agente fue transmitido repetidas veces mediante *B. tabaci* de *E. prunifolia* a las siguientes especies: *Datura stramonium* L., *Nicotiana tabacum* L, variedades V-12 y NN, *P. vulgaris* y *Glycine maxima* L. El porcentaje de infección al inocular *E. prunifolia* por medios mecánicos fue bajo cuando se empleó savia procedente de la misma especie. Igualmente sucedió en el caso de la transmisión de *E. prunifolia* a *D. stramonium.*

El virus del mosaico de las euforbiáceas (EMV) se aisló en 1950 de *E. prunifolia*, y desde entonces se ha observado en muchas especies de *Euphorbia*. Este virus se ha detectado en cultivos de frijol en Brasil pero aparentemente no tiene importancia económica. Entre las plantas hospedantes de EMV se encuentran *E. prunifolia*, *D. stramonium*, *Lycopersicon esculentum* Mill, *Nicandra physaloides* L., *Nicotiana glutinosa* L., *Canavalia ensiformis* L., *G. maxima L*, *Lens esculenta* Moench y *P. vulgaris* (Galves y Schwartz 1980).

Harris y Maramorosch (1981), señalaron que las plantas pueden ser protegidas de los daños por virus de las siguientes maneras: a) evitando y removiendo las fuentes de infección, b) evitando o reduciendo la distribución del virus y c) mejorando la resistencia vegetal. Las malezas son reconocidas por su importancia directa como fuente de virus de los vegetales y de vectores de virus. Su remoción elimina la fuente de infección, reduce la distribución del virus en semillas y el desarrollo de los vectores en ellas. Algunos ejemplos se pueden citar: en Florida, 'donde *Commelina nudiflora* L. ha sido encontrada como una fuente de infección, el mosaico severo del suroeste puede ser cercanamente eliminado por la remoción de algunas malezas hasta unos 25 m

del semillero. En Indonesia, se encontró que el mosaico de la hoja enrollada del tabaco podia ser exitosamente controlado por la remoción de *Ageratum conyzoides* L., *Synedrella nodiflora* L. y *Vernonia cinerea* cuando se dejaba un espacio libre de 50 m o más desde los campos de tabaco. El virus Y de la papa fue controlado en chile, al aislar las plantaciones de las fuentes de virus (malezas).

Doraiswamy *et al.* (1988), en Tamil Nadu, Kenya durante marzo de 1986 en una medición realizada reportaron la presencia de *B. tabaci* y consecuentemente trataron de entender la distribución e incidencia del virus de la hoja enrrollada del tomate, mosaico de la yuca y otros virus. Durante esta medición fueron encontrados el virus de la hoja enrrollada del tomate, el virus de la yuca, el mosaico amarillo y rugoso del frijol, y el virus del enrrollamiento amarillo. El conteo más alto se reportó para el mosaico amarillo de las venas enrolladas, reportando un 84% de incidencia. La incidencia del virus de la hoja enrollada del tomate, mosaico amarillo y mosaico amarillo de las venas enrolladas del frijol fue muy alta. Durante esta encuesta el papel de las malezas en la perpetuación de los virus fue también observado. La especie *Croton sparsiflorus* L., que presentó el máximo porcentaje de 10.6 ha sido reportada como afectada por el mosaico amarillo de las venas causando una reducción de la hoja por atrofiamiento aparentemente transmitido por *B. tabaci*. Así mismo, *A. conyzoides* ha sido reportada como infectada por el virus de la hoja enrrollada del tabaco. El virus del mosaico de las venas ha sido reportado infectando a *Malvastrum coromandelianum* L. Estos virus son transmitidos por *B. tabaci*. De aquí se deduce que las malezas como hospedantes de virus juegan un papel muy importante al servir de reservorio de virus.

Ozaslan *et al.* (1989), observaron amarillamiento de las venas, aclaramiento de venas, atrofiamiento y reducción del rendimiento en *Cucumis sativus* L. y *C. melo* L. El agente causal fue raramente transmitido por inoculación mecánica pero fue fácilmente transmitido de manera semipersistente por *B. tabaci* a *C. sativus*, *C. melo*, *Cucurbita pepo* L. y *Citrullus lanatus* L., *Chenopodium quinoa* Willd, *Datura stramonium* L. y *Gomphrena globosa* L.

Un géminivirus transmitido por mosca blanca fue aislado de ají (*Capsicum annum* L.) en el estado de Tamaulipas, México. La enfermedad está comúnmente asociada con infestaciones de mosca blanca en las plantaciones comerciales. Este es designado tentativamnte como virus suave del tigre en ají (PMTV). Causa amarillamiento intervenal, atrofiamiento y mal formación de los frutos en invernadero. El virus no fue facilmente transmitido por medios mecánicos pero si fue fácilmente transmitido de manera semipersistente por *B. tabaci*. El ámbito de hospedantes del PMTV incluye *D. stramonium* L., *N. tabacum* "Xanthi", chile y tomate (Brown 1989).

2.6 Los áfidos como vectores de virus.

Lastra (1987), mencionó que cualquier insecto que se alimente de las plantas puede ser un vector de los virus. El número de las posibles combinaciones entre insectos, como vectores potenciales y virus es muy elevado y sólo un porcentaje pequeño de estas combinaciones ha sido estudiado ahora. La mayor parte de los vectores de virus de plantas conocidos hasta el momento se encuentran dentro del orden Homoptera. Desde el punto de vista de la transmisión viral las partes bucales de los Homoptera juegan un papel importante en la habilidad de este grupo como transmisores de virus. Las piezas bucales de estos insectos se caracterizan

por ser punzo-penetrantes, siendo éstas las responsables de la introducción del virus a las plantas.

Harris y Maramorosch (1977) señalaron que los áfidos transmiten virus que pueden matar la planta hospedante o afectar el rendimiento de los cultivos. Una infección tardía puede reducir los rendimientos en pequeñas proporciones mientras que una protección temprana del cultivo a menudo trae un aumento en el rendimiento al no ser infestadas las plantas. Así, el virus de la tristeza de los cítricos transmitidos por áfidos fue el causante de la pérdida de siete millones de árboles en el Brasil. Se conocen cerca de 4.000 especies de áfidos de las cuales sólo unas 300 han sido probadas como vectores de alrededor de unos 300 virus diferentes en igual número de plantas.

Los daños producidos por los áfidos pueden ser directos o indirectos. En el primer caso, pueden dañar el cultivo al extraer savia en grandes cantidades, debilitando las plantas; luego los excrementos de los áfidos son base para el desarrollo de la fumagina (*Capnodium* sp.) que además de afectar la función fotosintética afecta la calidad del producto. El daño indirecto es la transmisión de virus a las plantas (Cermeli 1987, CATIE 1990).

Entre los virus del tomate transmitidos por áfidos están el VYP (virus Y la papa), VSP (virus S de la papa), VMP (virus del mosaico del pepino) y el VGT (virus del grabado del tabaco). Cada uno de estos virus puede ser transmitido por más de una especie de áfidos (CATIE 1990).

Los virus se han clasificado según su persistencia en el vector: en no persistentes si el vector está infectivo unos pocos minutos u horas, y persistentes, si la permanencia es mayor. Por su localización los virus se han clasificado en: a) llevados por el estilete, si el virus permanece en el

ápice del estilete y b) circulativos si las partículas del virus deben ser ingeridos, atravesar las paredes del intestino, a través de la hemolinfa a las glándulas salivales y luego ser inoculadas nuevamente en las células de las plantas junto con la saliva. Se agregó a la clasificación los virus semi-persistentes para incluir un grupo intermedio (Cermeli 1987, Lastra 1987).

Toxoptera citricida Kirk es el transmisor más eficiente del virus de la tristeza de los cítricos (Harris y Maramorosch 1977). En Venezuela el problema de la tristeza de los cítricos se incrementó a partir de 1977 con la aparición del áfido *T. citricida* proveniente de países vecinos (Lastra 1987).

Olivero y Trujillo (1989) trabajando con el virus del moteado plumoso de la batata (FMV) en la región central de Venezuela utilizaron el áfido *Myzus persicae* Sulzer para transmitir las partículas virales a 14 especies de *Ipomoea* y tres de *Merremia* en el invernadero, para con ello conseguir una cierta gama de hospedantes del virus.

Platero (1989), en El Salvador, encontró que la incidencia del mosaico de la sandía (WMV-2) fue elevada, estando involucrado en la transmisión de agentes viróticos el áfido *Aphis gossypii* (Glover). Benigno *et al.* (1988), trabajando con tomate, encontraron que el mayor factor que contribuyó a la difusión del virus mosaico del pepino (CMY-Y) fue también *A. gossypii*.

2.7 El Neem

2.7.1 Características generales del árbol de neem

El árbol de neem, *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae), es originario de la India y Birmania. Es un árbol de uso forestal, con amplia distribución en los diferentes países del Viejo y el Nuevo Mundo. Es conocido más comúnmente con el nombre de "Margosa" (Agricultura de las Américas 1987) y existen plantaciones en algunos países de Centroamérica como Guatemala y Nicaragua. En el área del Caribe en Haití, específicamente, hay plantados unos 100.000 árboles de neem pero son usados como fuente de energía (Pliske, 1984).

Azadirachta indica A. Juss fue introducida a las Filipinas en 1981 por el programa filipino-alemán. Fue llevada a varios países del Caribe como Antigua, República Dominicana, Cuba, Puerto Rico e Islas Vírgenes; en América del Sur fue llevado a Bolivia, Brasil, Ecuador y Argentina (Jacobson, 1987).

En Asia esta planta ha sido usada con fines medicinales por milenios. En los trópicos americanos, aunque el árbol tiene un siglo de conocerse, es hasta hace pocos años que ha llamado la atención de investigaciones agrícolas y forestales.

El neem es considerado hoy día como un árbol de mucho valor en las zonas áridas tropicales y subtropicales, por la diversidad de productos que provee los cuales tienen un valor comercial. Es muy promisorio por sus características: crece en zonas semiáridas, puede usarse como rompevientos, como forraje de animales domésticos, para fertilizantes y productos farmacéuticos. Además de sus propiedades, el neem

tiene baja toxicidad a mamíferos e insectos benéficos (Agroquímicos 1987).

El neem está dotado de un sistema radical bien desarrollado, lo que le permite extraer los elementos nutritivos de suelos arenosos y lixiviados, pudiendo devolverlos a la superficie por medio de las hojas y las ramas caídas (Agricultura de Las Américas 1987). Este árbol está circunscrito a regiones áridas y semiáridas existiendo unas 233 especies de estas zonas.

Michel-kim y Brandt (1981) mencionan que el neem es apto para sembrarse en monocultivo, en asociación con otras especies forestales, sistemas agroforestales con cultivos perennes, sistemas forestal-hortícolas, cultivos en franjas, en áreas urbanas, etc.

2.7.2 Derivados de neem usados en el control de plagas

Se ha encontrado una gran cantidad de extractos de diferentes familias de plantas con características anti-insectiles por ejemplo, el mamein, el cual es el ingrediente activo del mamey (*Mamea americana* L., Guttiferaceae) el cual ha sido usado contra *Plutella xylostella* (Barahona 1990).

Se han aislado diferentes ingredientes activos del árbol de neem, usándose directamente por sus efectos medicinales y otros en la protección de plantas y el ganado vacuno. En el caso del neem, dentro de los terpenos, se encuentra el complejo tetranotriterpenoides con su principal apartado, el azadirachtin. Tres triterpenoides inhibidores del crecimiento han sido identificados y aislados de las semillas de neem: meliantriol, salannim y azadirachtin (Jacobson 1981).

Rembold y Muller (1987), reportaron que dos isómeros del azadirachtin, el A y B, fueron recogidos de semilla de árbol usando como disolvente hexano y cetona. Estos isómeros se diferencian en la posición del ácido tíglico.

Los compuestos azadiran, azadiradian, epoxyazadirachtin y gedudin son nuevos aislados de neem usándose en su extracción columnas repetidas de cromatografía en sílica gel de los extractos de metanol/petróleo y éter/agua (Kraus *et al.* 1987).

El insecticida Margosan-O es un producto comercial a base de azadirachtin extraído de semillas de neem. Su composición es: etanol 75%, polioxietileno 10%, azadirachtin 0.3 %, aceite neem 14% y para-aminoácido benzóico 1% (Gómez 1990). Este producto está registrado en EE. UU. y aceptado por la Environment Protection Agency (EPA). Ha sido probado para el control de insectos de plantas ornamentales como *Liriomyza trifolii* (Burgess) y *Lymantria dispar* L. Posee una baja toxicidad a mamíferos y su estabilidad química fue mejorada por la compañía Vikwood de Sheboygan, Wisconsin, USA. Actúa alterando el equilibrio hormonal evitando el desarrollo y reproducción del insecto. Asi también puede actuar como antialimentario (Olkowski y Olkowski 1988).

2.8 Efectos de los compuestos de neem sobre las plagas.

Las sustancias extraídas de neem actúan como insecticida estomacal, inhibidor de crecimiento, inhibidor de alimentación y repelente (Grainge *et al.* 1984). También se reporta con acción para reducir la oviposición (Stoll 1987).

El efecto del neem se ha comprobado pór el reporte de Choluteca (Honduras) sobre plagas como *P. xylostella*, *B. tabaci*, *Epilachna varivestis* y *Heliothis* sp. (GTZ 1983).

Lacayo (1989) realizó pruebas a nivel de laboratorio con varios extractos de neem, usando papel filtro impregnado de los extractos mencionados. Determinó que el etanólico fue el más repelente contra *Cerotoma ruficornis* (Olv.). Sin embargo, en estudios similares el extracto etanólico de semilla de neem al 2%, colocado junto a un estímulo atractivo, mostró no repeler las larvas de *Crocidolomia binotalis* (Zell) (Fagoonee 1981).

También se ha demostrado que el extracto acuoso de la semilla de neem y el aceite de neem reducen significativamente la población de *B. tabaci* en el cultivo del frijol, por efectos de repelencia (Dreyer 1984).

Coudriet *et al.* (1985) probaron a nivel de laboratorio y en invernadero un extracto acuoso de neem con una concentración de 0.2 a 2% contra *B. tabaci* en algodón (*Gossypium hirsutum* L.), resultando en una reducción de la oviposición y de la viabilidad de los huevos, prolongación del período de larva y aumento de la mortalidad de las mismas. El modo de acción del extracto acuoso no es conocido, pero se observó que los adultos fueron repelidos, se redujo la oviposición y por último el neem impidió las mudas de las larvas tratadas, lo que sugiere la existencia de compuestos que suprimen esta actividad.

En el laboratorio, Lacayo (1989) demostró que adultos de los chrysomelidae *Cerotoma ruficormis* (Jac.). y *Diabrotica balteata* (Lec.) (Coleoptera: Chrysomelidae), no consumian hojas de caupí tratadas con neem.

Zehnder y Warthen (1988), trabajaron con adultos del escarabajo dorado de la papa, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) tratando hojas de papas con extractos de semillas de neem. Observaron que el consumo de hojas fue menor en relación con un testigo absoluto que no fue tratado. También

experimentaron con larvas de *L. decemlineata* observando que los efectos sobre las mismas fueron un decrecimiento del vigor o la muerte directa, al consumir hojas de papa tratadas con extractos de neem.

El efecto de azadirachtin en larvas de *Epilachna varivestis* (Muls.) es la anulación de la muda. Cuando fueron alimentadas con hojas de frijol asperjadas con el compuesto inmediatamente después de la muda o a mediados del estado, ninguna larva alcanzó la próxima muda y murieron después de un largo periodo de enfermedad (Schlüter y Schulz 1984).

En ensayos de laboratorio el polvo de las semillas causó un retardo en el desarrollo en todos los estadios de *Trogoderma granarium* (Ervets) en dosis de 0.5-2 g de polvo/50 g de trigo (Siddig 1981).

Margosan-O, producto comercial a base de neem, retardó el crecimiento de seis especies de cucarachas alimentadas de pelotitas impregnadas con el producto. Las aplicaciones por contacto al último estadio ninfal de *Blatta orientalis* redujo el crecimiento e incrementó la mortalidad del mismo (Adler y Uebel 1987).

Así también, Miller y Chamberlain (1989), determinaron en pruebas con la mosca de los establos, *Stomoxys calcitrans* (L.), y la mosca doméstica, *Musca domestica* L., que se inhibía la emergencia de los adultos hasta en un 50%. También observaron deformaciones en la pupa cuando se trataba el estiércol con extracto de neem o con Margosan-O.

2.8.1 Preparación de extractos de neem

2.8.1.1 Extractos alcohólicos

Las mejores concentraciones de azadirachtin se logran utilizando metanol como solvente en el proceso de extracción. El volumen obtenido en cada extracción varía con el origen de la semillas utilizadas. Sin embargo, estos procesos son muy caros y difíciles de realizar en nuestros medios (Lacayo 1989).

La concentración de azadirachtin varía cuando se usa como extractor el etanol dependiendo de la procedencia de las semillas de neem. Así, de 100 g de semillas se pueden obtener como promedio de 0,2 a 3,5 g de azadirachtin (Olkowski 1987).

En otro estudio, utilizando etanol y metanol como solventes se determinó que el rendimiento de azadirachtin fue mayor con relación al agua y al butanol (Schneider y Ermel 1987).

Lacayo (1989) indicó que la extracción con metanol consiste en mezclar las semillas con metanol. Se mueve la suspensión por dos horas y se deja reposar por una hora. La suspensión se decanta y filtra. Todo el proceso se repite tres veces. El solvente se destila al vacío en un rotavapor. Al final se añade metanol hasta obtener una solución básica de 10%.

2.8.1.2 Extractos acuosos

La preparación de éstos es más sencilla y fácil: se despulpa, descascara y se muelen las semillas; luego se colocan en agua durante 5-6 h pudiendo dejarse toda la noche para ser aplicado al otro día. Por último, se filtra y está

listo para aplicarse y la proporción a usar generalmente es de 20-50 g de semillas/l de agua (Olkwoski 1987).

2.9 Uso de entomopatógenos en el control de mosca blanca

Al igual que la mayoría de los animales, los insectos son susceptibles a enfermedades causadas por una amplia gama de organismos patogénicos, algunos de los cuales muestran gran potencial como agentes de control biológico (CENICAFE 1990).

Dentro de esos organismos encontramos los hongos entomopatógenos que, como *Verticillium lecanii* ha sido usado con éxito para el control de mosca blanca. Este hongo es usado ampliamente en invernadero contra *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) la cual es una de las más serias plagas en Europa. Se vende comercialmente con el nombre de Mycotal (Abreu y Bejarán 1987). Así también, Cermeli (1987) cita que se puede usar *V. lecanii* en el control de áfidos.

Los hongos entomopatógenos pueden causar infección en cualquier estadio de desarrollo del insecto. Atacan a través del intertegumento. Al entrar en contacto con la cutícula del insecto, las esporas inician el proceso de germinación, el cual requiere de condiciones específicas de temperatura y humedad. Durante la germinación producen enzimas que destruyen la pared celular y permiten que el hongo penetre y llegue a la cavidad hemocélica, donde se reproducen vegetativamente hasta llenar todo el interior del insecto y matarlo ya sea por el daño directo a sus órganos internos o por la liberación de toxinas resultantes de su metabolismo (Bustillo 1988).

V. lecanii, puede ser un agente de control biológico contra áfidos y moscas blancas bajo condiciones de invernadero (Hall 1982). El éxito en el uso de este producto

requiere de una humedad relativa de 100% por un período de unas 16 horas a una temperatura de 20 a 25 °C.

Muy pocos estudios se han hecho en el sentido de determinar cuáles son los cambios que se producen en la infectividad del hongo en condiciones desfavorables, como es el caso de humedad baja (Milner y Lutton 1986).

Drummond *et al.* (1987) reportaron otro producto a base de *V. lecanii*, llamado Vertalec, que es usado sino también contra trips y áfidos.

Kanagaratnam *et al.* (1982) controlaron poblaciones de mosca blanca en pepino por medio de aplicaciones de *V. lecanii*, bajo condiciones de invernadero. Drummond *et al.* (1987) aislaron y multiplicaron cepas de *V. lecanii* provenientes de distintos hospedantes naturales. Observaron que las cepas que atacaban a las moscas blancas fueron las que mejores resultados ofrecieron para controlar a *T. vaporariorum* en el invernadero, coincidiendo estos resultados con Kanagaratnam *et al.* (1982).

2.10 Uso de trampas de colores

Los virus y sus vectores han alcanzado una gran importancia y al no disponer de medidas de combate para problemas virales, lo mejor es evitar la llegada de sus vectores, tales como los áfidos. Antes de iniciar cualquier medida de prevención contra de los áfidos hay que conocer el momento de su llegada al campo. El uso de trampas amarillas de agua es un método muy empleado no solo para conocer el momento de su llegada al cultivo, así cdmo las especies prevalecientes en un sitio o en un cultivo y también fluctuación poblacional (Meneses *et al.* 1990).

El monitoreo de mosca blanca puede servir para varios propósitos: 1) alertar a los extensionistas y agricultores sobre la primera aparición del vector del virus y el nivel de daño que se puede producir, teniéndose tiempo para tomar medidas de combate; 2) estimar la influencia del cultivo, variedad del mismo, día de siembra, irrigación, fertilización y otras técnicas culturales sobre la migración de la plaga; y 3) estudiar la dinámica de la población y la migración de la plaga (Ohnesorge y Rapp 1986).

Existen distintos tipos de trampas usadas en el monitoreo de poblaciones de insectos, las cuales tienen diferentes formas y tamaños, estando basadas en la característica que tiene la superficie amarilla de atraer a ciertos insectos (Ohnesorge y Rapp 1986).

El conteo de adultos en las trampas es importante ya que se puede correlacionar con el número de larvas encontradas en las hojas, al igual que con el muestreo visual de los campos afectados por el insecto (Horowitz 1986). También un problema que se puede solucionar es determinar el momento más preciso en el cual se pueden introducir parasitoides de mosca blanca (*T. vaporariorum*) Gillespie y Quiring (1987), utilizando trampas adhesivas pegantes de color amarillo, pudieron predecir el nivel poblacional de mosca blanca y el momento de introducción de *Encarsia formosa* (Gahan).

En el caso de los áfidos, las trampas de colores son útiles porque muestran el periodo en que los áfidos alados comienzan a emigrar, pero son poco útiles en un estudio epidemiológico porque capturan los insectos en forma selectiva (Boiteau 1990). Los métodos de trampeo para el estudio de las fluctuaciones de insectos son un componente importante de un programa de manejo integrado de plagas (MIP), ya que con ellas se pueden predecir posibles daños a los cultivos (Gillespie y Quiring 1987).

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Metodología

3.1.1 Localización de experimento

El experimento fue establecido en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica. Está ubicada en Alajuela, Costa Rica, 10° 01' N y 84° 06' O con una altitud de 840 msnm. Este lugar tiene una temperatura promedio de 22,4 °C y una precipitación media anual de 1.929,8 mm.

3.1.2 Manejo del cultivo y disposición de las parcelas

El experimento se realizó del 23 de enero (siembra) al 23 de mayo de 1991 (última cosecha), sembrándose tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) variedad Catalina. La preparación del terreno y manejo del cultivo fue realizada de acuerdo con las recomendaciones del programa de hortalizas de la Estación (Molina y Hernández 1983). Se sembró en forma directa, colocando cinco semillas por golpe, a una distancia de siembra de 1,2 m entre hilera y 0,4 m entre plantas (20.833 plantas/ha). El ensayo fue irrigado semanalmente por gravedad hasta el comienzo de las lluvias (finales de abril). Las plantas fueron amarradas a los 60 días con hilo (pabilo) a un tendido de cinco hilos de alambre galvanizado #16, sostenidos con postes de bambú colocados cada 4 m. El deshije de las plantas se efectuó a los 70 días después de la siembra.

Las semillas presentaron germinación irregular, con un 10-15% de semillas germinadas a los siete días después de la siembra, por lo que se decidió resembrar en los golpes perdidos. Durante este lapso, unos 15 días después de la siembra, se produjo un ataque de *Diabrotica* sp. por lo que se utilizó Tamaron 600 (0.1 a 0.15 %), en tres aplicaciones, una cada semana, hasta que se raleó el ensayo.

Se dejó una plántula por golpe y se utilizaron las plantas sobrantes para replantar las que se habían perdido anteriormente, usándolas siempre en su misma repetición y/o su misma parcela. En algunos casos se plantaron semillas nuevamente. Algunas plantas (2%) murieron por marchitez bacterial causada por *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith.

Para el combate del mal del talluelo, *(Rhizoctonia* spp.), se usó Captan (Orthocide), Benomyl (Benlate 50%) y Vitavax (3 g/l) en el raleo y resiembra. Se aplicó Dithane M-45 para enfermedades del follaje, haciéndose tres aplicaciones a las dosis comerciales recomendadas. El gusano del fruto se controló utilizando *Bacillus thuringiensis* (Thuricide, 250-500 g/ha). Al momento de la siembra se aplicó el insecticida granulado Mocap 10% G (Eterofos) a razón de 20-25 kg/ha, para prevenir el ataque de cortadores (*Agrotis* spp.).

El control de malezas en las parcelas se efectó mediante antes de la primera y segunda fertilización y con la deshierba normal. En los espacios entre parcelas y bloques, se usó un herbicida sistémico Roundup a 2-3 l/ha y se empleó el deshierbo manual para las malezas de hoja ancha que no fueron controladas. Se trató de que estos espacios tuvieran la menor cantidad de malezas para permitir el libre movimiento de los insectos.

El tamaño de las parcelas experimentales fue de 6 x 6 m con cinco surcos por parcela. Cada parcela estuvo separada por una distancia de 8 m. En esta área se plantó frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) como hospedante y para mantener a *B. tabaci* próxima a las parcelas. Se dejó una franja limpia de 3 m alrededor del ensayo.

Para lograr la homogeneidad de los tratamientos se aplicó una fertilización básica al momento de la siembra de 10-30-10 a razón de 200 kg/ha de N-P_2O_5-K_2O. La segunda fertilización se hizo a los 30 días después de la siembra y se utilizó 10-30-10, a razón de 200 kg/ha de N-P_2O_5-K_2O. La tercera fertilización se hizo a los 60 días después de la siembra con la fórmula 20-10-6, a razón de 150 kg/ha de N-P_2O_5-K_2O. La última aplicación se hizo a los 110 días después de la siembra y se aplicaron 100 kg/ha de urea. También se hicieron dos aplicaciones de fertilizante foliar a los 25 y 40 días después de la siembra.

3.1.3 Captura de áfidos y de mosca blanca.

Para conocer la fluctuación de las poblaciones de áfidos y mosca blanca durante el ensayo se utilizaron trampas amarillas de agua, una por repetición y otras dos fuera del ensayo. Las trampas fueron similares, de material plástico amarillo, pintadas de negro por fuera, con un diámetro de 26 cm, de forma redonda y una altura de 7.5 cm, con una área de 572 cm^2. Cada trampa fue colocada al azar y se mantuvo en el mismo lugar hasta el final del ensayo. Semanalmente fueron evaluadas y se cambió el agua, agregándole glicol-etileno para reducir la evaporación. También se le agregaron a cada una dos gotas de jabón líquido para romper la tensión superficial y hacer que los áfidos se hundieran.

Los áfidos y las moscas blancas capturadas semanalmente se colocaron en frascos con alcohol al 70% y fueron llevados al laboratorio para su identificación.

3.1.4 Tratamientos

Durante el experimento se evaluaron cinco tratamientos:

a) Extracto acuoso de semillas de neem (60g/l de agua)

b) Jabón líquido (Safer) al 0.2% (2ml/l)

c) *Verticillium lecanii* (1 g/l de agua)

d) Vertimec 1.8% C.E. (50 ml/100 l de agua)

e) Agua (testigo absoluto)

Se hicieron ocho aplicaciones de cada tratamiento iniciándose a partir de los 25 días después de la germinación (26 de febrero) y se repitieron cada semana hasta la primera cosecha. Todas las aplicaciones fueron realizadas con una bomba de espalda, con capacidad de 16 litros a una presión de 2.11- 2.45 kg/cm^2.

El *Verticillum lecanii* se aplicó siempre en horas de la tarde con el fin de aprovechar la intensidad lumínica baja y la alta humedad relativa, para favorecer su eficacia.

3.1.5. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas con cinco tratamientos y cuatro

repeticiones. El diseño planteado, según Steel y Torrie (1988), corresponde al siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = U + B_i + I_j E_{ij} + V_k + IV_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta
U = Media general
B_j = Efectos de bloques
I_j = Efecto de factor asociado con los tratamientos
E_{ij} = Error experimental asociado con los tratamientos
V_k = Efecto del factor asociado con las subparcelas
IV_{ij} = Interacción entre tratamientos y evaluaciones
E_{ijk} = Error experimental asociado con las parcelas

3.1.6. Variables evaluadas.

La eficacia de los productos sobre mosca blanca se analizó dividiendo los muestreos en tres grupos, de acuerdo con los días después de la resiembra del cultivo:

a) De los 33 a 53 días después de la siembra
b) De los 54 a 67 días después de la siembra
c) De los 68 a 86 días después de la siembra

A cada grupo se le hizo un análisis de varianza con separación de medias y una prueba de contrastes ortogonales. Por último se correlacionó el rendimiento en sus tres categorías con los promedios de insectos en cada tratamiento segun cada grupo de muestreo.

-Número de adultos en cada tres hojas superiores

Una semana después del raleo y resiembra del ensayo (26 febrero) se comenzó el conteo de los insectos presentes en las tres primeras hojas más jóvenes de 12 plantas elegidas al azar dentro de los tres surcos centrales de cada tratamiento. Cada semana se contó el número de adultos presentes 24 h antes de la aplicación, así como 24 y 48 h después de la misma. Los conteos se hicieron entre las 0530 - 0730 h.

-Rendimiento

Se hicieron cinco cosechas durante el ensayo y se evaluó el rendimiento por parcela. Se contaron los frutos y se pesaron para luego clasificarlos según su peso, en tres categorías:

I. Frutos con peso superior a 160 g con diámetro mayor de 7 cm, sanos y con buena apariencia.

II. Frutos con peso entre 120 y 160 g, con diámetro de 5.5 a 7 cm, con una buena apariencia.

III. Frutos con peso inferior a 120 g con diámetro menor que 5.5 cm, por lo general sin grado de madurez definido; esta categoría no se comercializa.

3.1.7. Identificación de las malezas hospedantes.

Durante el desarrollo del ensayo se fueron identificando las malezas hospedantes que aparecieron en el mismo, así como las que estaban en campos adyacentes.

3.1.8. Métodos de laboratorio

Las muestras de tejido de las plantas de tomate y de las malezas que presentaron síntomas de virus fueron conservadas a 4 °C, para ser analizadas cuando terminó el trabajo de campo. Se usaron dos tipos de análisis de laboratorio:

a) Prueba de ELISA

La prueba de ELISA es una prueba ampliamente usada en virología (Alvarez y Vizcaino 1987). Se efectuó utilizando placas comerciales (AGDIA, Mishawaka, IN 46545) sensibilizadas contra los siguientes virus: mosaico amarillo del tomate, virus mosaico del tabaco, mosaico dorado del tomate, mosaico dorado del frijol, virus de la papa, entre otros virus.

Tejido proveniente de plantas mostrando síntomas de virus se maceraron en frío en presencia de un buffer de fosfato (0.1M pH 7), y se colocaron 200 ul de este preparado a cada pozo de la placa ELISA. La reacción se visualizó mediante el agregado de un conjugado compuesto de 18g marcado con fosfatasa alcalina. Las placas fueron leídas por un espectrofotómetro, especial para lectura de placas de ELISA.

b) Método de detección por hibridación de ácidos nucleicos.

Este método se fundamenta en la identificación de las secuencias del ADN del virus en las muestras de tejido analizadas utilizando sondas marcadas con biotina. Se probaron dos sondas, la Hd-207 y Pjb-1, suministradas por la Dra. J.D. Brown, (Departamento de Fitopatología, Universidad de Arizona). Se usó el procedimiento no radiactivo en la identificación, siguiendo los siguientes pasos:

a) Se extrajo el ADN de las muestras macerando una pequeña porción del tejido junto con un buffer de extracción.

b) De esta solución se colocaron en membranas de nylon y celulosa 30 ul de la solución del virus, fijando los ADN virales en estas membranas al ser colocadas en un horno al vacío a una temperatura de 65 ºC durante una noche.

La prehibridación, hibridación y detección se hizo siguiendo las metodología proporcionada por la casa productora de los equipos para diagnóstico (Bethesda Research Laboratories 1989a, 1989b).

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Incidencia de *B. tabaci*

Aunque las lecturas de las trampas comenzaron una semana después de la germinación se puede observar que la población de mosca blanca era alta al inicio, alcanzando su nivel poblacional más alto a los 35 días después de la siembra (Fig. 1). Este periodo coincidió con la fase de establecimiento del cultivo y parte del desarrollo vegetativo, fases que son más sucesptibles a la transmisión de virus por mosca blanca (Rosset 1986, CATIE 1990).

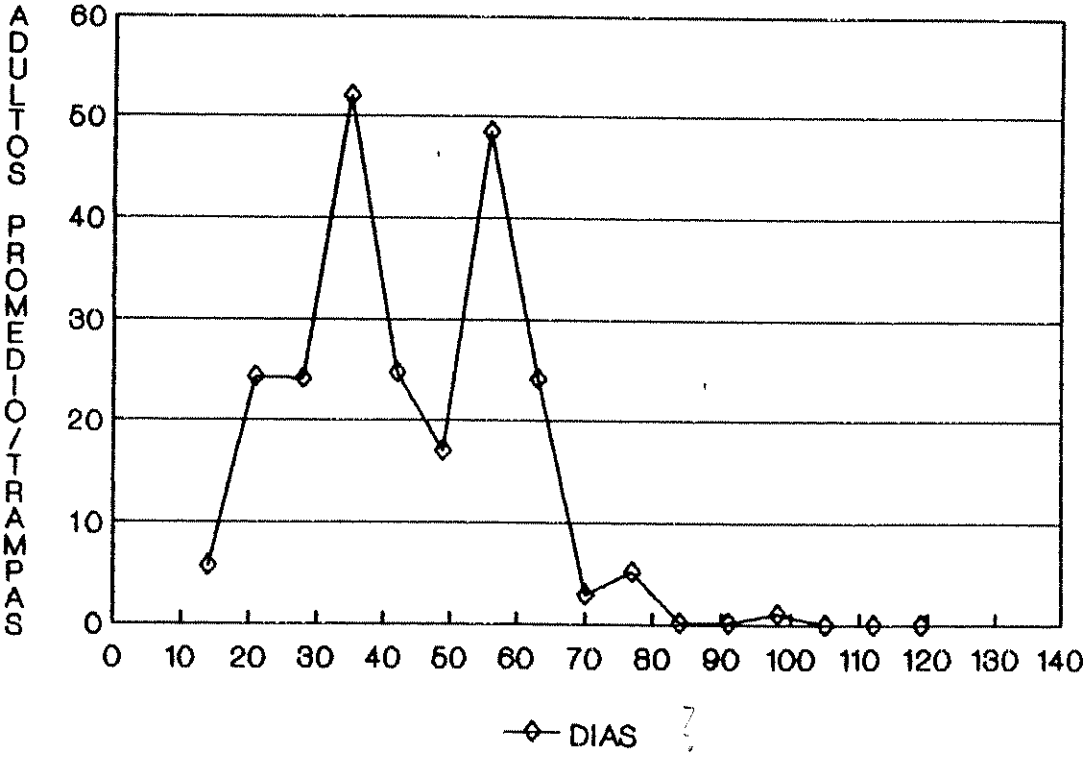


Figura 1. Número de adultos de mosca blanca capturados en trampas amarillas cada semana. (Alajuela, Enero-Mayo 1991).

En el testigo, en los primeros conteos no fueron superiores a cinco insectos adultos promedio por bloque solo a partir de los 65 dias después de la siembra se paso de este límite (Fig. 2)

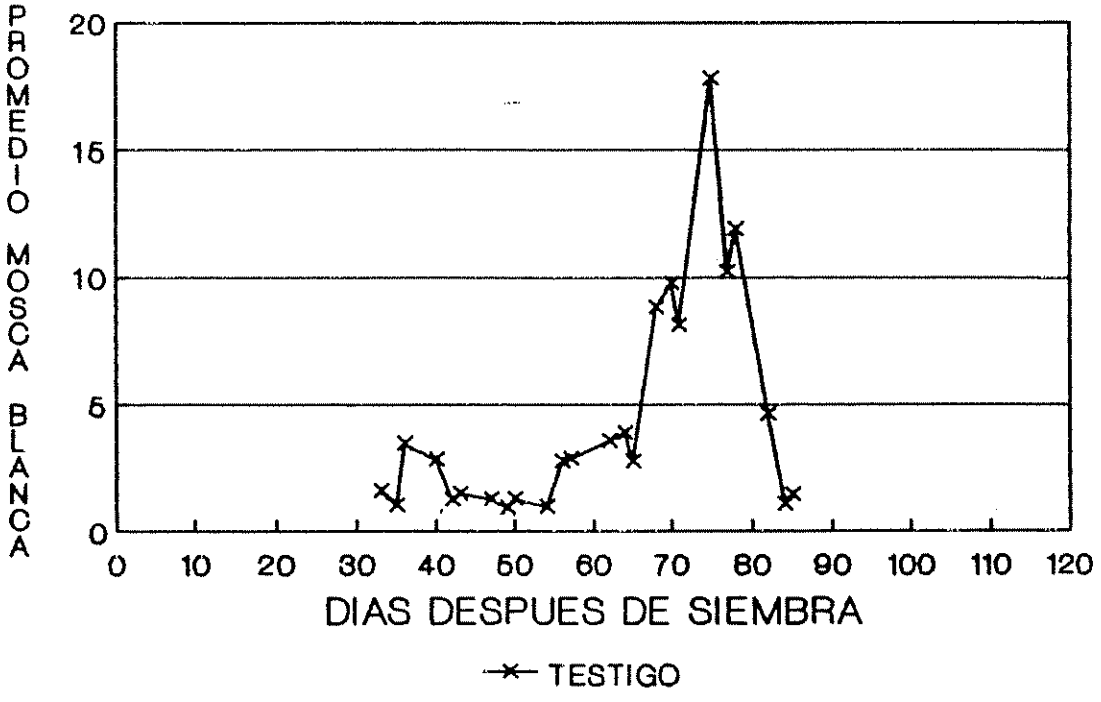


Figura 2. Distribucción temporal de adultos de mosca blanca en el testigo.

Las poblaciones de mosca blanca eran altas desde el comienzo del ensayo produciéndose dos picos poblaciones a los 35 y 68 dias después de la siembra (Fig. 1). Partiendo de esto se puede notar que la transmisión del virus estaba desde los primeros dias del ensayo, reflejándose sobre la incidencia de virosis que se manifestó posteriormente en las plantas del ensayo.

Asimismo, se observa que en los primeros 70 días despues de la siembra en las trampas amarillas la cantidad de insectos presente no coincide con los conteos realizados en el testigo en el mismo tiempo. Esto se explica en el hecho de que en el testigo se muestreaban 12 plantas en cada parcela experimental mientras que las trampas amarillas tenian mayor capacidad de atraer al insecto.

El factor crítico con *B. tabaci* es demorar la infección del tomate, porque la infección viral posterior a la etapa de susceptibilidad inicial no conduce a reducciones del rendimiento (Rosset 1986). La etapa de susceptibilidad del tomate está comprendida desde la germinación hasta las primeras siete semanas aproximadamente del cultivo. Después de esto las plantas se tornan más tolerantes al virus (CATIE 1990).

Esta susceptibilidad a enfermedades viróticas transmitidas por *B. tabaci* es controlada en el campo con el uso de insecticidas, pero una forma sencilla de evitar la llegada del virus es usar plántulas de semilleros protegidas por mallas de nylon. Anzola y Lastra (1978) usaron este procedimiento en semilleros de tomate y encontraron que las plantas protegidas con malla comenzaron a presentar síntomas de virus a la tercera semana luego de su trasplante, mientras que las sembradas directamente presentaron síntomas más temprano. En cuanto a rendimientos, reportaron que las plantas infectadas tardíamente fueron más productivas que las infectadas inmediatamente después de la germinación.

Estas afirmaciones coinciden con el resultado de esta investigación en el sentido de que el vector, aunque estaba en cantidades bajas en el testigo, fue eficiente en la transmisión del agente viral, pues pocos individuos son necesarios para la transmisión del virus y solo a los 65 días

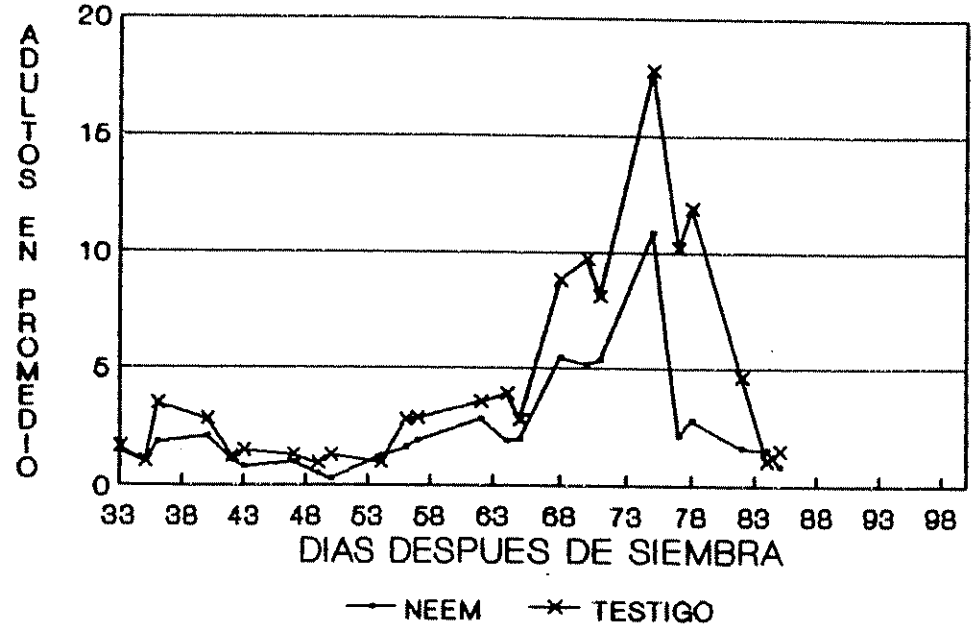
después de la siembra se superó la barrera de un promedio de cinco adultos en este tratamiento (Fig. 2).

La fluctuación poblacional del insecto en las trampas (Fig. 1) coincide con resultados obtenidos por Al-Musa (1982) cuando en verano en el Valle del Jordán la incidencia del virus de la hoja enrollada (TYLCV) se incrementó más rápidamente debido al incremento de los niveles de población de *B. tabaci* la cual es conocida como vector del TYLCV.

Comparando los niveles de mosca blanca en el testigo con relación a los demás tratamientos (Fig. 3 y 4) se puede notar que a partir de los 33 a 68 días después de la siembra no se diferencian mucho los tratamientos con el testigo, por lo que se puede asumir que los tratamientos no ejercieron control sobre los niveles poblaciones de *B. tabaci* durante este tiempo. Sólo se puede notar una cierta diferencia de reducción de niveles poblacionales cuando se compararon los tratamientos Safer y Vertimec contra el testigo durante el lapso del día 68 al día 83 después de la siembra, haciéndose más evidente esta comparación en el caso del Safer a los 75 días después de la siembra.

Por otro lado, los tratamientos Neem y Vertimec, sobre los cuales se tenían muchas expectativas en cuanto a su eficacia, no funcionaron como se esperaba. El extracto acuoso de neem que actúa de diferentes formas, dentro de las cuales está su conocido efecto de repelencia contra insectos, no funcionó como tal, siendo esto contradictorio con los resultados obtenidos por Dreyer (1984), el cual obtuvo una buena actividad repelente contra mosca blanca. No obstante, otros trabajos reportan no haber encontrado repelencia en el uso de extracto etanólico de neem contra la palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Gómez 1990).

Una posible causa por la cual el efecto de repelencia de neem no evitó la llegada del vector de virus fue la frecuencia de aplicación del extracto acuoso. Gómez (1990), asperjando cada cinco días redujo los niveles de *Diabrotica balteata* (Lec.) y *Cerotoma ruficornis* (Olv.) en el cultivo de frijol. Estos resultados fueron igualmente obtenidos por Lacayo (1989) trabajando con la misma especie de crisomelidos.



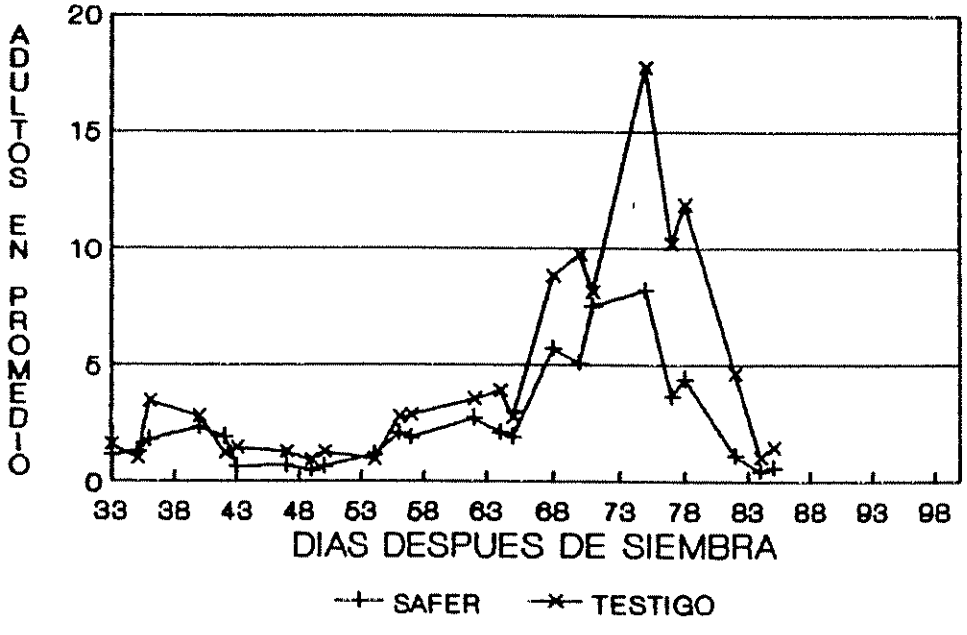
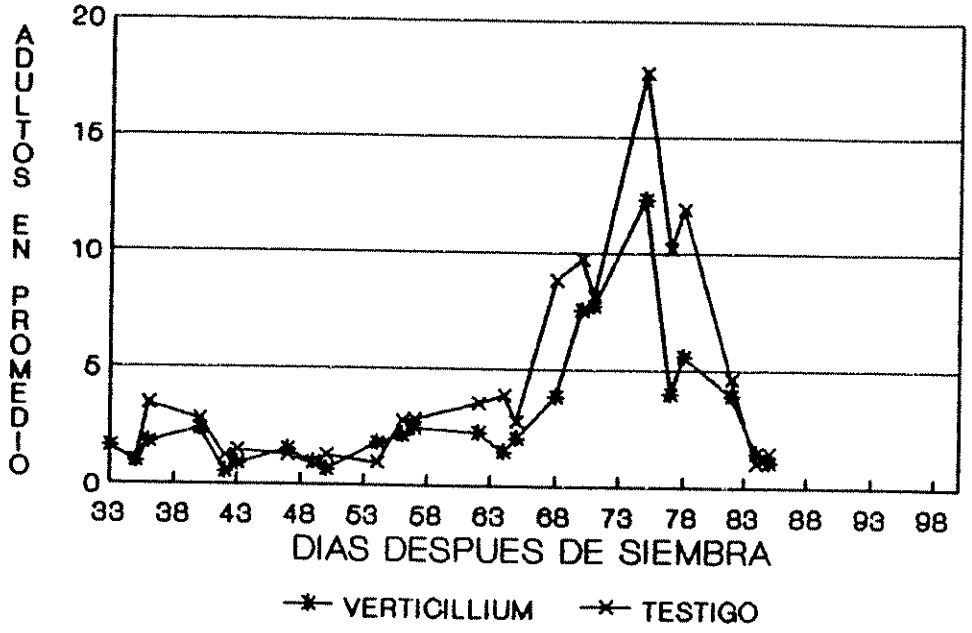


Figura 3. Promedio de adultos de mosca blanca en el testigo con relación a los tratamientos Neem y Safer



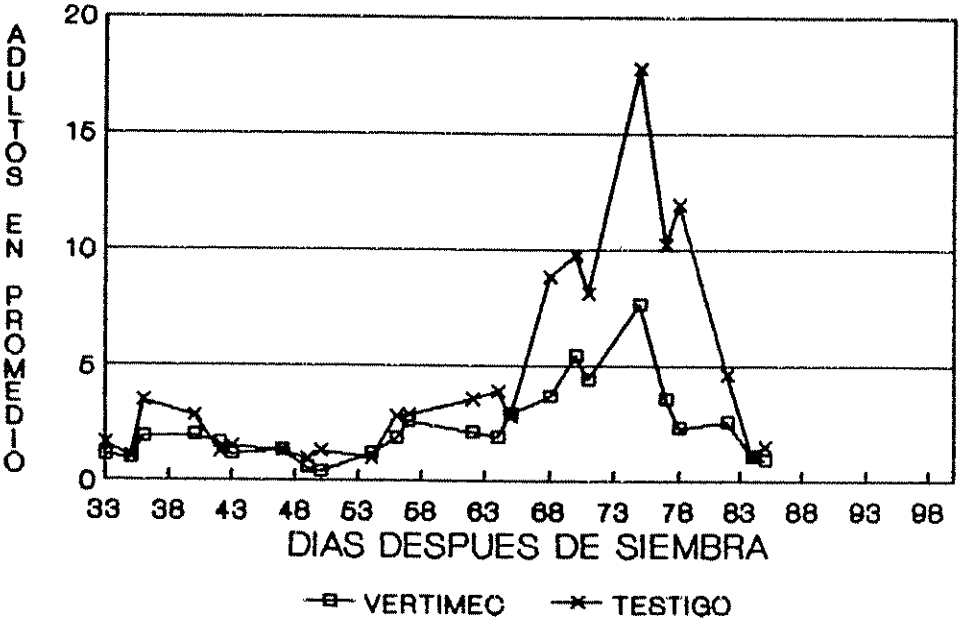
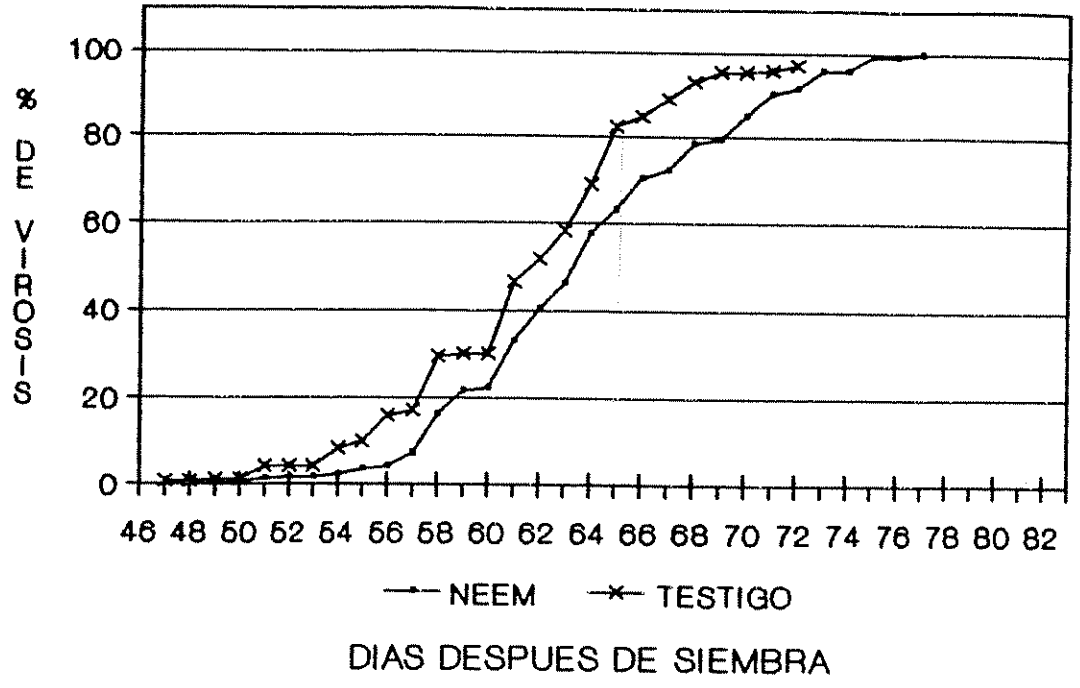


Figura 4. Promedio de adultos de mosca blanca en el testigo con relación a los tratamientos Vertimec y *V. lecanii*

El Vertimec actúa por contacto e ingestión y tiene un poder residual bajo (Agropro 1985a, 1985b). Al igual que los demás tratamientos su comportamiento fue muy similar al testigo (Fig. 4). Una explicación de este resultado es que la especie *B. tabaci* no pone sus huevos en el tomate (Rosset 1986, Gonzales *et al.* 1990), por lo que el producto sólo actuaba sobre los adultos y por lo mismo siempre estaba presente el agente vector cuando llegaba de malezas o de cultivos vecinos.

Otra comparación entre el testigo y los demás tratamientos consistió en ver cómo se manifiesta la curva porcentual de virus acumulados en los tratamientos contra el testigo. Así, las plantas comenzaron a presentar síntomas de virus a los 47 días después de la siembra aproximadamente y el total de las plantas se mostraron enfermas a los 73 días después de la siembra (Fig. 5 y 6). En estas representaciones gráficas no se observan diferencias muy grandes en el aumento porcentual acumulado de virus en los tratamientos con relación al testigo. Esto nos confirma los resultados anteriores cuando se compararon los valores promedios de mosca blanca contra el testigo (figuras 3 y 4).

En la última comparación gráfica se muestran el número de adultos en trampas y porcentaje acumulado de virosis en las plantas (Fig. 7 y 8). Cuando el 50% de las plantas están enfermas en los cinco tratamientos se observa que se ha pasado por un pico poblacional de casi 50 adulto por trampas a los 35 días después de la siembra, lo cual nos dice que esta población fue un factor muy importante en la presentación de la sintomatología posterior. Los primeros conteos en las trampas son los que están directamente relacionados con la aparición de las primeras plantas enfermas.



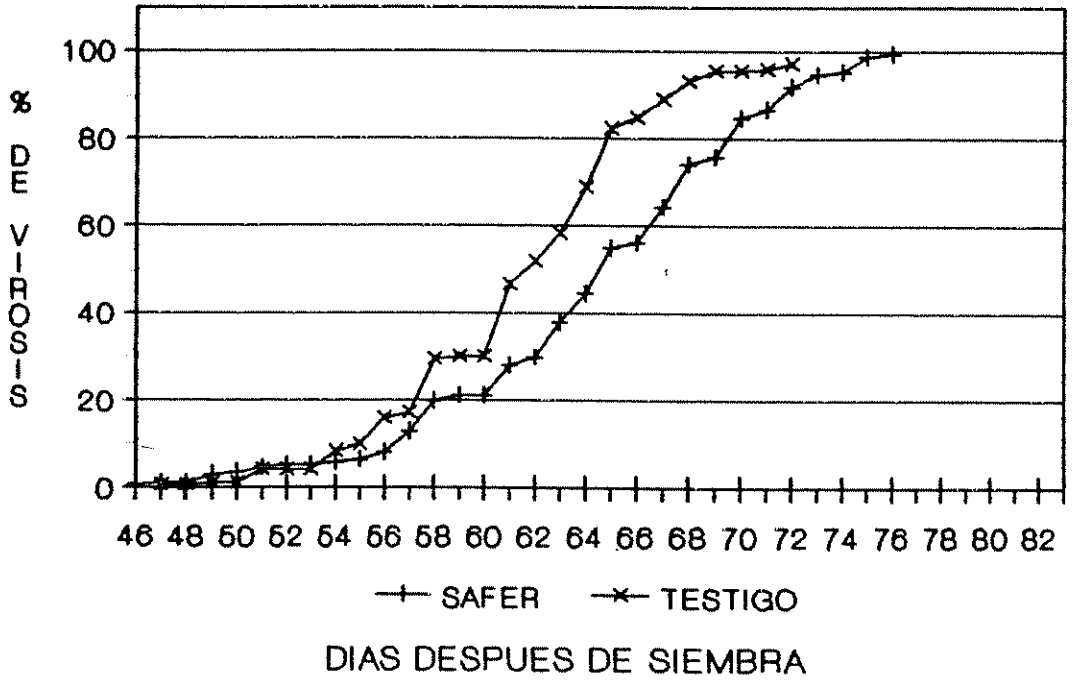
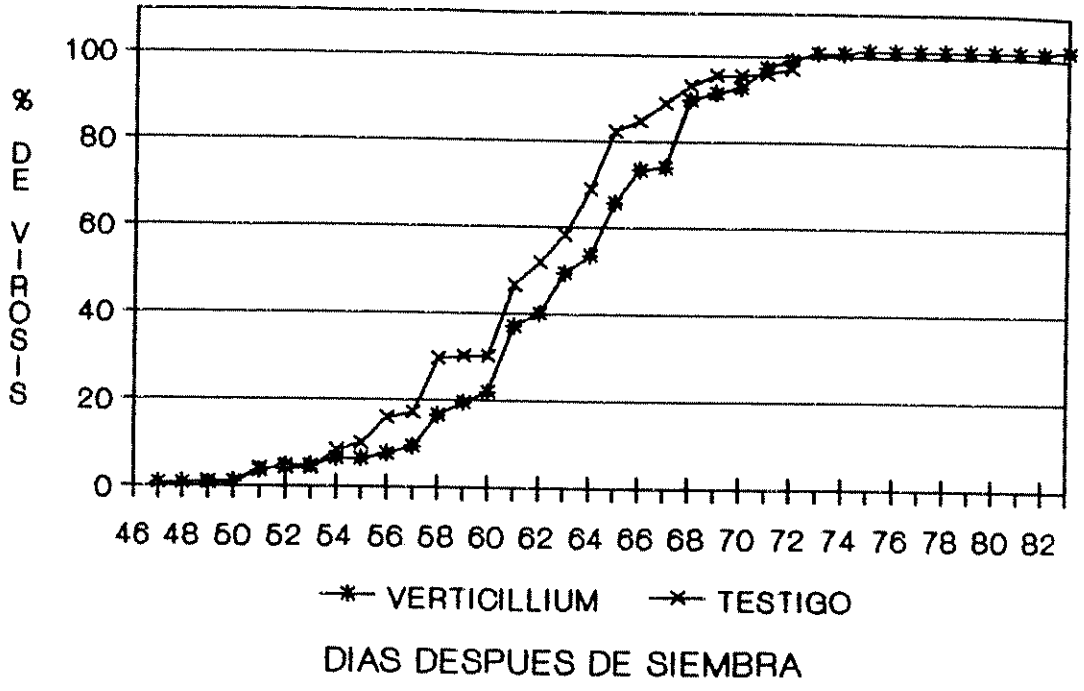


Figura 5. Aumento porcentual acumulado de virus en las plantas en los tratamientos Neem y Safer contra el Testigo



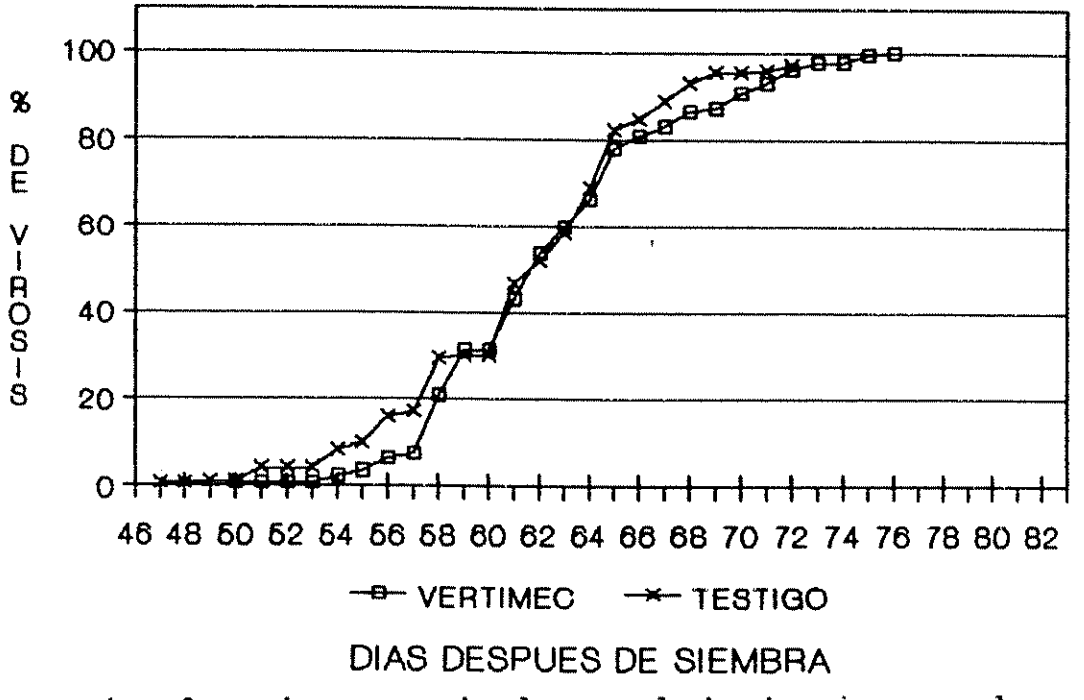
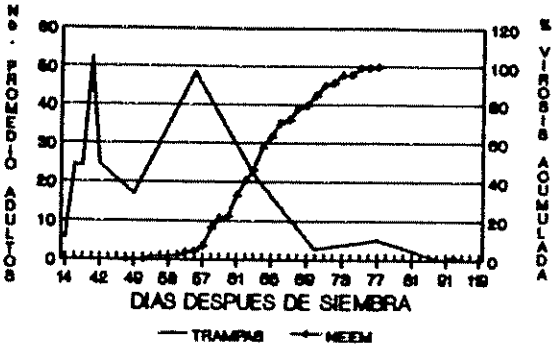
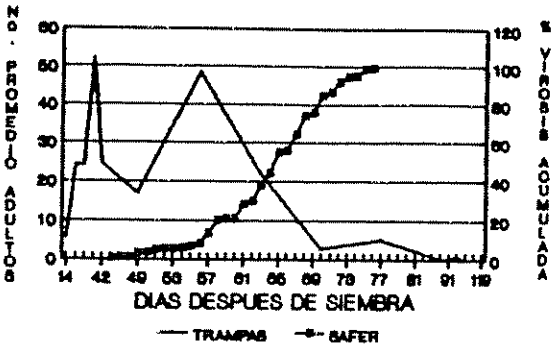


Figura 6. Aumento porcentual acumulado de virus en las plantas en los tratamientos Vertimec y V. lecanii contra el testigo.





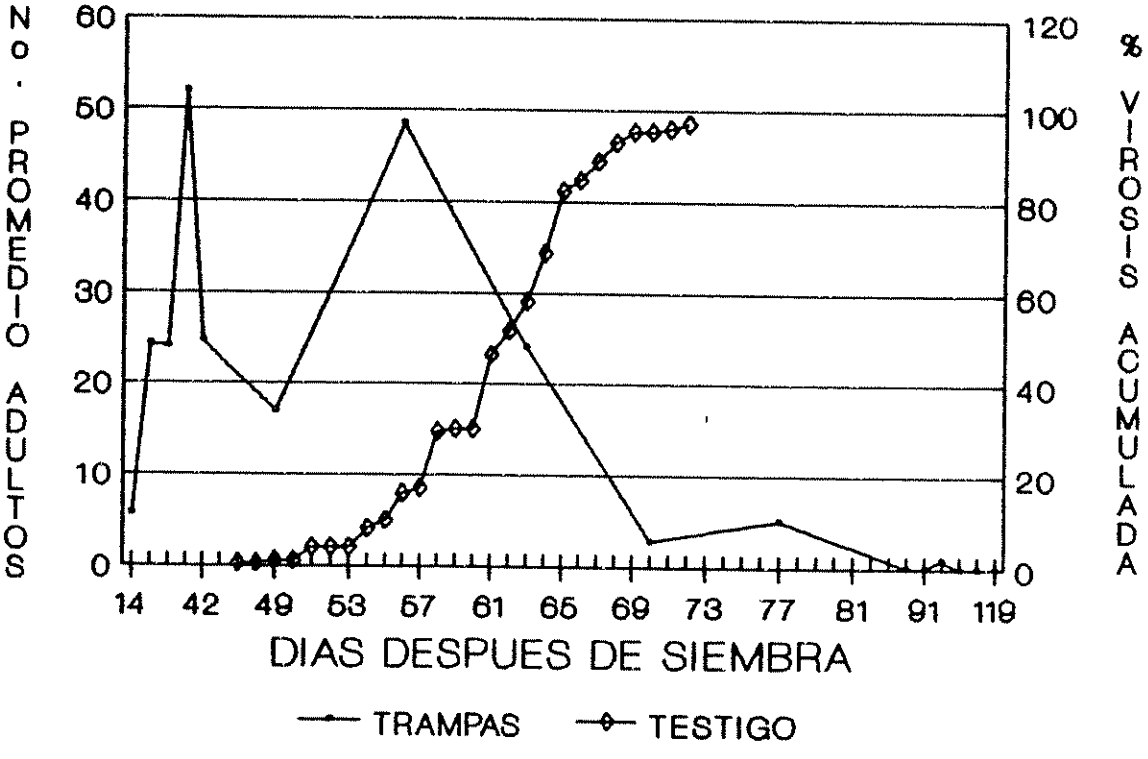
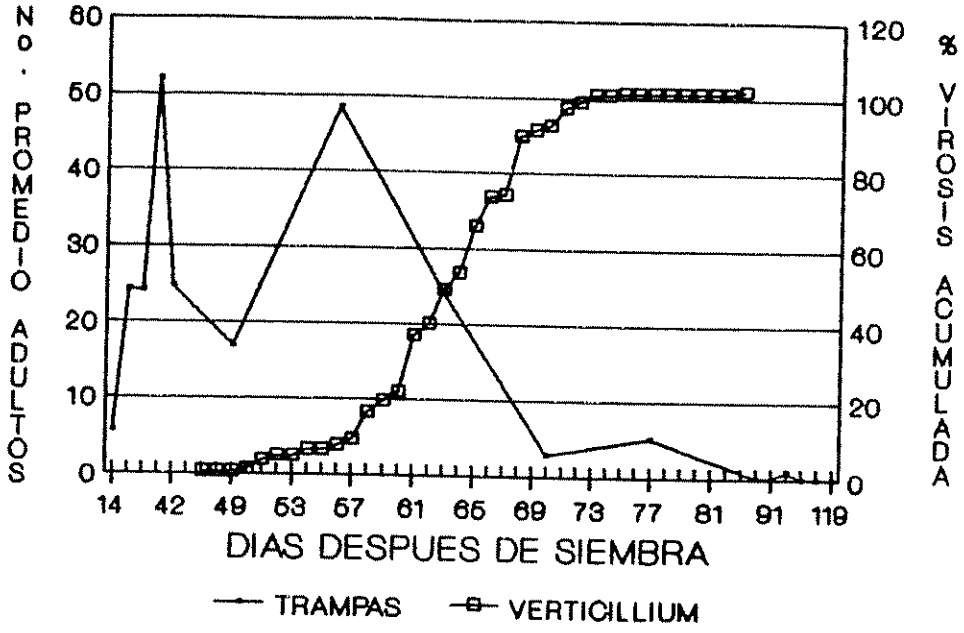


Figura 7. Relación de mosca blanca capturada y aumento porcentual acumulado de virus en las plantas de los tratamientos Testigo, Neem y Safer.



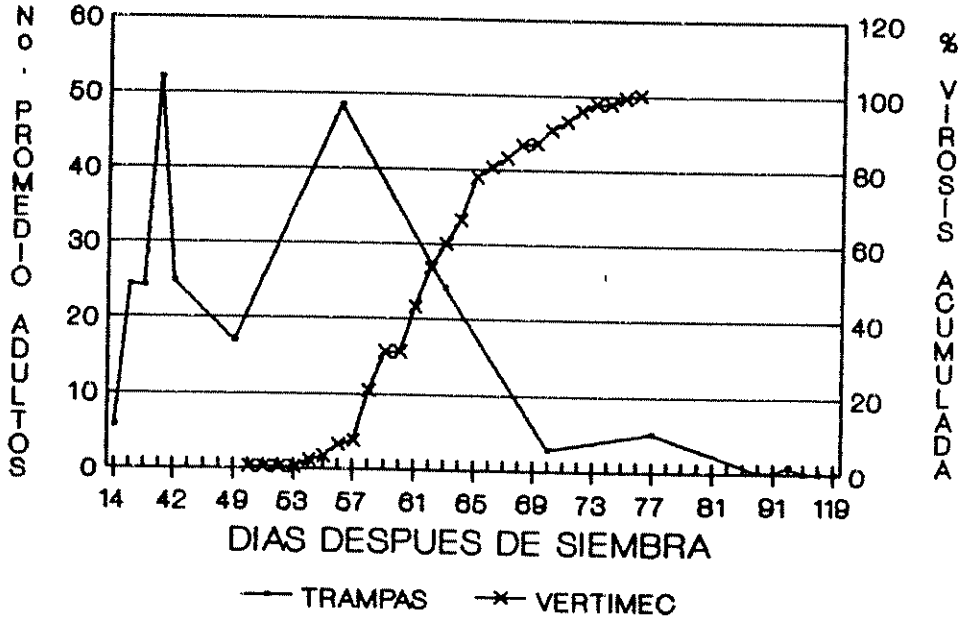


Figura 8. Relación de mosca blanca capturada y aumento porcentual de virus en las plantas de los tratamientos Vertimec y *V. lecanii*.

4.2 Identificación de virus en laboratorio

El diagnóstico mediante la observación de síntomas en campo no es confiable, porque no permite detectar la infección de plantas con síntomas latentes, ni distinguir los síntomas de la infección por diferentes virus. La detección de los virus de un cultivo se puede realizar mediante varios métodos: observación de síntomas en campo, utilización serológicas y otras técnicas más sofisticadas (Fernández 1987).

Una de las pruebas serológicas usadas en la dterminación de los virus fue la técnica ELISA (Enzime Linked Inmunosorvent Assay). Esta es una prueba altamente sensible y eficaz para virus que se encuentran en concentraciones muy bajas en los tejidos de las plantas (Alvarez y Vizcaino 1987). Con la misma se detectó la presencia de los virus PVY (virus Y de la papa), TMV (mosaico del tabaco) y TbEV (Virus del grabado del tabaco). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gámez (1970), quien identificó estos virus en el Valle Central de Costa Rica. Así mismo CATIE (1990), cita al virus mosaico del tabaco (VMT) y virus Y de la papa afectanto al tomate de América Central.

Las muestras de plantas del ensayo analizadas con esta técnicas permitieron detectar PVY 39%, TbVE 31%, TMV 6% y Geminivirus 100%. En el caso de este último no todas las muestras fueron analizadas, por los costos muy altos que representaba su procesamiento, pero se puede asumir este porcentaje debido a las altas poblaciones de *B. tabaci* en las trampas amarillas al inicio del ensayo (Fig. 1).

Los PVY y TbEV son transmitidos por áfidos siendo consecuentes estos resultados con los obtenidos por Gibson *et al.* (1988) y Benigno *et al.* (1988), quienes capturaron adultos con trampas amarillas; posteriormente fueron identificados y determinaron además la capacidad de transmisión de los adultos al usarlos para inocular plantas sanas.

El virus TMV, el cual se encontró en un porcentaje bajo en las lecturas (6%) de las muestras, deja claro que la transmisión mecánica fue baja por la manipulación de las plántulas en la resiembra y el deshije posterior, pues este virus es fácilmente transmisible y muy infectivo. (Harris y Maramorosch, 1977; CATIE 1990)

4.3 Identificación de áfidos

Los áfidos colectados en cada conteo semanal fueron identificados en el laboratorio utilizando claves específicas (Blackman y Eastop 1984), estando presente las especies: *Aphis citricola* (Van der Goot), *Dactynotus tuataiae* (Sasaki), *Picturaphis brasiliensis* (Moreira), *Pentalonia nigriabdominalis* (Coquerel), *Myzus persicae* (Sulzers), *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy), *Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki) y *Macrosiphum avenae* (Davis).

La mayoría de estas especies se encuentran involucradas en la transmisión de virus. Sin embargo, la capacidad y facilidad de transmitir partículas virales es variable y depende de múltiples factores, como son las condiciones climáticas, hospedantes y virus (Harris y Maramorosch 1977).

Aunque *M. persicae* en esta investigación no fue tan frecuente como otras especies, ha sido reportado como un eficiente transmisor de numerosos virus (Gibson *et al.* 1988),

pudiendo transmitir el virus Y de la (CATIE 1990, Gray y Lambert 1986).

Los géneros que se encontraron en mayor cantidad en las trampas de agua fueron *A. citricola* y *D. tuataiae*. Aunque no han sido reportados como transmisores eficientes y/o transmisores específicos de los virus encontrados, cualquier insecto que se alimente de una planta es un posible vector de virus (Lastra 1987). En el caso de los áfidos estos necesitan probar la composición de las plantas para alimentarse, por lo que penetran con sus estiletes los tejidos superficiales, toman una alícuota y por medio de sensores en la epifaringe determinan si es apta o no. Si no es satisfactoria, emprende el vuelo nuevamente y repiten el proceso; esto puede suceder infinidad de veces y de allí su importancia en la transmisión de virus persistente (Cermeli 1987).

4.3.1 Malezas identificadas

No existe una marcada diferencia entre las especies existentes en las distintas zonas dedicadas al cultivo de tomate y más frecuentemente es el caso de que una misma maleza se presente en zonas con diferentes variables climáticas y de manejo (CATIE 1990).

Amaranthus sp., *Asclepias* sp., *Ageratum conizoides* L., *Eclipta alba* L., *Bidens pilosa* L., *Coniza apurensis* H.B.K., *Emilia sonchifolia* L., *E. fosbergii* (Nicolson), *Galinsoga urticaefolia* (HBK) Benth, *Melampodium* spp., *Sclerocarpus divaricatus* (Bentham), *Spilanthes ocymifolia* (L.), *Chamaesyce hirta* (L.), *Euphorbia heterophyla* (L.), *E. prunifolia* (Jacq.), *Hyptis capitata* Jacq, *Sida rhombifolia* (L.), *Sida cuta* (L.), *Richardia scabra* (L.), *Mitracarpus villosus* (Swartz), *Browalia americana* (L.), *Lantana camara* (L.) y *Commelina difusa* (Burn) fueron las malezas colectadas a lo

largo del ensayo de campo. Todas presentaron la presencia de adultos de *B. tabaci* en el enves de las hojas, sin embargo no en todas se detecto la presencia del insectos en sus fases inmaduras.

Estas identificaciones coinciden en gran medida con las realizadas por Reyes (1979), quien hizo una lista de la mayoría de las malezas de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Las malezas también son hospedantes de áfidos y mosca blanca jugando un papel muy importante en la distribución de los virus presentes en ellas (Harris y Maramorosch 1977).

Algunas malezas presentaron la sintomatología clásica del mosaico producido por la presencia de un virus: *E. heterophyla*, *E. prunifolia*, *Sida* sp. (Silbeschmidt y Tommasi 1956, Galvez y Schwartz 1980 y Centeno y Debrot 1985). Sin embargo, sólo se analizó el género *Euphorbia* para la presencia de geminivirus resultando positiva a la presencia del mismo.

Por último, algunas muestras analizadas resultaron positivas a la presencia de más de un virus. Esto se debe a que una planta puede ser infectada por más de un virus simultáneamente. Gibson *et al.* (1988), al utilizar áfidos con comprobada eficiencia en la transmisión de virus observaron que algunos de estos efectivamente podían transmitir dos cepas virales a la vez. Por lo tanto, el efecto sobre las plantas y en el rendimiento es más perjudicial que por la acción individual de cada uno.

4.4 Análisis estadístico

El ANDEVA de los datos obtenidos indica que en los primeros dos grupos de muestreos de *B. tabaci*, según la metodología planteadas existieron diferencias significativas entre tratamientos, del día 33 al 53 y del día 54 al día 67 obteniéndose un P=0.0004 y P=0.0001, respectivamente para cada grupo (Cuadro A1 y A2). Sin embargo, al tratar de diferenciar cuál de los tratamientos fue el más eficiente en controlar la plaga, no se encontró diferencia entre los tratamientos. Los tratamientos sólo se diferenciaron del testigo en ambos grupos de muestreos según la separación de medias (Duncan 1955) (Cuadro 1 y 2).

Con base en una prueba de contrastes ortogonales para cada grupo, se obtuvieron diferencias entre los tratamientos contra el testigo con un P= 0.0001 y P= 0.008 (Cuadros 3 y 4) respectivamente, para los dos primeros grupos de muestreos. Cuando se compararon los productos biológicos contra los químicos incluyendo la comparación dentro de ellos no se encontraron diferencias significativas.

Comparando estos resultados con las fluctuaciones de *B. tabaci* (Fig. 3), se comprueba que no debía existir diferencias entre los tratamientos y sólo contra el testigo, ya que estos tienen una distribución muy parecida.

Para el intervalo comprendido del día 68 al día 85 después de la siembra la diferencia entre tratamiento fue más evidente tanto gráficamente (Fig. 3) como estadísticamente, encontrándose un P=0.002 y un valor de F=14.53 (Cuadro A3). Con la separación de medias se encontró que al igual que en los muestreos anteriores el testigo fue distinto a los demás tratamientos. En relación con los otros tratamientos se encontró que el Vertimec mantuvo el promedio de insectos más bajo (1.7452) con relación con los demás

Cuadro 1. Prueba de Duncan para muestreo desde los 33 a 53 días después de siembra.

Tratamientos	Número promedio de *B. tabaci*/tratamientos*	
Extracto acuoso de neem	1,00022	A
Safer	1,05657	A
V. lecanii	1,06494	A
Vertimec	1,06863	A
Testigo	1,27526	B

*Datos transformados mediante el método de raíz cuadrada.

* Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Cuadro 2. Prueba de Duncan para muestreo desde los 54 a 67 días después de siembra.

Tratamientos	Número promedio de *B. tabaci*/tratamientos *	
Extracto acuoso de neem	1.35357	A
Safer	1.35260	A
V. lecanii	1.39927	A
Vertimec	1.38851	A
Testigo	1.622613	B

*Tratamientos con igual letra no son significamente

diferentes.

Datos transformados mediante el método de raíz cuadrada.

Cuadro 3. Prueba de contrastes ortogonales para muestreo desde los 33 a 53 días después de siembra.

Comparaciones	GL	SC Cont.	CM.Cont.	Fc	Pr > F
Todos vs Test	1	1.49273505	1.49273505	47.73	0.0001
Quím.vs Biol	1	0.03244249	0.03244249	0.95	0.3488
Neem vs Verti.	1	0.07539036	0.07539036	2.21	0.1630
Safer vs Vert.	1	0.00261713	0.00261713	0.08	0.7866

Datos transformados mediante el método de raiz cuadrada.

Cuadro 4. Prueba de contrastes ortogonales para muestreos desde los 54 a 67 días despues la siembra.

Comparaciones	GL.	SC.Cont.	CM.Cont.	Fc	Pr > F.
Todos vs Test	1	1.19182685	1.19182685	10.10	0.0080
Quím vs Biol	1	0.00082635	0.00082635	0.01	0.9343
Neem vs Verti.	1	0.02505391	0.02505391	0.21	0.6533
Safer vs Vert.	1	0.01547555	0.01547555	0.13	0.7237

Datos transformados mediante el método de raiz cuadrada.

tratamientos (Cuadro A4). En cuanto a la prueba de contrastes ortogonales se evidenció lo ocurrido anteriormente con la separación de medias; esta indicó que efectivamente todos los tratamientos diferían del testigo. Los productos químicos fueron distintos a los biológicos y los productos biológicos se diferenciaron entre sí, no así los productos químicos (Cuadro A5).

4.4.1 Efectos de los virus en los rendimientos

Para establecer cómo fue afectado el rendimiento con las poblaciones de mosca blanca se estableció una correlación entre los grupos de muestreos descritos en relación con las categorías de tomate ya establecidas. Según el análisis de correlación se observó que sólo existió relación significativa entre la categoría tres con el número promedio de mosca blanca en los dos primeros grupos de muestreos, siendo esta relación directa pero negativa en ambos casos (Cuadros A6 y A7). Para el tercer grupo de muestreo se encontró que no hubo relación significativa para ninguna de las categorías de tomate (Cuadro A8). Este resultado es congruente con el obtenido por Gonzales *et al.*(1990) quienes mencionaron que la población de mosca blanca sólo tuvo una relación significativa afectando los rendimientos de tomate a los 10 días después de la siembra.

Se presentan los rendimientos promedios de acuerdo a las dos primeras categorías de tomate I y II (Fig. 9), para los cincos tratamientos. Se puede observar que el tratamiento con *V. lecanii* produjó el mejor rendimiento en la categoría I pero el tratamiento con Neem fue el más bajo. El ANDEVA para esta categoría muestra que existieron diferencia entre tratamientos con un F= 8.62 (Cuadro A9), mientras que la separación de medias muestra efectivamente que el mejor rendimiento fue el tratamiento tres (Cuadro A10).

En cuanto a la categoría II se observa que los tratamientos con Safer y *V. lecanii* presentaron el mayor rendimiento, la separación de medias asi lo confirma (Cuadro A11) . Igualmente existieron diferencia significativas entre los rendimientos (Cuadro A12).

Se puede entonces decir que el rendimiento no sólo fue afectado en la cantidad, sino también en la calidad, pues la categoría II fue mayor en cantidad producida y su valor comercial en el mercado es menor

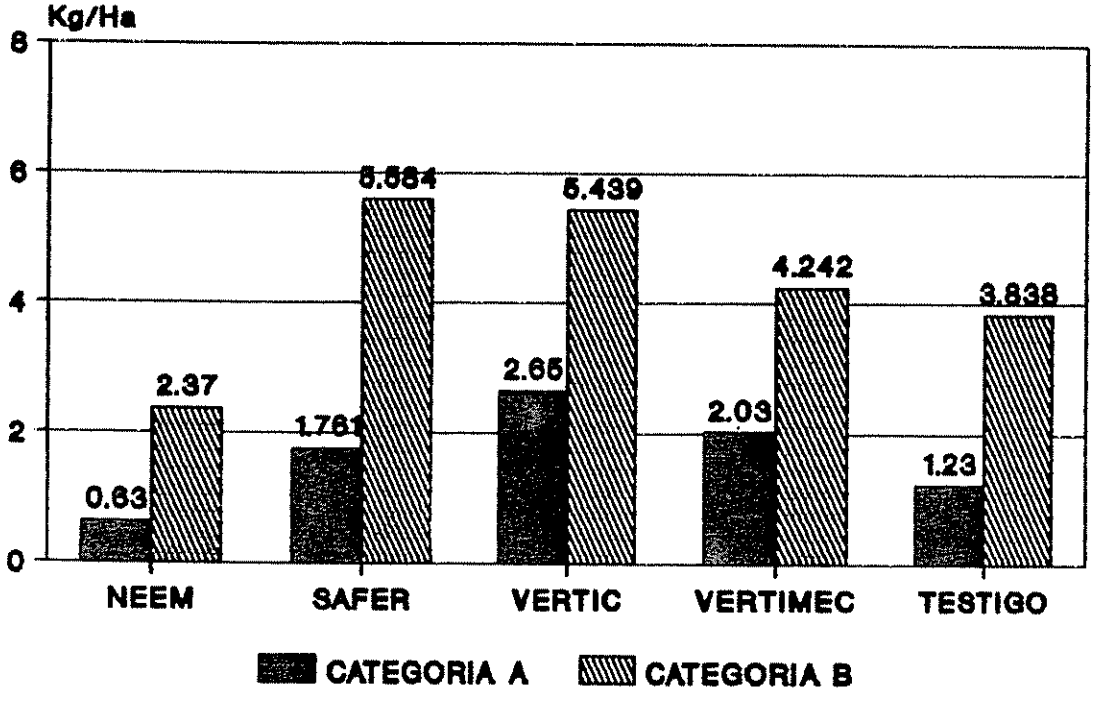


Figura 9. Rendimientos promedios de tomate en los tratamientos (Kg/Ha). (Alajuela, Enero-Mayo 1991).

V CONCLUSIONES

El intervalo comprendido entre la siembra y los primeros 50 días es el período crítico para la protección del tomate con respecto a la infección por virus.

Los tratamientos, aunque mantuvieron las poblaciones de mosca blanca a niveles más bajos en relación con el testigo, no fueron eficaces en el control de los virus transmitidos por esta, lo que nos demuestra que poblaciones bajas son suficientes para producir una epidemia viral.

El tratamiento de neem, conocido por sus diferentes formas de acción dentro de los cuales esta su efecto de repelencia no funcionó como tal.

Sólo se encontró correlación significativa para la cantidad promedio de insectos contra la categoría III de tomate en el grupo de muestreo de los 54 días a 67 días después de la siembra.

En el campo de estudio donde se desarrolló esta investigación están presentes los virus PVY (virus Y de la papa), TMV (virus mosaico del tabaco), TbEV (virus grabado del tabaco) transmitidos por áfidos y geminivirus transmitidos por mosca blanca.

VI RECOMENDACIONES

Durante el lapso de los primeros 50 días después de la siembra el tomate debe ser mejor protegido contra el vector de virus, *B. tabaci*.

VII BIBLIOGRAFIA

ABREU, A.J.C.; BEJARAN, A.E. 1987. Dinámica de población de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorium* Westwood) en el cultivo de habichuelas (*Phaseolus vulgaris* L), Constanza, República Dominicana. Tesis Ing. Agron. Santo Domingo. Universidad Autónoma de Santo Domingo. 52p.

ADLER, V.E.; UEBEL, E.C. 1987. Effects of Margosan-O on six species of cockroaches (Orthoptera: Blaberidae, Blattidae) and Blattellidae. *In* Internacional Neem Conference (3, 1986, Nairobi, Kenya). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants; proceedings. Eds. H. Schmutterer, K.R.S. Ascher, Eschborn, GTZ. P.387-392.

AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. 1987. El utilísimo neem (EE.UU.). 36 (3). P. 28-34.

AGROPRO. 1985a. Perfil del producto Vertimec-Acaricida-Insecticida de origen natural. MSD-Agvet. San jose (C.R.). 11p.

AGROPRO. 1985b. Perfil técnico Vertimec. Acaricida-insecticida de origen natural. MSD-Agvet. San Jose (C.R.). 14p.

AGROQUIMICOS. 1987. El utilísimo Neem. Agricultura de las Américas. Año 36, 3:28-34.

AHMED A.H.M.; ELHAHAG, E.A.; BASHIR N. H. R. 1987. Insecticide resistance in the cotton whitefly (*Bemisia tabaci* Genn) in the Sudan Gezira. Tropical Pest Management (G.B). 33 (1): 67-72.

AL-MUSA, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. Plant Disease 66:561-563.

ALVAREZ M.C.; VIZCAINO S.J.M. 1987. Técnicas inmunoenzimáticas Elisa en patología animal y vegetal. 2 ed. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 63p. (Serie técnica No. 7).

ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1978. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. Agronomia Tropical. 25(5):473-482.

ARAI, J. ; CRURATA-MASCA, M.G.C.; GRAVENA, S.; RAGA, A. 1984. Manejo integrado da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinado visando reducao de virose do mosaico dourado. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil (Bra.) 13(1):35-46.

ARAKAWA, K. ; BELLOWS JUNIOR, T.S.; FARRAR, C.A; PERRING, T.M. 1988. Patterns in diel flight activity of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cropping systems in Southern California. Enviromental Entomology (EE. UU.). 17(2):225-228.

ARROYAVE, J.A.; CONSTATINO, CH.L.M.; FLECHTMANN, W.C.H. 1988. A little known mode of dispersal of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). International Journal of Acarology (EE. UU.). 16(3):181-182p.

BARAHONA, Z.L.D. 1990. Efectos de los insecticidas botánicos y biológicos sobre la entomofauna benéfica presente en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) var. Superette. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Sanidad Vegetal. 40 p.

BENIGNO, D.A.; CALILUNG, V.J.; XUAN, T.H. 1988. Epidemiology of tomato mosaic virus and cucumber mosaic virus in Philippines. Philippine Agriculturist (Filipinas). 71(4):421-430.

BINK-MOENEN R.M.; MOUND, L.A. 1990. Whiteflies: Diversity biosystematics and evolutionary patterns. *In* whiteflies their bionomics pest status and management (1, 1990 Tel Avi, Israel). Eds. Dan gerling. P. 1-11.

BIRD, J.; KIMURA, M.; MARAMOROCH, K.; MOLLOR, A.C.; RODRIGUEZ, R.L.; SANCHEZ, J. 1975. Mosaico de *Euphorbia prunifolia* Jacq. en Puerto Rico, transmisión, hospederos y etiologia. *In* Reunión Anual del PCCMCA (21, 1975, San Salvador). Memoria. San Salvador. 1:233-234.

BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. 1984. Aphids on the world's crops: Entomology Bristish Museum. (G.B.). 465p.

BOITEAU, G. 1990. Effect of trap color and size on relative efficiency of water-pan traps for sampling alate aphids (Homoptera: Aphididae) on potato. Journal of Economic Entomology. (EE. UU.).83(3):937-942.

BORTOLI, S.A.; GIACOMINI, P.L. 1981. Acao de algums insecticidas granulados sistémicos sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) (Homoptera-Aleyrodidae) E. *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 (Homoptera-Cicadellidae) e seus efeitos na productividade de feijoerio (*Phaseolus vulgaris* L.). Anais da Sociedade Entomologica de Brasil (Bras.). 10(1):89-96.

BRL. 1989a. Blugene^{tm}. Nonradioactive nucleic acid detection systen. Bethesda research laboratories. Life tecnologies Inc. Cat. No. 82798A. 36P.

BRL. 1989b. Photogene^{tm} nucleic acid detection system. Instruction manual. Bethesda research laboratoires. Life tecnologies Inc. Cat.No. 8192SA: 26p.

BROWN, J.K. 1989. A whitefly-transmitted geminivirus from peppers with tigre disease. Plant Disease. 73(7):610.

BUSTILLO, P.A.E. 1988. Uso de entomopatógenos. Manejo Integrado de Plagas (C.R). No. 3:32-50.

BUTLER JUNIOR,. G.D.; HENNEBERRY, T. J.; WILSON, F.D. 1986. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton: adult activity and cultivar oviposition preference. Journal of Economic Entomology (EE. UU.). 79:350-354.

CARDONA, C.; EICHELKRAUT, K. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de las mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) como plaga del frijol común. Turrialba (C.R.) 39: 51-55.

CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, (C.R.). 38p. (Informe técnico No. 125).

CENICAFE. 1990. Manual de capacitación en control biológico. Chinchirá, Colombia. 174p.

CENTENO, F.; DEBROT, E. 1985. Ocurrencia del virus mosaico de las Euforbiaceas infectando a *Euphorbia heterophilla* L. en Venezuela.

CERMELI, L.M. 1987. Control de áfidos plagas en Venezuela. *In* Curso de áfidos. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centroámerica. Turrialba, C.R. CATIE. p. 20-35 (Informe técnico No. 125).

COSTA, A.S. 1976. Whitefly-transmitted plant diseases. Annual Review of Phytopathology (EE.UU.). 16:429-449.

COUDRIET, D.L.; MEYERDIRK, D.E;. PRABHABER, N. 1985. Sweet-potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): effects of neem-seed extract on oviposition in immature stages. Environmental Entomology (EE. UU.). 14:776-779.

DITTRICH, V.S.V.K.; ERNST, G.H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. *In* whiteflies their bionomics, pest status and management. (1, 1990 Tel Avi, Israel). Eds. Dan gerling. P.263-285.

DORAISWAMY, S.; JEYARAJAN, R.; RAMAKRISHAN, L.; RAO, A.V.; SIVAPRAKASAM, K. 1988. Incidence of whitefly transmitted viruses in Tamil Nadu. Research notes. Madras Agriculture Journal (India). 76 (5-6) : 212-213.

DREYER, M. 1984. Effects of aqueous neem extracts and neem oil on the main pests of *Cucurbita pepo* in Togo. *In* International Neem Conference (2, 1983, Ravichholzhausen, Federal Republic of Germany) natural pesticides from neem tree (*Azadirachta indica* A, Juss) and other tropical plants; proceedings. Eds. H. Schmutterer; K.R.S. Ascher. Eschborn, GTZ. p. 435-444.

DRUMMOND, J.; HEALE, J.B.; GILLESPIE, A.T. 1987. Germination and effect of reduced humidity on expression of pathogenicity in *Verticillium lecanii* against the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporarorium*. Annals of Applied Biology (G.B.). 3:193-201.

DUNCAN, D.B. 1955. Multiple raange and multiple F tests. Biometrics. 11:1-42.

FAGOONEE, I. 1981. Behavioral response of *Crocidolomia binotalis* to Neem. *In* Proceedings Internacional Neem Conference (1, 1980, Rottach-Egern, Federal Republic Germany). Natural pesticides from Neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss); proceeding. Eds. H. Schmutterer, K.R.S., Ascher Eschborn, GTZ. P.211-225.

FERNANDEZ, O. 1987. Problemas virales y producción de semillas de papa. *In* Curso de Afidos. Articulos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centroámerica. Turrialba, C.R., CATIE. P51-55. (Informe técnico No. 125).

GALVEZ, G.E.; SCHWARTZ, H.F. 1980. Problemas de producción de fríjol. Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. Cali, Colombia, CIAT. 424 p.

GAMEZ, R. 1970. Los virus de Centroamérica 1. Transmisión por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) y plantas hospedaantes del virus del mosaico dorado. Turrialba, (C.R.) 21(1):22-27.

GARCIA, J.G.L.; MACBRYDE, B.; MACBRYDE, O.H.; MOLINA, A.R. 1975. Malezas prevalentes de América Central. Internacional Plant Protection Center. El Salvador. 162p.

GERLING, D. 1990. Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management. (G.B.). 348p.

GIBSON, R.W.; KATIS, N.; PAYNE, R.W. 1988. The transmission of potato virus Y by aphids of different vectoring abilities. Annals Applied Biology. (G.B.). 113:35-43.

GILLESPIE, D.R.; QUIRING, D. 1987. Yellow sticky traps for detecting and monitoring greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) adults on greenhouse tomate crops. Journal of Economy Entomology. 80:675-679.

GOMEZ, R.E.S. 1990. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) repelencia a *Ceratoma ruficornis* (Olv.) y *Diabrotica balteata* (Lec) (Coleoptera: Chrysomelidae) y reducción de virosis en *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 109 p.

GONCALVES, M.F.B.; LIMA, J.A.A. 1988. *Cassia occidentalis*. Potencial reservatório de potyvirus que infetam caupi. Fitopatologia Brasileira (Bra.) 13(4):365-368.

GONZALES, W.; MENESES, R.; LASTRA, R.; ROSSET, P. 1990. Estimación de pérdidas e identificación del geminivirus transmitido al tomate por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn.(Homoptera: Aleyrodidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (C.R.). No. 15. P.24-34.

GRAINGE, M.; AHMED, S.; MITCHELL, W.C., HYLIN, W. 1984. Plant species reportedly possessing pest-control properties. A database. Honolulu. Hawaii, Resource System Institute. 240 p.

GRAY, S.M.; LAMPERT, E.P. 1986. Seasonal abundance of aphid-borne virus vectors (Homoptera:Aphididae) in flue-cured tobaco as determined by alighting and aerial interception traps. Journal of Economy Entomology. 79(4):981-987.

GTZ. Proyecto de Neem. 1983. Explicaciones sobre algunas especies de plantas con propiedades plaguicidas. Folleto Informativo. 10p.

HALL, R.A. 1982. Control of whitefly *Trialeurodes vaporarorium* and cotton aphid, *Aphis gossypii* in glasshouses by two isolates of the fungus, *Verticilium lecanii*. Annals of Applied Biology (G.B.). 101:1-11.

HARRIS, K.F.; MARAMOROSCH, K. 1977. Aphids as virus vectors. New York, Academic press. 547p.

HARRIS, K.F.; MARAMOROSCH, K. 1981. Plant diseases and vectors: Ecology and Epidemiology. New York, Academic Press. 368 p.

HOROWITZ, R.A. 1986. Population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius): with special emphasis on cotton fields. Agriculture, Ecosystems and Enviroment (Holanda). 17:37-47.

JACOBSON, M. 1981. Isolation and identification of insect antifeedants and growth inhibitors from plants: an overview. *In* International Neem Conference (1, 1980, Rottachegern, Federal Republic of Germany). Natural Pesticides from de neem tree (Azadirachta indica A. Juss); Proceeding. Eds. H. Schnutterer; K.R.S. Ascher; H. Rembold. Eschborn, GTZ. P.13-20.

JACOBSON, M. 1987. Neem research and cultivation in the western hemisphere. *In* International Neem Conference (3, 1986, Nairobi, Kenya). Natural pesticides from the neem tree (Azadirachta indica A. Juss) and other tropical plants; Proceedings. Eds. H. Schmutterer; K.R.S. Archers. Eschborn, GTZ. p.33-34.

KANAGARATNAM, P.A.; HALL, R.A.; BURGES, H.D. 1982. Control of glasshouse whitefly, *Trialeurodes vaporarorium* (Westwood), by an aphid strain of the fungus *Verticillium lecanii* (Zimm). Annals of Applied Biology (G.B.). 100 : 213--219.

KRAMER, P. 1966. Serious increase of cotton whitefly and virus transmission in Central América. Journal of Economic Entomology. (EE.UU.). 59 : 1531.

KRAUS, W.; BAUSMAN, S; BOKEL, M.; KELLER, U.; KLINGELE, M.; POHNL, H.; SCHWINGER, M. 1987. Control of feeding and development by constituents of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica*. *In* International Neem Conference (3, 1986, Nairobi, Kenya). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants; proceending. Eds. H. Schmutterer; K. R. S. Ascher. Eschborn, GTZ. p 111-120.

LACAYO, P.L.I. 1989. Efectos de los extractos de las semillas de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) en adultos de dos especies de crisomélidos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 95 p.

LASTRA, R. 1987. Transmisión de virus por insectos. *In* Curso de áfidos. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centroámerica. Turrialba (C.R). CATIE. p.56-62. (Informe técnico No. 125).

MENESES, R.; RAMIREZ, B.; PIAGGIO, G. 1990. Efectos de tres tipos de trampas de agua en la captura de áfidos. Manejo Integrado de Plagas (C.R.). No. 18:13-18.

MENESES, R.R. 1989. Vectores de virus. Notas diagnósticos de plagas. (C.R.). 24 p.

MICHEL-KIM, H.; BRANDT, A. 1981. The cultivation of neem and processing it in a small village plant. *In* International Neem Conference (1, 1981, Rottachegern, Federal Republic of Germany). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss); proceedings. Eds. H. Schmuterer; K.R.S. Archer; H. Rembold. Eschborn, GTZ. p. 279-290.

MILLER, J.A.; CHAMBERLAIN, W.F. 1989. Azadirachtin as a larvicide against the horn fly, stable fly and house fly (Diptera: Muscidae). Journal of Economic Entomology (EE. UU.) 82 (5) : 1375-1378.

MILLER, R.J.; LUTTON, G.G. 1986. Dependence of *Verticillium lecanii* (Fungi: Hyphomycetes) on high humidities for infection and sporulation using *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as host. Enviromental Entomology (EE. UU.). 15 (2):380-382.

MOLINA, M.; HERNANDEZ, J. 1983. Guia de producción de tomate. San José, Costa Rica, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. 5 p.

OHNESORGE, B.; RAPP, G. 1986. Monitoring *Bemisia tabaci*: A review. Agriculture, Ecosystems and Enviroment. (Holanda) 17:21-27.

OLIVERO, A.C; TRUJILLO, P.G. 1989. Huéspedes alternos, distribución e incidencia del virus del moteado plumoso de la batata (FMV) en la región central de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela (Ven.). 15:93-103.

OLKOWSKI, W. 1987. Update: Neem. A New era in pest control products. IPMP (EE. UU.). 9(10):1-8.

OLKOWSKI, W.; OLKOWSKI, H. 1988. New botanical pesticides from the Meliaceae. IPMP (EE. UU.) 9 (9):1-6.

OZASLAN, D.; OZASLAN, M.; YILMAZ, M.A. 1988. Cucumber vein yellowing virus in Cucurbitaceae in Turkey. Plant Disease (EE. UU.). 73:610.

PLATERO, R.G.G. 1989. El virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2), fluctuación poblacional de vectores y su presencia en el Salvador. Manejo Integrado de Plagas (C.R.). No. 12:12-20.

PLISKE, T.E. 1984. The establishment of neem plantations in the American Tropics. *In* International Neem Conference (2, 1983, Rauichholzhausen, Federal Republic of Germany). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants; Proceedings. Eds. H. Schmutterer; K. R. S. Ascher. Eschborn, GTZ. p. 521-526.

POLLARD, D.G. 1955. Feeding habits of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of Applied Biology (G.B.). 43(4):664-671.

QUEZADA, J.R. 1986. Principios y fundamentos y tácticas del manejo integrado de plagas. 23 p. (mimeografiado) presentado en: Seminario sobre Manejo Integrado de Plagas para Administradores del Sector Agrícola. (1986, Guatemala y Honduras).

REMBOLD, H.UHL.; MULLER, TH. 1987. Effects of azadirachtin on hormone titers during the gonaditrophic cycle of Locusta migratoria. *In* International Neem Conference (3, 1986, Nairobi, Kenya). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants; proceedings. Eds. H. Schmutterer; K.R.S. Archer. Eschborn, GTZ. p. 289-298.

REYES, A.M. 1979. Malezas predominantes en la estación experimental agricola "Fabio Baudrit M." en la provincia de Alajuela. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomia, Escuela de Fitotecnia. 65p.

ROSSET, P.M. 1986. Aspectos ecológicos y económicos del manejo de plagas y los policultivos de tomate en América Central. Ph.D. Thesis. Trads. L. Babbar; E. Tovar; P. Rosset. Ann Arbor, Michigan, Institute for the Development of Agricultural Alternatives. 128 p.

RUSSEL, L.M. Whiteflies on beans in the western hemisphere systematic entomology laboratory, IIBIII. Agriculture Resourse Service. USDA, Beltsville. 3:32-39.

SCHENEIDER, B.H.; ERMEL, K. 1987. Quantitative determination of azadirachtin from neem seeds using high performance liquid chromatography. *In* International Neem Conference (3, 1986, Nairobi, Kenya). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants; proceeding. Eds. H. Schmutterer; K.R.S. Archer. Eschborn, GTZ. p. 161-170.

SCHLUTER, U.; SCHULZ, W.D. 1984. Structural damages caused by Neem in *Epilachna varivestis*. A summary of histological and ultrastructural data 1. Tissues affected in larvae. *In* International Neem Conference (2, 1983, Ravichholz-hausen, Federal Republic of Germany). Natural pesticides from neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants; Proceedings. Eds. H. Schmutterer, K.R.S., Ascher. Eschborn, GTZ. p. 227-237.

SIDDIG, S.A. 1981. Efficacy and persitence of stored wheat against *Trogoderma granarium*. *In* Internacional Neem Conference (1, 1980, Rottach-egern, Federal Republic of Germany). Natural pesticides from the tree (*Azadirachta indica* A. Juss); proceedings. Eds. H. Schutterer; K.R.S. Ascher; H. Rembold Eschborn, GTZ. p. 251-258.

SILBERSCHMIDT, K.; TOMMASI, L.R. 1956. A Solanaceous host of the virus of "Infectious chlorosis" of Malvaceae. Annals of Applied Biology (G.B.). 44(1):161-165.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.D. 1986. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Trads. R. Martines. 2da. México. Mcgraw-Hillbook Company. 622p.

STOLL, G. 1987. Natural crop proctetion based on local farm resources in tropics and sub-tropics. AGRECOLOGY. 3:45-56.

VARGAS, H.O. 1976. Daño económico causado por mosca blanca en el cultivo de yuca. Entomologia de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 96p.

ZEHNDER, G.; WARTHEN, J.D. 1988. Feeding inhibition and mortality efects of neem-seed extract on the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology (EE. UU.) 81(4):1040-1044.

ANEXOS

Cuadro A1. Análisis de varianza para muestreo desde los 33 a 53 dias después de siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	CME	Fc	Pr > F
Bloque	3	0.15204370	0.05068123	1.48	0.2684
Tratamiento	4	1.60318503	0.40079626	11.74	0.0004
Bloque*Trat	12	0.40957670	0.03413139	0.73	0.7194
Fecha	8	10.11229044	1.26403631	27.05	0.0001
Trat*Fecha	32	3.22837657	0.10088677	2.16	0.0015

C.V. = 19.78 R^2 = 0.73

Datos transformados mediante el método de raiz cuadrada.

Cuadro A2. Análisis de varianza para muestreo desde los 54 a 67 dias despues de la siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	Fc.	Pr > F
Bloque	3	0,55214444	0,184048815	1,56	0,2504
Trat.	4	1,23318265	0,308296600	2,61	0,0885
Bloque*Trat	12	1,41652890	0,118044070	1,49	0,1460
Fecha	5	2,65786996	0,531573990	6,72	0,0001
Trat*Fecha	20	1,88967725	0,094483860	1,19	0,2830

C.V.= 19,76 R^2=0.56

Datos transformados mediante el método de raiz cuadrada.

Cuadro A3. Análisis de varianza para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	CME	Fc	Pr > F
Bloque	3	2.28945463	0.76315154	2.10	0.1531
Tratamiento	4	21.07757136	5.26939284	14.53	0.0002
Bloque*Trat	12	4.35162992	0.36263583	2.58	0.0044
Fecha	8	90.45713888	11.30714226	80.48	0.0001
Trat*Fecha	32	12.5748954	0.39296548	2.80	0.0001

C.V. = 18.34 R^2 = 0.89

Datos transformados mediante método de raíz cuadrada.

Cuadro A4. Prueba de Duncan para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.

Tratamientos	Número promedio de *B. tabaci*/tratamientos.*	
Testigo	2.6755	A
Verticillium lecanii	2.1340	B
Safer	1.8453	BC
Extracto acuoso de neem	1.8208	BC
Vertimec	1.7452	C

Datos transformados mediante el método de raíz cuadrada.

*Tratamientos con la misma letra no son significativamente distintos.

Cuadro A5. Prueba de contrastes ortogonales para muestreo desde los 68 a 85 días después de siembra.

Comparaciones	GL.	SC Contr.	CM Contr	Fc	Pr > F
Todos vs Test	1	17.9370915	17.937091	49.46	0.0001
Quím vs Biol	1	1.9474451	1.194744	3.29	0.0946
Neem vs Verti.	1	1.7663862	1.76563862	4.87	0.0476
Safer vs Vert.	1	0.1800966	0.18009665	0.50	0.4944

Datos transformados mediante el método de raíz cuadrada.

Cuadro A6. Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para el muestreo del día 33 al día 53 después de la siembra.

	Cat. 1	Cat. 2	Cat.3	Insesctos en promedio
Cat. 1	1.0000 0.0			
Cat. 2	0.77812 0.00001	1.0000 0.0		
Cat. 3	0.34092 0.1413	0.43321 0.0564	1.0000 0.0	
Insectos en promedio	-0.07977 0.7381	-0.05624 0.8138	-0.53426 0.0152	1.0000 0.0

Cuadro A7. Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para muestreos del día 54 al día 67 después de la siembra.

	Cat. 1	Cat.2	Cat. 3	Insectos en promedio
Cat. 1	1.0000 0.00			
Cat. 2	0.77812 0.0001	1.0000 0.0		
Cat. 3	0.34092 0.1413	0.43321 0.0564	1.0000 0.0	
Insesctos en promedio	-0.18489 0.4352	0.22652 0.3389	-0.71494 0.0004	1.0000 0.0

Cuadro A8. Matriz de correlación entre categorías de tomate y poblaciones de insectos para muestreos del día 68 al día 85 después de la siembra

	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Insectos en promedio
Cat. 1	1.0000 0.0			
Cat. 2	0.77812 0.0001	1.0000 0.0		
Cat. 3	0.34092 0.0564	0.43321 0.0	1.0000 0.1413	
Insectos en promedio	0.01549 0.9483	0.07767 0.7448	-0.21772 0.3565	1.0000 0.0

Cuadro A9. Análisis de varianza para rendimientos de tomate en la categoría I.

F.V	G.L.	S.C.	CME	F
Bloque	3	687104	229034,7	0,830773
Tratamientos	4	9504932	2376233	8,619262
Error	12	3308264	275688,7	
Total	19	1350030		

%C.V.= 31,64 Promedio General= 1659,3

Cuadro A10. Pruebas de Duncan para rendimientos de tomate en la categoría I.

Tratamientos	Rendimientos promedios para categoría I. **	
Neem	628,57	A.
Safer	1780,58	B
V. lecanii	2649,86	C
Vertimec	2029,07	BC
Testigo	1228,46	AB

** Tratamientos con igual letra no son estadisticamente distintos.

Cuadro A11. Análisis de varianza para rendimientos de tomate en la categoría II.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E	F
Bloque	3	3836128	1278709	1,58907
Tratamientos	4	2754842	6887104	8,55869
Error	12	9656288	804690,7	
Total	19	4104083		

Promedio general= 4294.46 %C.V.= 20.89

Cuadro A12. Pruebas de Duncan para rendimientos de tomate en la categoría II.

Tratamientos	Rendimientos promedios en la categoría II.	**
Neem	2369,922	C
Safer	5583,617	B
V. lecanii	5438,955	B
Vertimec	4242,198	AB
Testigo	3837.580	A

** Tratamientos con igual letra no son estadisticamente distintos.