

DETERMINACIÓN DE BIOTIPOS DE MOSCA BLANCA  
(*B. tabaci*) EXISTENTES EN DISTINTAS REGIONES DE  
GUATEMALA POR MEDIO DE ESTERASAS NO  
ESPECÍFICAS

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Bioquímica

DETERMINACIÓN DE BIOTIPOS DE MOSCA BLANCA  
(*B. tabaci*) EXISTENTES EN DISTINTAS REGIONES DE  
GUATEMALA POR MEDIO DE ESTERASAS NO  
ESPECÍFICAS

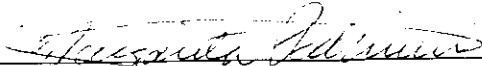
ERICK PATRICK KRAFKA PAIZ

Trabajo de graduación presentado para optar al grado  
académico. de Licenciatura en Bioquímica

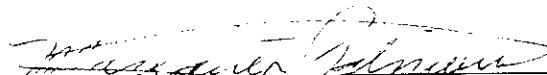


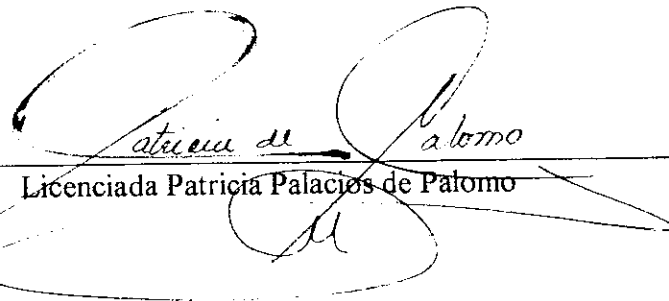
1995


Vo. Bo. :

(f)   
Licenciada Margarita de Mata  
Asesor

Tribunal:

(f)   
Licenciada Margarita de Mata

(f)   
Licenciada Patricia Palacios de Palomo

(f)   
Licenciado Ronaldo Pérez

(f)   
Dr. Alvaro Molina Cruz

Fecha de aprobación: 6 de abril de 1995.

A mi madre: Myriam Paiz de Krafka  
A mi novia: María Eugenia Méndez Nelson

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Lic. Margarita Palmieri de Mata y al Lic. Ronaldo Pérez su asesoría en esta tesis.

También deseo manifestar mi gratitud a la Dra. Judy Brown de la Universidad de Arizona en Tucson, Arizona y al Ing. Rafael Caballero de la Escuela Agrícola Panamericana (ZAMORANO) por su ayuda con este estudio.

Le doy gracias al Dr. Ricardo Luján por haberme permitido utilizar su laboratorio y equipo de electroforesis y a todos aquellos que de alguna manera colaboraron con este trabajo.

## RESUMEN

El problema de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), como plaga, se ha agudizado en los últimos años. Las enfermedades virales asociadas han provocado grandes pérdidas y disminución de la productividad en los cultivos. Recientemente se han identificado polimorfismos (biotipos) de *B. tabaci*, como el biotipo llamado "B" (*Bemisia argentifolii*), que trata de una nueva especie de *B. tabaci* para algunos autores. La identificación de estos polimorfismos se ha realizado utilizando electroforesis de isoenzimas y la reacción en cadena de la polimerasa. El biotipo "B" tiene características más dañinas para la agricultura que los biotipos anteriormente conocidos como: transmisión más eficiente de virus. Tiene mayor resistencia a los insecticidas, mayor rango de hospederos, alcanza densidades poblacionales más altas. La forma de aparición y distribución de estos biotipos no está bien dilucidada. Con este trabajo se intenta determinar los biotipos existentes en Guatemala, las regiones y los cultivos afectados por estos, para poder aplicar medidas de control focalizadas y para poder llevar a cabo estudios biológicos que proporcionen información importante que pueda utilizarse en el manejo integrado de plagas.

Se colectaron especímenes en las regiones: sur, norte, altiplano y oriente de Guatemala en cultivos como: tomate, sandía, melón, algodón, okra, papa, tabaco, frijol, chile pimiento, ayote, soya, yuca y pepino. Los adultos se transportaron al laboratorio en nitrógeno líquido y se conservaron así hasta su utilización. Se colectaron pseudo-

pupas de cada cultivo y se colocaron en etanol al 70%. A cada mosca se le determinó el patrón electroforético de esterasas no específicas en minigeles de poliacrilamida. Cada minigel se secó y se archivó para su posterior estudio. Las pseudopupas se montaron en un portaobjeto para su identificación entomológica con microscopía de luz.

Se obtuvo tres patrones distintos de esterasas no específicas en las regiones estudiadas de Guatemala. El patrón "B", un patrón G2, un patrón "A" y un patrón diferente que se denominó G1. En la región de altiplano y norte se ha encontrado el patrón "G2" únicamente. En la región sur tanto el patrón "G2" como el patrón G1; en la región oriental el patrón "B" y el patrón "G2".

En la región oriental la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) con patrón "G2" tiene mayor preferencia por el cultivo del tabaco que por el de melón, sandía, okra y tomate. En el cultivo de melón de esta región únicamente se encontró mosca blanca con patrón "B".

En el caso de la costa sur al comparar los patrones de mosca blanca en el cultivo de algodón en 1994 y 1995, se encontró un aumento de 1% a 49% del patrón G1 contra el patrón "G2".

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	IX
I. INTRODUCCION	1
A. IMPORTANCIA Y OBJETIVOS	1
B. ANTECEDENTES	3
1. Descripción de la mosca blanca	3
2. Taxonomía de la mosca blanca	6
3. Distribución de la mosca blanca	9
4. Plantas huésped	10
5. Daños causados por la mosca blanca	11
6. Virus	12
7. Métodos de control	15
8. Situación en Guatemala	16
9. Identificación de la mosca blanca	18
II. METODOLOGÍA	21
A. MUESTREO	21
B. MONTAJE DE PUPAS	22
C. ELECTROFORESIS	22
D. REVELADO Y ALMACENAMIENTO DE GELES	23

E. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO	23
1. Diseño experimental	23
2. Estadística	24
3. Hipótesis	25
III. RESULTADOS	28
A. PORCENTAJE DE APARICIÓN DE BANDA EN LOS PATRONES OBTENIDOS	28
B. PATRONES DE ESTERASAS NO ESPECÍFICAS DE LOS BIOTIPOS	30
C. DISTRIBUCIÓN DE BIOTIPOS DE <i>B. tabaci</i> ENCONTRADOS EN GUATEMALA POR REGIÓN	32
D. PORCENTAJE DE BIOTIPOS PRESENTES POR CULTIVO EN LAS DISTINTAS REGIONES ESTUDIADAS	33
E. BIOTIPOS DE MOSCA BLANCA POR CULTIVO SEGÚN LUGAR	36
G. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
IV. DISCUSIÓN	43
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	51
VII. LITERATURA CITADA	53
VIII. APENDICES	57
A. BIOTIPOS DE <i>B. tabaci</i> ENCONTRADOS POR LOCALIDADES, LUGARES, ALTURAS, FECHAS, CULTIVOS Y EL NÚMERO DE MUESTRAS DE <i>B. tabaci</i> USADAS EN EL ESTUDIO	57

B. CLASIFICACIÓN DE PUPAS DE MOSCA BLANCA ENCONTRADAS EN DISTINTOS CULTIVOS Y LOCALIDADES Y EL NÚMERO DE PUPAS CLASIFICADAS	59
C. BIOTIPOS DE <i>B. tabaci</i> POR LUGAR	60
D. BIOTIPOS DE <i>B. tabaci</i> POR MUNICIPIO	62
E. BIOTIPOS DE <i>B. tabaci</i> POR DEPARTAMENTO	63
F. GELES CON DISTINTOS PATRONES DE ESTERASAS OBTENIDOS	64
G. SOLUCIONES USADAS EN EL ESTUDIO	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 Etapas en la metamorfosis de la mosca blanca	4
1.2 Pseudopupa de <i>Bemisia tabaci</i>	5
1.3 Colonia de moscas blancas en el reverso de una hoja	5
1.4 <i>Bemisia tabaci</i>	7
1.5 Comparación entre planta sana y planta afectada por virus transmitido por <i>B. tabaci</i>	14
3.6 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo “G2”	27
3.7 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo “B” de Guatemala	28
3.8 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo “G1” de Guatemala	28
3.9 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo del patrón “A”	29
3.10 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo patrón “B”	29
3.11 Biotipos de mosca blanca ( <i>B. tabaci</i> ) en distintas regiones de Guatemala	32
3.12 Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región de oriente	33
3.13 Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región del centro	34
3.14 Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región sur	34
3.15 Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región sur-occidente	35
3.16 Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región norte	35
3.17 Biotipos de <i>B. tabaci</i> por cultivos en el Valle de la Fragua	37
3.18 Biotipos de <i>B. tabaci</i> por cultivos en San Agustín Acasaguastlán	37

Figura	Página
3.19 Comparación de porcentaje de biotipos de <i>B. tabaci</i> en el cultivo de algodón en Tiquisate. Colectas realizadas en 1994 y 1995.	38
8.1 Biotipos de <i>B. tabaci</i> en el cultivo de ayote de la aldea San Antonio Calvillo, Escuintla, región sur	60
8.2 Biotipos de <i>B. tabaci</i> en el cultivos de la Laguna de Retana, Jutiapa, región de oriente	61
8.3 Biotipos de <i>B. tabaci</i> en frijol de la Escuela de Agricultura de Villa Nueva, departamento de Guatemala, región del centro.	61
8.4 Biotipos de <i>B. tabaci</i> en el cultivo de chile en Sumpango, Sacatepéquez, región del centro	62
8.5 Biotipos de <i>B. tabaci</i> en cultivos de Salamá, Baja Verapaz, región norte	62
8.6 Biotipos de <i>B. tabaci</i> en cultivos del departamento de Chimaltenango, región centro	63
8.7 Biotipos de <i>B. tabaci</i> en el cultivo de sandía del departamento de Retalhuleu, región sur-occidente.	63

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
3.1 Biotipos de <i>B. tabaci</i> encontrados en distintas regiones, localidades y cultivos de Guatemala.	39
3.2 Crosstabs biotipos por región.	40
3.3 Resultados para el análisis crosstabs biotipo por región.	40
3.4 Crosstabs biotipo por cultivo.	41
3.5 Resultados para el análisis crosstabs biotipo por cultivo	42
7.1 Localidades (municipio, departamentos y región), lugares, alturas, fechas, cultivos y número de muestras usadas en el estudio.	57
7.2 Número de pupas de mosca blanca por género y especie según localidad (lugar, municipio y departamento) y cultivo.	59

## I. INTRODUCCION

### A. IMPORTANCIA Y OBJETIVOS

Las infestaciones de *Bemisia tabaci* como plaga, han ido agravándose en los últimos años y se espera que el problema sea aún más serio en el futuro si no se toman medidas adecuadas. Estas infestaciones y las enfermedades virales asociadas han provocado grandes pérdidas y disminución de la productividad de cultivos alimenticios y textiles en Guatemala. Esto ha obligado a que se utilicen mayores dosis y combinaciones de insecticidas para tratar el problema. De esta manera únicamente se han aumentado los costos de producción y causado mayor daño en el medio ambiente, sin resolver el problema (Dardón, 1993).

Se ha observado la aparición de biotipos o razas de *B. tabaci*. Este es un término aplicado a parásitos o parasitoides de insectos, cuando es usado para distinguir entre dos o más taxa morfológicamente similar o indistinguibles, que difieren uno del otro de manera biológicamente importante como la preferencia del hospedero, tiempo para emerger o algún comportamiento ecológico (Bush, 1993). Esta aparición o introducción de nuevos biotipos de *B. tabaci*, que tienen hábitos distintos hace que la situación sea aún más preocupante. Un nuevo biotipo denominado "B", que para algunos se trata de una nueva especie llamada *B. argentifolii*, ha sido descubierto en los últimos años. Este biotipo difiere en un número de formas incluyendo su habilidad para inducir ciertas enfermedades, preferencia del huésped, desarrollo larvario y alcanza poblaciones más numerosas (Cohen,

Duffus & Liu, 1992).

En Centroamérica se han encontrado biotipos propios de la región además del "B", que ya se ha reportado en Guatemala. (Brown, 1992). Se teme que en el futuro puedan aparecer biotipos más dañinos.

Los biotipos de *B. tabaci* no es posible diferenciarlos por morfología. Se ha reportado que el uso de electroforesis de isozimas de esterasas (EST) y  $\alpha$ -glicerolfosfato deshidrogenasa ( $\alpha$ -GPDH) permite diferenciar especies de mosca blanca y biotipos de *B. tabaci*. La primera es menos costosa y se recomienda el uso de la segunda en caso de que exista duda para corroborar los resultados. Con el uso de electroforesis, en geles de poliacrilamida, la identificación de adultos toma únicamente unas horas (Wool, et al., 1989).

Debido a que Guatemala es un país eminentemente agrícola y que la mosca blanca (*B. tabaci*) afecta a gran variedad de cultivos, es muy importante poder controlarla. El reconocimiento de los nuevos biotipos, su presencia en distintas regiones del país y diferentes tipos de cultivos, es crítico para la búsqueda de nuevas opciones de control.

La recolección sistemática de datos e información agroecológica, constituyen los pasos básicos para el mejoramiento de los procedimientos referidos al manejo de insectos plaga en los trópicos.

Con base en lo anterior surgieron los siguientes objetivos:

1. Estudiar la presencia de biotipos de *Bemisia tabaci* en diferentes regiones de Guatemala.

2. Determinar la preferencia entre los diferentes biotipos de *Bemisia tabaci* por uno o varios cultivo(s) determinado(s).

## B. ANTECEDENTES

### 1. Descripción de la mosca blanca

La mosca blanca es del orden Homóptera y de familia Aleyrodidae. Los huevos diminutos y poliformes se encuentran en forma perpendicular a la faz inferior de la hoja (Stoll, 1989).

La duración del ciclo de vida de las moscas blancas varía según la especie. Además, otros factores pueden influir en ello, de los cuales la temperatura es el más determinante. En *B. tabaci* el ciclo dura aproximadamente 19 días a 32 grados centígrados; no obstante puede alargarse hasta 73 días a 15 grados centígrados, o ser menor de 19 días a altas temperaturas, superiores a los 32 grados centígrados. La especie vegetal sobre la cual la mosca blanca se desarrolla también puede influir en la duración de su ciclo de vida; por ejemplo, en zanahoria y tomate el ciclo puede durar un poco más, mientras que en camote es más corto, según lo indican estudios hechos en Guatemala (Salguero, 1993).

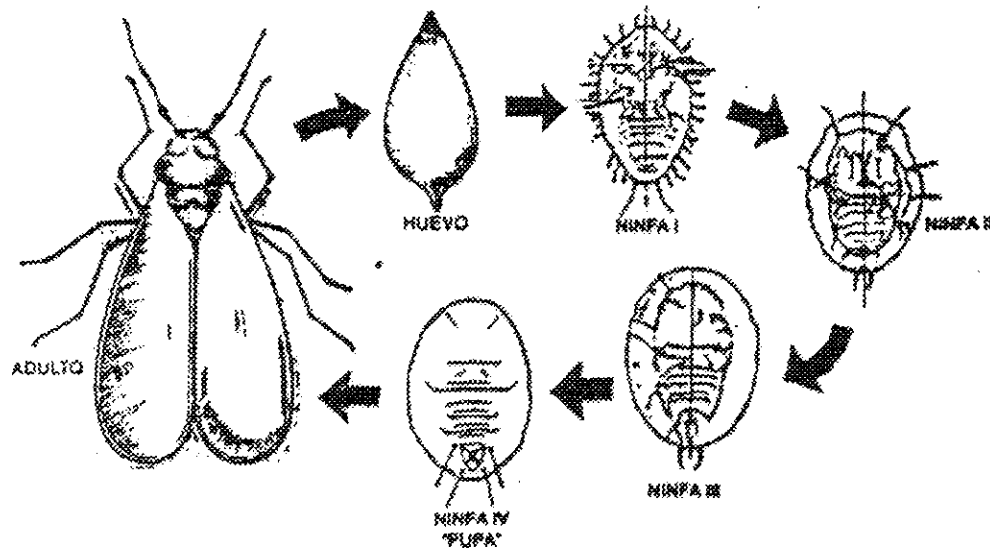
Después de aproximadamente siete días emergen las ninfas. Estas se desplazan por la planta, se establecen en un punto y succionan la savia con su estilete. El insecto adulto emerge de los dos a los cuatro días. Una hembra pone aproximadamente 200 huevos (Stoll, 1989).

Las moscas blancas presentan una metamorfosis incompleta (Figura #1), pasando por las etapas de huevo, ninfa y adulto. En el último estadio de la ninfa, ésta se convierte

en una pseudopupa que es más comúnmente llamada pupa, porque realmente reducen su metabolismo, pero técnicamente, sigue considerándose como una ninfa (Salguero, 1993).

Fig. 1.1

Etapas en la metamorfosis de la mosca blanca (tomado de Salguero, 1993).



Las pupas son variables en tamaño (Figura #2). Son pálidas a amarillentas. La secreción de cera es transparente. Usualmente son elípticas, de 0.57 a 0.83 mm de largo. La superficie dorsal tiene hasta seis pares de setas en el tórax y abdomen. El orificio vasiforme es más largo que el surco caudal (Caballero, 1990).

En todos los estadios estos insectos permanecen en el envés de las hojas (Figura #3), protegiéndose de la luz solar y de otros factores adversos (Salguero, 1993).

Fig. 1.2

Pseudopupa de *Bemisia tabaci* (tomado de Caballero, 1990).

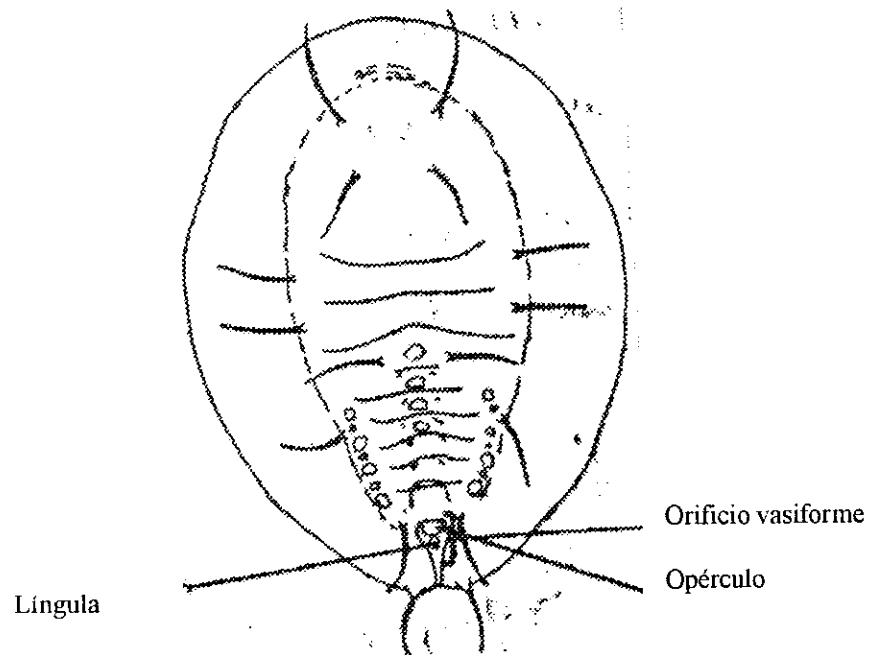


Fig. 1.3

Colonia de moscas blancas en el reverso de una hoja (tomado de Stoll, 1989).



El adulto es el único que puede migrar para buscar nuevas plantas. Los estadios inmaduros pasan todo el tiempo adheridos mediante su estilete a la hoja, succionando

savia (Salguero, 1993).

## 2. Taxonomía de la mosca blanca

Históricamente, la taxonomía de las moscas blancas no ha sido abordada por los entomólogos hasta muy recientemente (Caballero, 1992).

Un hecho común acerca de las moscas blancas es la carencia de información organizada sobre su biología, es decir, sus hábitos, ecología y sistemática (Caballero, 1992).

Hasta ahora se han descrito 1156 especies, ubicadas en 126 géneros, pero el número real probablemente es mucho mayor (Caballero, 1992). Para la *B. tabaci* se ha reportado la existencia de biotipos. El término biotipo es aplicado a parásitos o parasitoides de insectos, cuando es usado para distinguir entre dos o más taxa morfológicamente similar o indistinguibles, que difieren uno del otro en una manera biológicamente importante como la preferencia del hospedero, tiempo para emerger o algún comportamiento ecológico (Bush, 1993).

Aunque las moscas blancas probablemente tienen una distribución cosmopolita, el 63% de las especies descritas son tropicales. No obstante, la mayor parte de la investigación sobre ellas ha sido realizada en zonas templadas, por lo que los estudios en los trópicos americanos permanecen en espera (Caballero, 1992).

El nombre genérico de mosca blanca abarca a varias especies de los géneros *Aleurodes* y *Bemisia*, los cuales son: *A. incospicua*, *A. tabaci*, *B. bahiana*, *B. costalimai*, *B. goldingi*, *B. gossypiperda*, *B. hibici*, *B. incospicua*, *B. ingeriensis*, *B. longispina*, *B.*

*rhodesiaensis*, *B. signata*, *B. tabaci* (Bolaños, 1987).

La clasificación de la mosca blanca se ha basado en caracteres del cuarto estadio de ninfa, pues éste es útil para la identificación de especies. El orificio vasiforme, opérculo y llingula están localizados dorsalmente en el último segmento abdominal (Figura #2). Su forma y construcción ofrecen características genéricas específicas (Caballero, 1993).

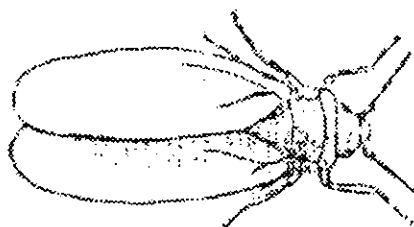
En la mosca blanca adulta los órganos genitales del macho son muy útiles para la clasificación taxonómica. Las modificaciones de los conos sensoriales son usualmente de significancia específica (Caballero, 1993).

*Bemisia tabaci* es la mosca blanca más importante en el mundo. Esta ataca a más de 500 plantas huéspedes diferentes y más de 80 familias incluyendo cultivos comunes e importantes (Caballero, 1990).

En el caso de los adultos de *B. tabaci*, el cuerpo y alas es blanco-crema y alargado. Los lados son paralelos (ver figura #4). La hembra es de 1.18 mm. y el macho de 0.98 mm. de largo. Ambos sexos mantienen las alas como forma de techo sobre el abdomen en el descanso. El margen anal de las alas es separado durante el descanso, especialmente en los machos (Caballero, 1990).

Fig.14

*Bemisia tabaci* (tomado de Stoll, 1989).



Colecciones de *B. tabaci* de regiones desérticas en California han mostrado ser una mezcla de biotipos (Cohen, Duffus & Liu, 1992). Estos biotipos de *B. tabaci* difieren en un número de formas incluyendo su habilidad para inducir ciertas enfermedades como el "silverleaf of squash". Las diferencias fisiológicas del biotipo recientemente encontrado, incluyen la preferencia del huésped, desarrollo larvario, transmisión del virus infeccioso de la lechuga y la inducción de los síntomas de hoja plateada (silverleaf), claramente lo distingue del biotipo previo (Cohen, Duffus & Liu, 1992). La mosca blanca excreta una especie de mielecilla; se ha descubierto que la mielecilla del biotipo B contiene un carbohidrato que no se había reportado en la naturaleza anteriormente. A este carbohidrato se le ha llamado "bemisiosa" (Coppedge et. al., 1992).

Las razones para el cambio de status de *B. tabaci* de una especie inocua a una plaga mayor y vector de virus importante, no están completamente dilucidadas. Sin embargo, los cambios en las prácticas agrícolas locales y regionales, la expansión del monocultivo bajo irrigación de hortalizas y otros cultivos, la expansión de épocas de cultivo gracias a las variedades hortícolas mejoradas, la introducción y resistencia subsecuente de poblaciones de *B. tabaci* a nuevos plaguicidas y el incremento en el transporte mundial de plantas y productos vegetales, posiblemente han contribuido al problema (Brown, 1992).

En los EE.UU., México y la cuenca del Caribe se identificaron los biotipos A y B, mientras que los ejemplares representativos de América Central exhibieron patrones diferentes, los cuales también difieren de los tipos de patrones A y B. Estos últimos fenotipos se denominaron, en orden de descubrimiento, como patrones de esterasas C, D y G, respectivamente (Brown, 1992).

En ciertos lugares como Hawaii, Arizona, Texas, California, Florida y otros, se ha revelado en un muestreo de biotipos en 1988-1989 que existe una mezcla de marcadores de esterases, pero en un período de tan sólo dos años prácticamente todas las muestras analizadas en los E.E.UU., incluyendo Hawaii, poseían el patrón del tipo B. Estos datos hacen suponer que ha ocurrido un cambio rápido del tipo A al B en los lugares anteriormente estudiados (Brown, 1992).

Se han identificado poblaciones con patrones de esterases del tipo B recolectadas desde 1989 en el Medio Oriente y en la Península Arábiga (Brown, 1992).

Debido a que las características biológicas particulares y alteraciones fitotóxicas asociadas con el biotipo B no se han hecho reales sino hasta hace muy poco tiempo, debe haber ocurrido un cambio genético en las poblaciones locales, o quizás más probablemente, de acuerdo con los datos disponibles, se ha introducido un insecto exótico (Brown, 1992).

### 3. Distribución de *B. tabaci*

*B. tabaci* está ampliamente distribuida; se encuentra en el trópico y subtropico al igual que en las regiones de clima templado. Es una plaga extremadamente polífaga, es decir que se alimenta de gran variedad de alimentos, y aparece durante épocas secas. Con la llegada de las lluvias por lo general desaparecen las moscas.

También es común encontrarlas en invernaderos. Debido a la utilización de pesticidas sintéticos, la mosca blanca se convirtió en una de las plagas secundarias más importantes (Stoll, 1989).

#### 4. Plantas huésped de *B. tabaci*

Las principales plantas huésped de *B. tabaci* son: tabaco, frijol, tomate, pepinos, papas, berenjenas, girasol, okra y algodón (Stoll, 1989).

Se ha reportado que *B. tabaci* tiene un rango hospedero de más de 500 plantas huéspedes diferentes y más de 80 familias, incluyendo cultivos comunes e importantes (Caballero, 1990).

La mayoría de las especies de mosca blanca son colectadas de angiospermas, principalmente dicotiledóneas (Caballero, 1990).

Los diez cultivos más importantes como hospederos de *B. tabaci* en Centroamérica son: chile dulce (*Capsicum annuum*), sandía (*Citrillus lanatus*), melón (*Cucumis melo*), ayote (*Cucurbita pepo*), soya (*Glycine max*), algodón (*Gossypium hirsutum*), tomate (*Lycopersicum lycopersicum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y berenjena (*Solanum melongena*) (Caballeros, 1994).

En Florida, en 1986, se reportó *B. tabaci* dañando además de los cultivos de camote, la flor de pascua (*Poinsettia sp.*) de los invernaderos, cultivo que antes no atacaban. Desde entonces se han observado dos desórdenes severos, relacionados con la mosca blanca del camote, en vegetales de Florida. Esto se debió a la aparición de una nueva raza de *B. tabaci* (Perring et. al., 1991).

Históricamente, en California, *B. tabaci* invadía los cultivos de algodón, lechuga y cucurbitáceas. En 1990 una nueva raza de *B. Tabaci* invadió el sur de California causando daños grandes a plantaciones de crucíferas. Antes de esto *B. Tabaci* no infestaba crucíferas en una forma seria para la producción. Estudios sugieren que estos

cambios se deben a la introducción de la raza de *B. tabaci* de la flor de pascua (*Poinsettia sp.*) en California (Perring et al., 1991).

#### 5. Daños causados por la mosca blanca

El daño directo puede resultar de la alimentación de moscas blancas inmaduras y adultas. Cuando las moscas blancas están presentes en grandes cantidades producen la caída de la hoja y prohíben la maduración de los frutos. Estas también producen (excretan) una miel (carbohidratos) la cual mancha y daña las cosechas. Esto reduce la fotosíntesis de las hojas siendo afectada la planta y la producción de frutos (Caballero, 1990).

La calidad de la fibra de diversas plantas es dañada por la excreción de carbohidratos de las ninfas y los adultos. Esta contaminación es difícil de detectar a nivel de campo pero se ha demostrado que repercute a nivel industrial en la calidad de la fibra de plantas como algodón (Bolaños, 1987).

La contaminación de la fibra, da como resultado un medio propicio para la proliferación de hongos tales como *Aspergillus niger*, *fumagina*, bacterias y otros microorganismos que, pese a consumir mucha azúcar, tienden a manchar la fibra y a dificultar su procesamiento en plantas, como en el algodón, con lo cual disminuyen su demanda en el mercado (Bolaños, 1987).

El daño indirecto puede ocurrir por la transmisión de virus patogénicos (Caballero, 1990).

Muchos de estos patógenos transmitidos por la mosca blanca causan enfermedades de mosaicos amarillo brillantes o de naturaleza dorada. Menos común, las enfermedades

involucran un marcado enrollamiento de las hojas o amarillamiento generalizado. Los agentes causantes de muchas enfermedades no han sido caracterizados (Matthews, 1991).

## 6. Virus

Tres especies de moscas blancas sirven como vectores de patógenos de plantas (casi exclusivamente virales), los cuales pueden llevar a pérdidas dramáticas en la producción. Estas especies son *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Trialeurodes abutilonium*. Las dos últimas son de menor importancia que la primera a nivel global (Gerling, 1990).

La *B. tabaci* es muy importante como vector de virus. Esta transmite más de 70 virus. El grupo más importante son los geminivirus. Este grupo de virus se puede encontrar en América Central, Colombia, especialmente a alturas menores de los 1000 msnm, probablemente menos de 800 msnm, bajo altas temperaturas y humedad (Caballero, 1990).

Se ha demostrado que siete clases morfológicas de virus pueden ser encontradas en mosca blanca. Estas son: "gemin", parecido al "carla", parecido al "clostero", parecido al "poty", parecido al "luteo", y "nepo" o parecidos a "comovirus" (Gerling, 1990).

Solamente los virus del grupo gemini son transmitidos en una forma circulativa no propagativa por las moscas blancas, es decir que luego de adquirir el virus, éstas pueden transmitirlo e infectar plantas sanas por lo menos por unos días, y algunas veces durante todo el lapso de vida. Hasta ahora no hay evidencia directa para la multiplicación de estos virus en la mosca blanca, pero hay algunas indicaciones de que su vía de paso en el cuerpo

del vector no es pasiva. Se han encontrado factores antivirales en las moscas blancas que llevan cierto virus (geminivirus del enrollamiento amarillo de la hoja de tomate, TYLCV). La introducción de estos materiales en la mosca blanca antes o después de la adquisición del virus resulta en la reducción de la habilidad de estos insectos para adquirir y transmitir el virus (Gerling, 1990).

Existe muy poca información disponible de la relación huésped-virus-vector. Influye que el virus está en las plantas huéspedes y en diferentes partes de los huéspedes individuales durante diferentes estaciones, la disponibilidad del virus a vectores de insectos, y la susceptibilidad de diferentes partes de la planta a la infección. Se sabe que las hojas jóvenes de las plantas de yuca son las más susceptibles a la infección viral. Se ha encontrado un mayor contenido de virus en moscas blancas que se alimentan de hojas jóvenes de plantas viejas que las que se alimentan de hojas jóvenes de plantas jóvenes. Un estudio del virus LIYV (Virus amarillo infeccioso de la lechuga) en diferentes partes de la planta de cassava mostró mayor concentración del virus en hojas viejas. Sin embargo la eficiencia de la adquisición de virus por las moscas blancas fue más eficiente en las hojas jóvenes (Gerling, 1990).

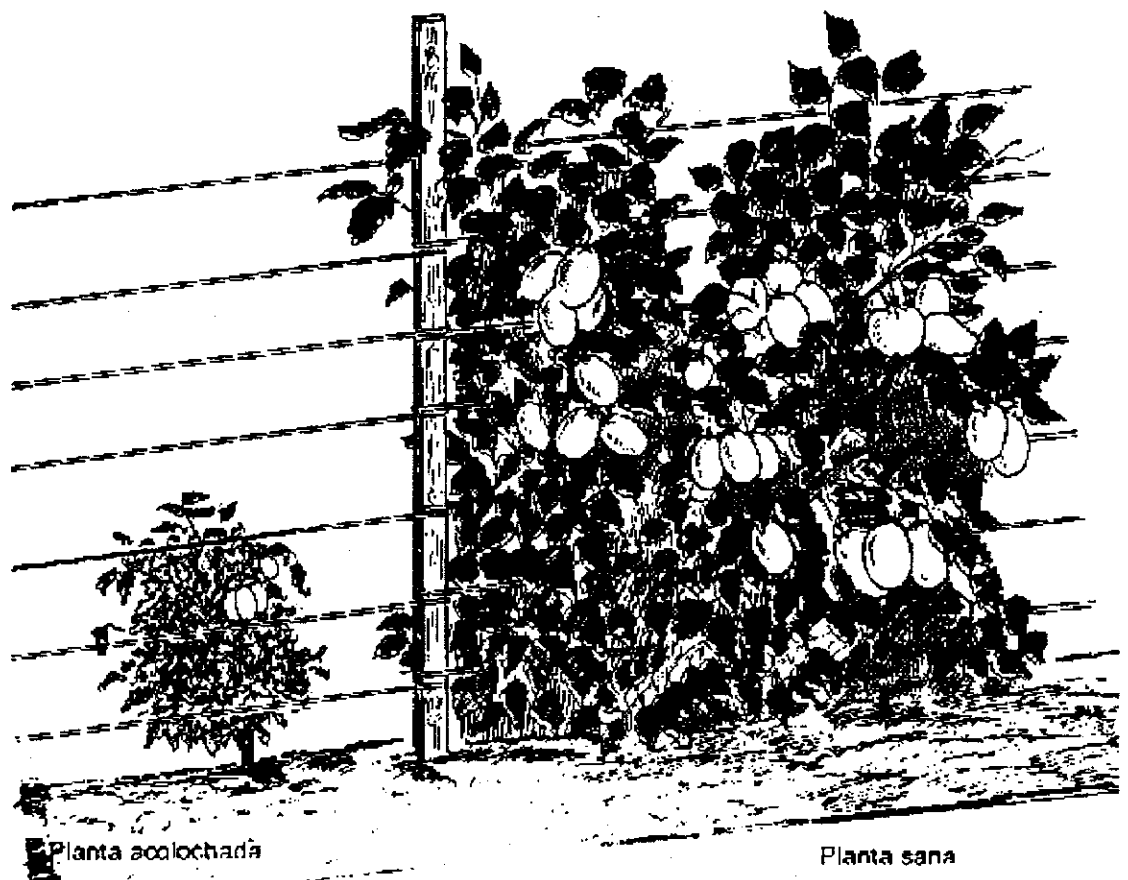
Las plantas de tomate son afectadas por *B. tabaci*, pues ésta transmite un virus que acolocha a la planta, con coloraciones mezcladas (verde y amarillo en diversos tonos) y/o las deja enanas (Figura #5).

El enanismo sucede cuando el virus llega a las plantas en sus primeros días de desarrollo: en este caso, la producción de frutos es muy pobre, incluso puede ser nula. Los bordes de las hojas se doblan o enrollan hacia arriba (acolochan). Sin embargo, estudios

recientes (1993) en California indican que una especie diferente a *B. tabaci* posiblemente sea la transmisora del virus que causa el acoloramiento de las hojas de tomate. Actualmente algunos científicos le han denominado *B. argentifolii*, pero para otros se trata de un nuevo biotipo denominado "B" (Salguero, 1993).

Fig. 1.5

Comparación entre planta sana y planta afectada por virus transmitido por *B. tabaci* (tomado de Salguero, 1993).



## 7. Métodos de control

Para controlar la mosca blanca se han utilizado principalmente insecticidas como piretroides, carbamatos, organoclorados y organofosforados (Dardón, 1993).

El hongo *Verticillium lecani* ha mostrado efectividad en el control contra moscas blancas, entre otros insectos. También el hongo *Aschersonia aleyrodis* se ha reconocido por cerca de un siglo como un agente biológico efectivo para el control de la mosca blanca de cítricos en Florida, donde colonizó exitosamente a principios de siglo. De 1958 a 1973, 11 líneas de diversas especies de *Aschersonia* de India, China, Japón, Vietnam, los Estados Unidos, y Cuba fueron introducidos para el uso en el control de la mosca blanca de los cítricos (*Dialeurodes citri*) en Rusia, en 1957, y no tenían enemigos naturales. Plantaciones de cítricos en Azerbaijan fueron asperjadas con *Aschersonia* para control de la mosca blanca durante el período de 1961 a 1964. Se obtuvo aproximadamente el 80% de la mortalidad de las larvas; los hongos introducidos se adaptaron bien y se dispersaron por las nuevas plantaciones cítricas (Ignoffo & Mandava, 1988).

D. Dardón recomienda realizar las siguientes prácticas culturales para el control de mosca blanca:

- Sí se presentan amenazas de transmisión viral, deben utilizarse únicamente plantas sanas para la reproducción.

- Utilizar variedades resistentes

- Apoyar los enemigos naturales

- Trampas en invernaderos

- Fumigaciones: ajo, piretro, tabaco, emulsión de jabón y kerosén (Stoll, 1989).

-Rotación de insecticidas.

-Eliminación de plantas enfermas (Dardón, 1993).

## 8. Situación en Guatemala

Uno de los cultivos más afectados por la mosca blanca en Guatemala ha sido el algodón. En los años 60, nueve plagas diferentes afectaban al cultivo, entre ellas *B. tabaci*. En los años 80 fue cuando se reportaron mayores problemas con virosis (Dardón, 1993).

Durante los años de 1962-1969 aparecen los primeros ataques de *B. tabaci* en Guatemala. En 1964 hace su aparición la virosis del algodón en las zonas de Tiquisate y La Garrucha, en el departamento de Escuintla (Bolaños, 1987).

En los cultivos de algodón, los niveles de infección de la enfermedad aumentan conforme ascienden los niveles de población de *B. tabaci*. Por la década de los sesenta en Guatemala, se han reportado los mayores incrementos de población de *B. tabaci* en los meses de octubre y noviembre, en donde se pudieron observar grandes cantidades de *B. tabaci* en las primeras etapas de desarrollo del cultivo y también en plantas hospederas vecinas a las áreas de siembra (Bolaños, 1987).

En Guatemala, del 100% de los gastos para el control de plagas en el año de 1982 a 1983, en lo que respecta a *B. tabaci*, ocupó el 17% y en el año de 1983 a 1984, se incrementó al 23%, siendo el principal rubro sobre las otras plagas (Bolaños, 1987).

En 1992 los costos de producción del tomate en el valle de Monjas, Jalapa, ha aumentado hasta Q 5000 por manzana sólo en productos para el control de la mosca

blanca (Alarcón, 1992).

Los daños al tomate en Guatemala han sido serios y se iniciaron en 1987, cuando se tuvieron los primeros reportes de *B. tabaci* afectando a la flor de pascua en Florida, EE.UU. Hay información extraoficial que sugiere que la mosca blanca que apareció en EE.UU. llegó a Guatemala a través del intercambio de Flor de Pascua, que ocurre normalmente entre este país y Guatemala (Dardón, 1993).

En lo que respecta al frijol, desde 1976, en Guatemala, se reportan daños causados al cultivo por el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), cuyo vector es *B. tabaci* (Dardón, 1993).

En el tabaco, el daño que causa la mosca blanca se debe tanto a la transmisión de virus por *B. tabaci*, como a las altas poblaciones del insecto que perjudican la calidad del producto. Su control en Guatemala se ha basado en el uso casi exclusivo de pesticidas (clorados, fosforados, piretroides, carbamatos), con aplicaciones cada 3-4 días, lo que ha aumentado considerablemente los costos de la producción y ha empezado a originar problemas de resistencia a algunos productos insecticidas (Dardón, 1993).

Dentro de los cultivos comerciales, el cultivo de okra es uno de los más afectados por virus transmitido por la mosca blanca. Se considera que esto se debe a que tiene una serie de restricciones en cuanto a los pesticidas que pueden utilizar no sólo para el control de mosca blanca, sino también para otras plagas y enfermedades que le afectan (Sundfeld, 1993).

En Guatemala la época seca de 1990-91 fue la más destructiva. La zona conformada por el triángulo cuyos extremos son Teculután, Cabañas y Usumatlán, ha sido

tradicionalmente la más afectada (Sundfeld, 1993).

En 1993 a pesar de que la población de mosca blanca fue exageradamente alta, la incidencia de virus ha sido menor, por lo menos en el caso de okra. El problema principal ha sido directamente el número de plagas por planta. Este ha sido tan alto que literalmente la están consumiendo. Estos problemas han causado que los rendimientos por unidad de área bajaran un 40%, comparado con los rendimientos normales promedio para la época de años anteriores. Al comparar la incidencia del virus en 1993 con la de la época seca 90-91, vemos que en 1993 el daño por virus ha sido mínimo, según lo expuesto en el proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF (Sundfeld, 1993).

#### 9. Identificación de la mosca blanca

Los biotipos de *Bemisia tabaci* pueden ser identificados por medio del uso de ensayos de diferenciación con la reacción en cadena de la polimerasa, análisis de frecuencias alozímicas (ej. patrones electroforéticos de las isozimas), experimentos de entrecruzamiento y comportamiento de apareo (Perring, et al., 1993).

La palabra electroforesis viene del griego y significa "transporte por electricidad" (Lenhinger, 1987). La electroforesis se define como la separación de aminoácidos, polipéptidos y otros anfolitos (moléculas cuya carga neta depende del pH del entorno) en un campo eléctrico de corriente directa (Martin et al., 1986).

Las diferentes formas que puede tomar una enzima dada que ocurre dentro de una única especie de organismo o aún dentro de una misma célula, se define como isozima.

Las isozimas usualmente consisten en mezclas de diferentes cadenas de polipéptidos

estrechamente relacionados. Estas pueden ser detectadas y separadas por electroforesis de extractos celulares. Como éstas son codificadas por diferentes genes, difieren en la composición de aminoácidos y por lo tanto en su valor de pH isoelectrico (Lehninger, 1975).

La utilidad de las isoenzimas como marcadores genéticos ya se encuentra bien documentada y estas variantes genéticamente definidas de las isoenzimas han demostrado su importancia en la evaluación de la variabilidad genética. La técnica puede ser útil para la caracterización de germoplasma, identificación de genotipos (Raymond et al., 1985), discriminación de mezclas genéticas (Cohen et al., 1991), correlación de genotipos con su origen geográfico y con caracteres importantes como calidad, reacción a enfermedades y pestes, adaptación (Ferrari et al. 1993), etc. En el área de la biotecnología, los marcadores isoenzimáticos pueden suministrar la base para diferenciar los híbridos somáticos de los tipos parentales, así como para la detección temprana de la variabilidad generada en el cultivo de tejidos (Hussain, et al., 1986).

En cada organismo, el número de isozimas con una actividad catalítica dada (esterasas, malato dehidrogenasa, etc.) es generalmente pequeña y sólo unas pocas bandas coloreadas aparecen en el gel (Pasteur et al., 1988).

La vasta mayoría de las proteínas solubles son incoloras. La detección de su posición en el gel luego de electroforesis necesita por lo tanto métodos histoquímicos. Estos involucran procesos de tinción de los productos de la desnaturalización de una proteína de una sustancia química la cual es asociada con la proteína o produciendo un precipitado en la posición de la proteína, utilizando sus propiedades catalíticas (Pasteur,

et al., 1988).

El análisis de isozimas es muy valioso para estudiar genética y ciclos de vida de un organismo, especialmente cuando existe un ciclo sexual (Bonde et al., 1988).

Los patrones electroforéticos de las isozimas, esterasas (EST) y  $\alpha$ -glicerolfosfato dehidrogenasa ( $\alpha$ -GPDH) son específicos para las especies y pueden ser usados para la identificación de adultos de moscas blancas, los cuales son usualmente imposibles de identificar morfológicamente (Wool, et al., 1989). Las especies *Dialeurodes* y *Trialeurodes* tienen EST menos activas que *Bemisia*. El método de identificación utilizando EST es menos costoso que el método utilizando  $\alpha$ -GPDH, y por lo tanto debe usarse primero seguido por el segundo en caso de existir duda. El uso de la electroforesis para la identificación de adultos toma únicamente unas cuantas horas (Wool et al., 1989). Sin embargo, esta técnica no tiene el poder resolutivo y analítico como lo tienen las técnicas moleculares (Bush, 1993).

Wool (1994) et al., utilizando un marcador único de esterasas, notó diferencias entre poblaciones de mosca blanca aisladas geográficamente en Colombia. Desafortunadamente, las variaciones notadas en un locus enzimático no es suficiente para obtener conclusiones acerca del estatus de los biotipos o subdivisión geográfica. Esto es particularmente válido para las esterasas las cuales usualmente son objeto de cambios rápidos en respuesta a condiciones locales del medio ambiente y a las aplicaciones de insecticidas (Bush, 1993).

## II. METODOLOGIA

### A. MUESTREO

Para la obtención de las moscas blancas en este trabajo se viajó a distintas regiones del país (altiplano, norte, costa sur y oriente). Se buscaron cultivos de tabaco, okra, sandía, papa, frijol, algodón, chile pimiento, ayote y otros que sean afectados por la mosca blanca en cada región para la colecta de muestras. Buscando en el envés de las hojas se recolectaron moscas blancas (*Bemisia tabaci*) utilizando un aspirador. Se trató de coleccionar únicamente *Bemisia tabaci*, haciendo la elección por morfología a simple vista. Estas fueron pasadas por gravedad a un frasco plástico marca NUNC de capacidad de 1.8 ml. Inmediatamente se colocaron los frascos, debidamente rotulados, en nitrógeno líquido o en una hielera y luego en un congelador a -70 grados celsius para preservarlas hasta su utilización. Las plantas muestreadas fueron seleccionadas en un transecto dentro de la plantación. Se comenzaron a coleccionar muestras en las plantas de los extremos de la plantación y luego se fueron muestreando las de adentro.

También se coleccionaron pseudopupas de mosca blanca del envés de las hojas de los cultivos donde se recolectó el mencionado insecto. Las plantas para coleccionar muestras de pseudopupas fueron seleccionadas en un transecto al igual que las plantas donde se coleccionaron muestras de moscas blancas. Estas pseudopupas se colocaron en etanol al 80% hasta su utilización, para montaje.

## B. MONTAJE DE PUPAS (Modificación del procedimiento por Wilkey, 1962)

Directamente del etanol al 80% (v:v) se colocaron las pupas en una solución de KOH al 10% durante aproximadamente 12 horas. Después se ejerció presión a cada pupa con una mini espátula, para eliminar la grasa interna. Luego se transfirieron a una solución de "Essig Aphid Fluid" (aprox. dos goteros) con dos gotas de "Wilkey's Triple Stain" por 15 min., aproximadamente. Posteriormente las pupas se transfirieron a alcohol al 80% durante 15 minutos. Luego se pasaron a alcohol al 95% por 15 minutos. Finalmente se colocaron en aceite de clavo desde 15 minutos hasta un mes. Posteriormente se montaron las pupas en placas usando Bálsamo de Canadá. Se identificaron utilizando las claves proporcionadas por Caballero (1992).

## C. ELECTROFORESIS

Primero se preparó el gel de separación con poliacrilamida al 7.5%. Luego el gel de montaje con poliacrilamida al 4%. Se seleccionó una mosca blanca de una región y cultivo específico según su sexo, el cual fue determinado por morfología. De preferencia se utilizaron moscas hembras. Para esto se observó la mosca blanca en el estereoscopio. Posteriormente se colocaron 7 microlitros de buffer de extracción de la esterasa en un vial con una mosca blanca seleccionada. Se anotó su sexo y se homogenizó. Este homogenizado se colocó en un pozo del gel de montaje. Luego de colocar muestra en todos los pozos del gel (menos los pozos de las orillas) se corrió la electroforesis a 15 mA hasta que el frente llegara al gel de resolución. En este momento se subió la corriente a 30 mA hasta que el frente recorriera todo el gel, sin

que el frente se perdiera al buffer de corrida en el medio. Se corrieron en cada gel muestras de moscas blancas (*B. tabaci*) patrones del biotipo A y B como referencia (estos fueron enviados de la Universidad de Arizona en Tucson, Arizona).

#### D. REVELADO Y ALMACENAMIENTO DE GELES

Se revelaron esterasas no específicas. Para esto se utilizó una solución de revelado en donde se colocó el gel inmediatamente después de terminada la electroforesis. Se utilizaron aproximadamente 50 ml. de solución reveladora por gel. Cuando el gel estuvo lo suficientemente teñido, se reemplazó la solución reveladora por una solución para preservar geles. Así se quedó hasta que fué secado. Para ésto se colocaron los geles en un deshidratador de geles. Luego se colocó plástico acetato (resistente al calor) sobre los geles secos y de esta manera se almacenaron.

#### E. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

##### 1. Diseño experimental

Las variables analizadas fueron:

##### a. Dependientes

1. Presencia de biotipos de *B. tabaci* en plantas
2. Presencia de pseudopupas de *B. tabaci*

##### b. Independientes

##### 1. Región

- a. Norte

- b. Sur
- c. Centro
- d. Oriente
- e. Sur-occidente

2. Cultivo

- a. Sandía
- b. Melón
- c. Tomate
- d. Tabaco
- e. Okra
- f. Chile
- g. Guicoy
- h. Frijol
- i. Ayote
- j. Pepino
- k. Algodón
- l. Papa
- m. Yuca
- n. Soya

2. Estadística

Para realizar el análisis estadístico se empleó chi cuadrado (crosstabs) y todos los

análisis fueron hechos con el programa estadístico SPSS/PC V4.0 (SPSS, 1990).

### 3. Hipótesis

Se proponen las siguientes hipótesis, que se evalúan con los datos obtenidos:

- a. No existen distintos biotipos de *B. tabaci* en el país.
- b. No existe preferencia de distintos cultivos por los diferentes biotipos de *B. tabaci*.
- c. No existen diferentes biotipos de *B. tabaci* en distintas regiones del país.



### III. RESULTADOS

#### A. PORCENTAJE DE APARICION DE BANDA EN LOS PATRONES OBTENIDOS

En este trabajo se propone un sistema para identificar el biotipo de *Bemisia Tabaci*, basado en la frecuencia con que una banda electroforética aparece en una población dada de mosca blanca.

Las figuras siguientes (3.6-3.10) representan los porcentajes de aparición de las bandas en los distintos patrones electroforéticos obtenidos. A cada patrón se asignó un biotipo. Para esto se realizó una clave taxonómica, la cual se muestra en la sección "B" de "Resultados" tomando en cuenta las figuras de esta sección. También se tomó en cuenta el color de banda obtenido.

Primero se muestran los patrones encontrados en Guatemala, los cuales son el "G2", el "B" y el "G1" (figuras 3.6, 3.7 y 3.8 respectivamente). Luego los patrones de los biotipos patrón "A" y "B" (figuras 3.9 y 3.10) enviados de la universidad de Tucson Arizona.

En todos los geles se corrió el patrón del biotipo "B" como referencia de posición de bandas. A las dos bandas principales de este patrón se les asignó la aposición 10 y 14 respectivamente. A partir de estas bandas fueron obtenidas las medidas de posición de las bandas de todos los patrones. Las medidas se realizaron en milímetros. Los patrones "A" y "G2" mostraron bandas de un color negro mientras que los patrones "B" y "G1" bandas de color fucsia.

Fig. 3.6  
Porcentaje de aparición de banda en el biotipo "G2".

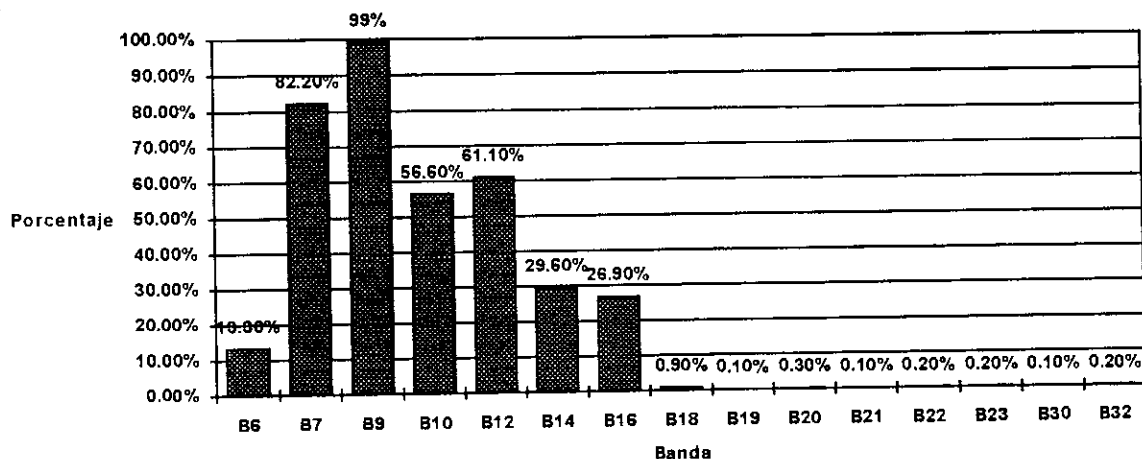


Fig. 3.7  
 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo "B" de Guatemala

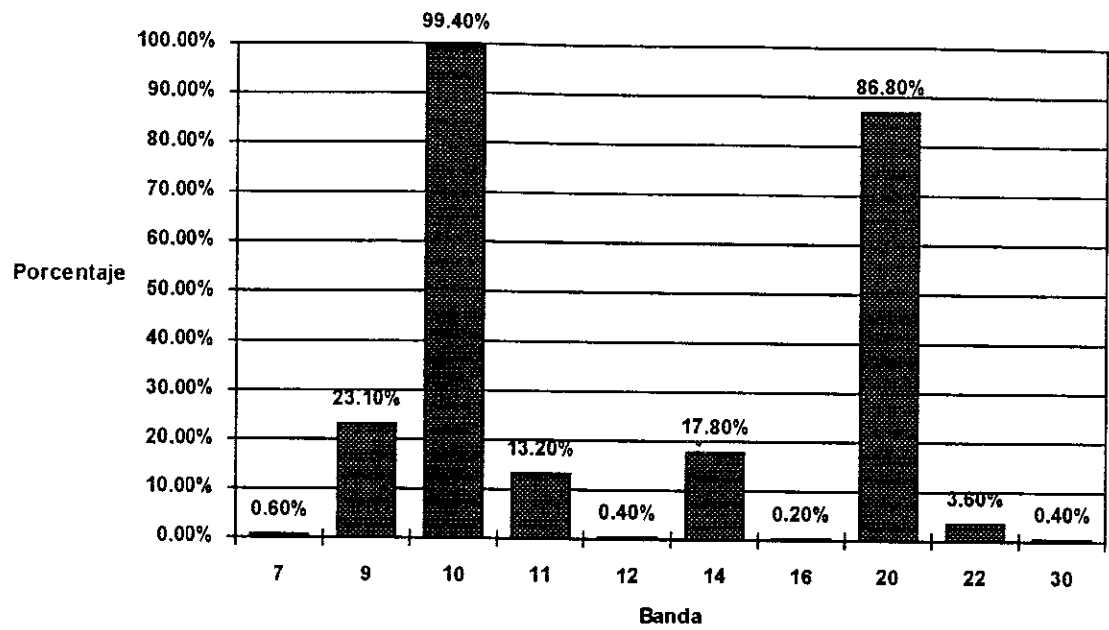


Fig. 3.8  
 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo "G1" de Guatemala

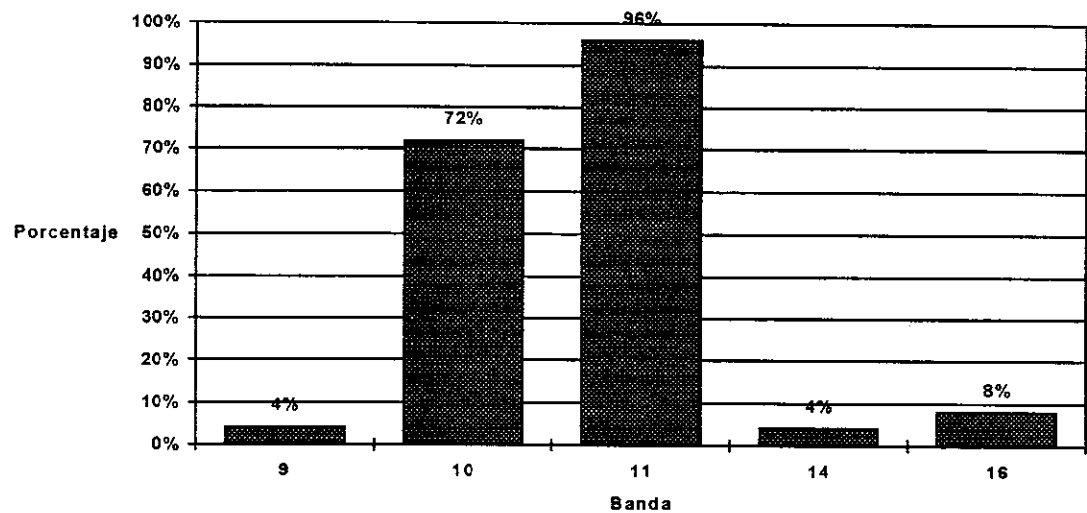


Fig. 3.9  
 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo del patrón "A"

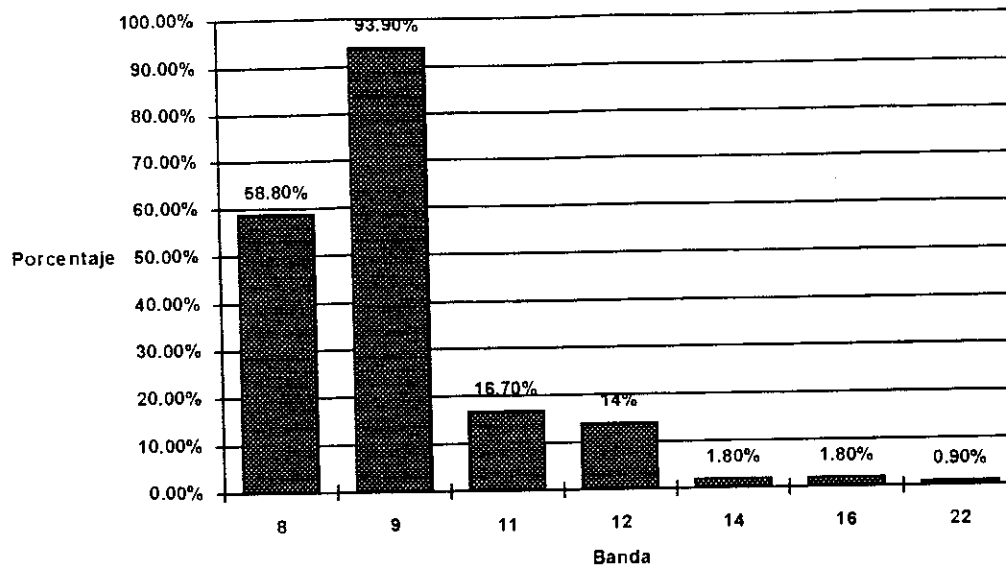
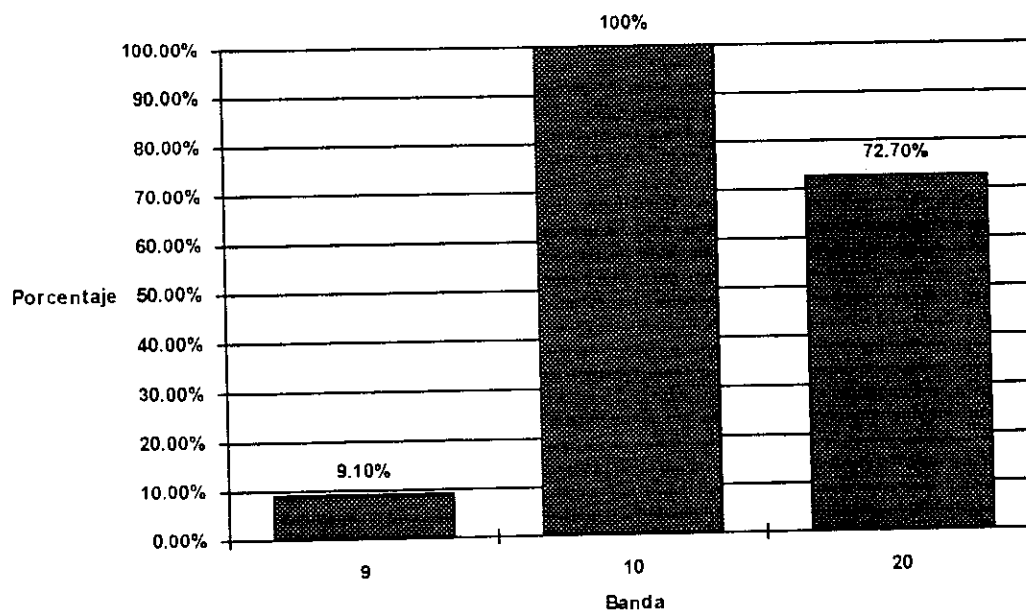


Fig. 3.10  
 Porcentaje de aparición de banda en el biotipo del patrón "B"



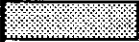



## B. PATRONES DE ESTERASAS NO ESPECÍFICAS DE LOS BIOTIPOS OBTENIDOS

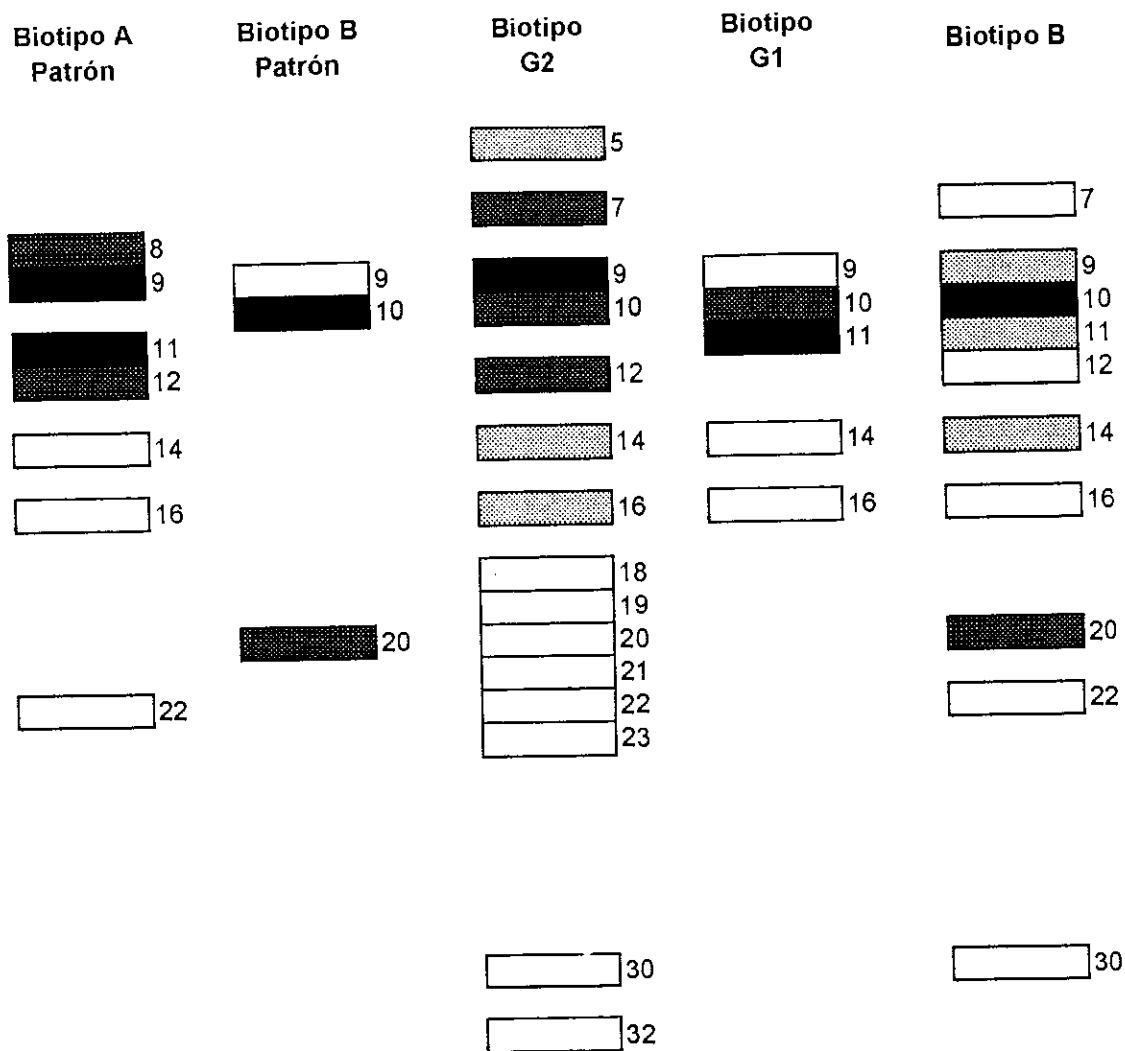
Con base en los porcentajes de aparición de banda de cada patrón electroforético obtenido (inciso A de la sección de Resultados) se realizó una clave taxonómica modificada de la utilizada por J. Brown, 1992.

Para la clasificación de cada patrón en los distintos biotipos se tomaron en cuenta las bandas con un porcentaje de aparición mayor al 50%.

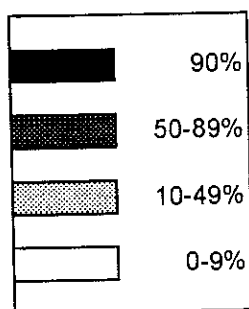
La clave taxonómica es la siguiente:

	Si la banda aparece más del 90 % en los geles corridos electroforéticamente.
	Si la banda aparece entre el 50% y el 89% en los geles electroforéticamente corridos.
	Si la banda aparece entre el 10% y el 49% en los geles electroforéticamente corridos.
	Si la banda aparece hasta un 9% en los geles corridos electroforéticamente.

La clasificación taxonómica incluye al lado de cada banda su posición en el gel de poliacrilamida por medio de un número.



**Clave Taxonómica:**

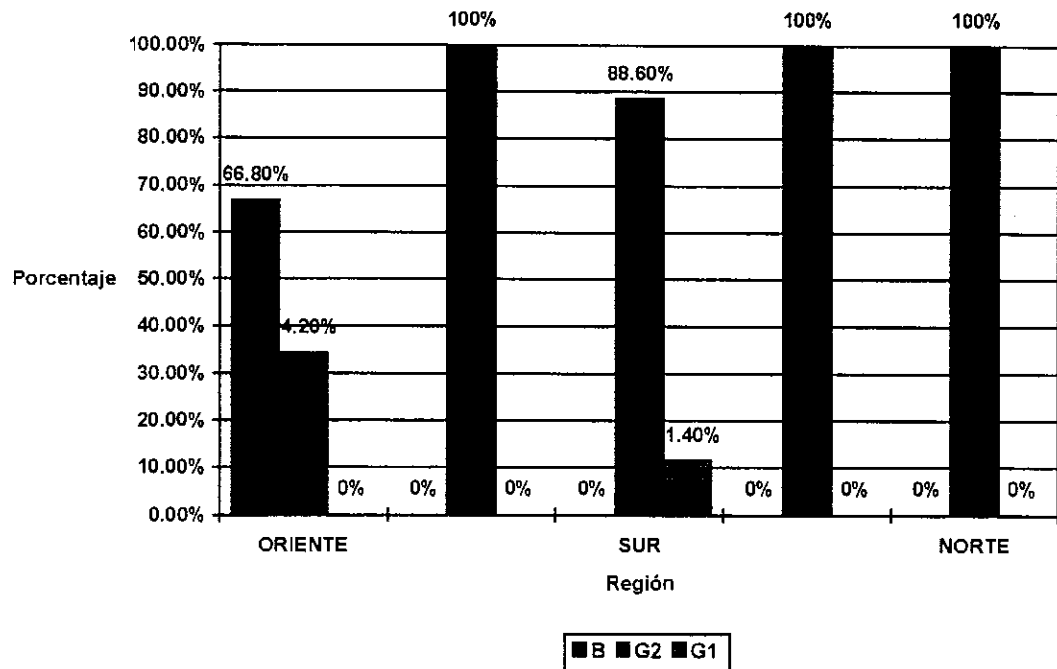


### C. DISTRIBUCIÓN DE BIOTIPOS DE *B. tabaci* ENCONTRADOS EN GUATEMALA POR REGIÓN

La figura 11 muestra los biotipos de *B. tabaci*, en porcentajes, encontrados en las regiones estudiadas. Las muestras fueron colectadas desde febrero de 1994 hasta abril de 1995 en distintas épocas del año.

El biotipo "G2" se encontró en todas las regiones estudiadas. El biotipo "B" fue encontrado únicamente en la región oriental y el G1 únicamente en la región sur.

Fig. 3.11  
Biotipos de mosca blanca (*B. tabaci*) en distintas regiones de Guatemala.



Muestreos realizados de febrero de 1994  
a abril de 1995

#### D. PORCENTAJE DE BIOTIPOS PRESENTES POR CULTIVO EN LAS DISTINTAS REGIONES ESTUDIADAS

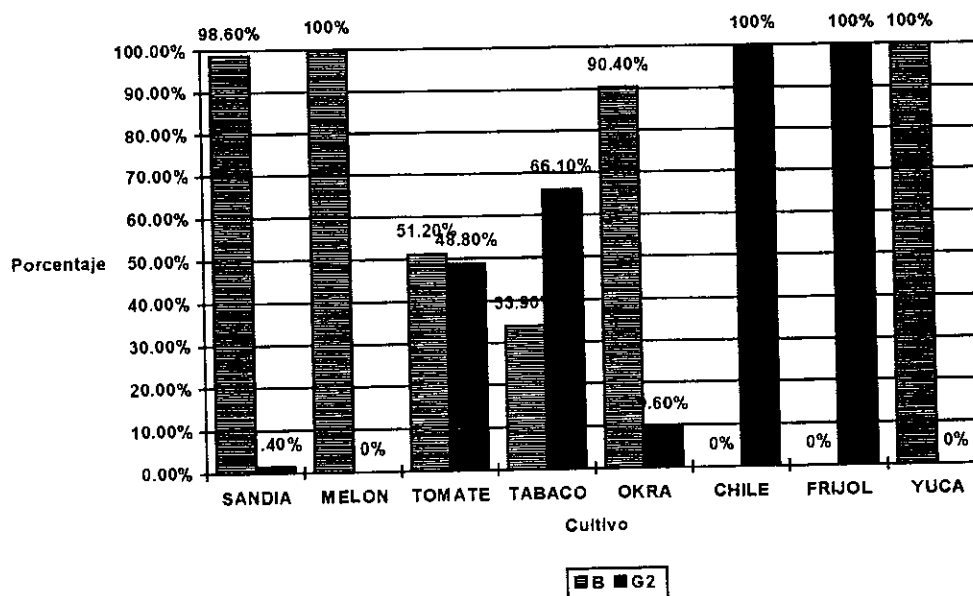
En las figuras 3.12 a 3.16 se muestra , en porcentajes, los biotipos por cultivo encontrados en las regiones estudiadas. Estas muestras de *B. tabaci* fueron colectadas desde febrero de 1994 hasta abril de 1995.

El biotipo "G2" se encontró presente en todas las regiones y en la región central, norte y sur-occidente fue este el único biotipo encontrado.

El biotipo "B" se encontró únicamente en la región de oriente. La plantación de melón mostró exclusivamente la presencia de este biotipo al igual que la plantación de yuca. Sin embargo en la plantación de yuca solamente se estudiaron cuatro muestras de *B. tabaci* y no se sabía con certeza si estas eran hospederas de la yuca o si solamente se posaban allí.

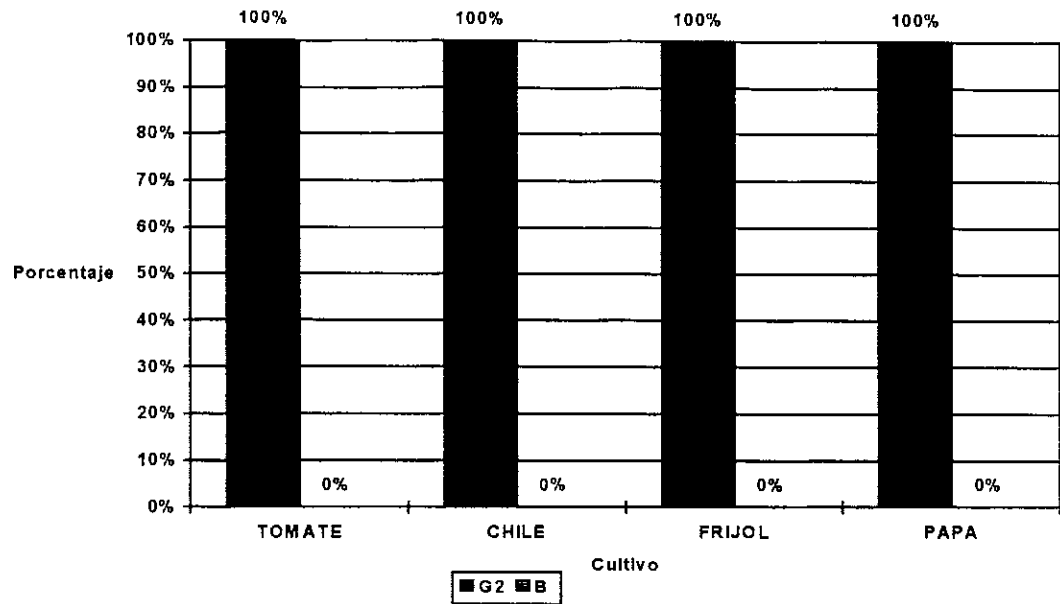
El biotipo G1 se encontró únicamente en la region sur. Fig. 3.12

Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región de oriente.



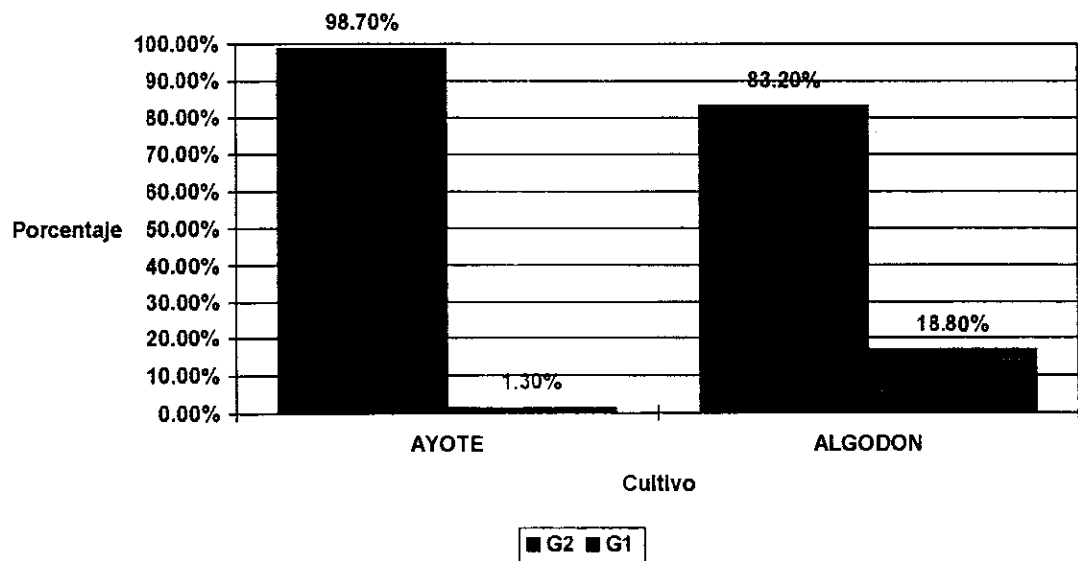
Nota: otros biotipos, ausentes.

Fig. 3.13  
Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región del centro.



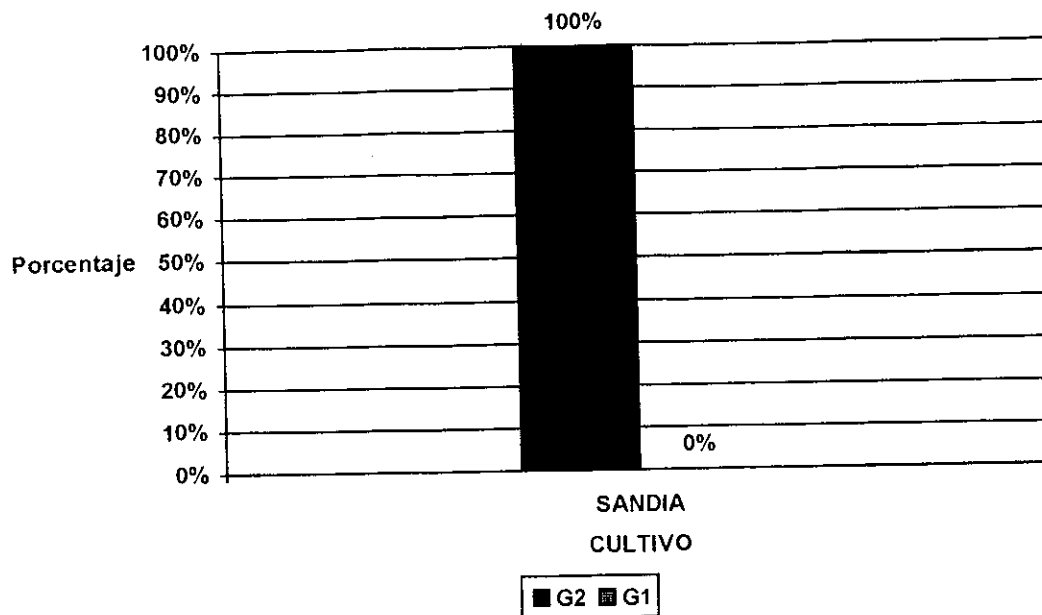
Nota: otros biotipos, ausentes.

Fig. 3.14  
Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región sur.



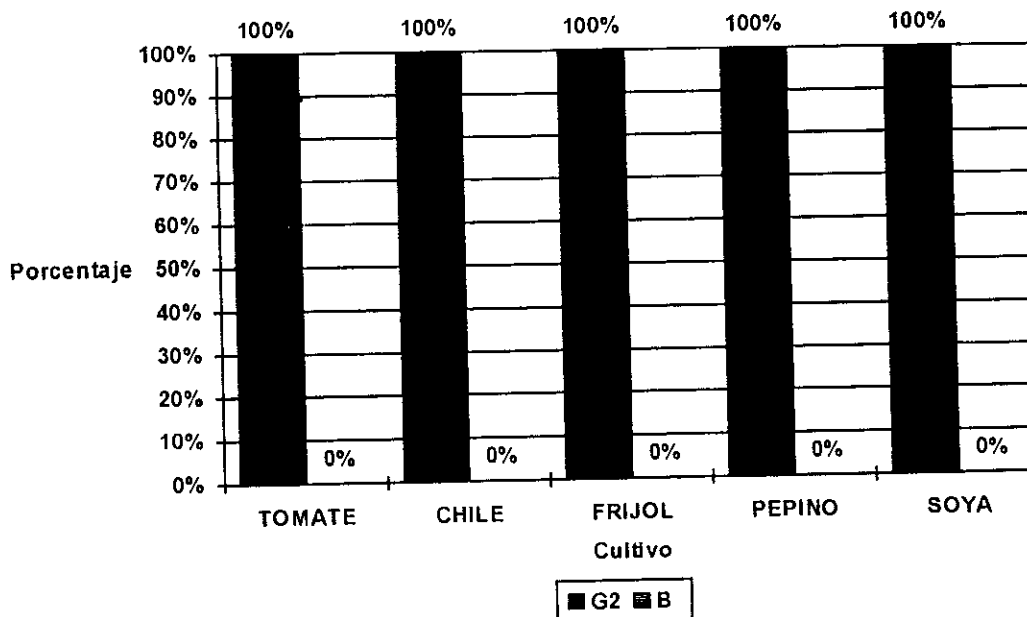
Nota: otros biotipos, ausentes.

Fig. 3.15  
Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región sur-occidente.



Nota: otros biotipos, ausentes.

Fig. 3.16  
Biotipos presentes en cultivos estudiados de la región norte.



Nota: otros biotipos, ausentes.

## E. BIOTIPOS DE MOSCA BLANCA POR CULTIVO SEGUN LUGAR

En las figuras 3.17 a 3.19 se presentan los biotipos por cultivo de los lugares en donde se encontró más de un biotipo. Estos son: el Valle de la Fragua; San Agustín Acasaguastlán y la finca Jumay. Los primeros dos lugares pertenecen a la región de oriente y el tercero a la región sur.

En el lugar del Valle de la Fragua (figura 3.17) se encontró tanto el biotipo "B" como el "G2". El cultivo de tabaco fue el único que mostró mayor porcentaje de biotipo "G2" que "B". Los cultivos de melón y yuca mostraron únicamente biotipo "B" y los demás cultivos estudiados mostraron tanto el biotipo "B" como el "G2", sin embargo, en estos, el porcentaje de biotipo "B" fue muy superior que el de "G2".

En el Km. 99 de la carretera a Zacapa (figura 3.18) se encontró el biotipo "B" y el "G2". El cultivo de tabaco mostró mayor porcentaje de biotipo "G2" que "B". El cultivo de tomate mostró mayor porcentaje de biotipo "B" que "G2", sin embargo solamente se analizaron cinco muestras.

En la finca Jumay se encontró tanto el biotipo "G2" como el "G1". Se muestra en la figura 19 la forma como el porcentaje de estos biotipos en el cultivo de algodón varió de febrero de 1994 a marzo de 1995. En la segunda colecta el porcentaje de ambos biotipos era similar (51% "G2" y 49% de "G1"), mientras que en la primera colecta este fue muy distinto (99% "G2" y 1% G1).

Fig. 3.17  
Biotipos de *B. tabaci* por cultivos en el Valle de la Fragua.

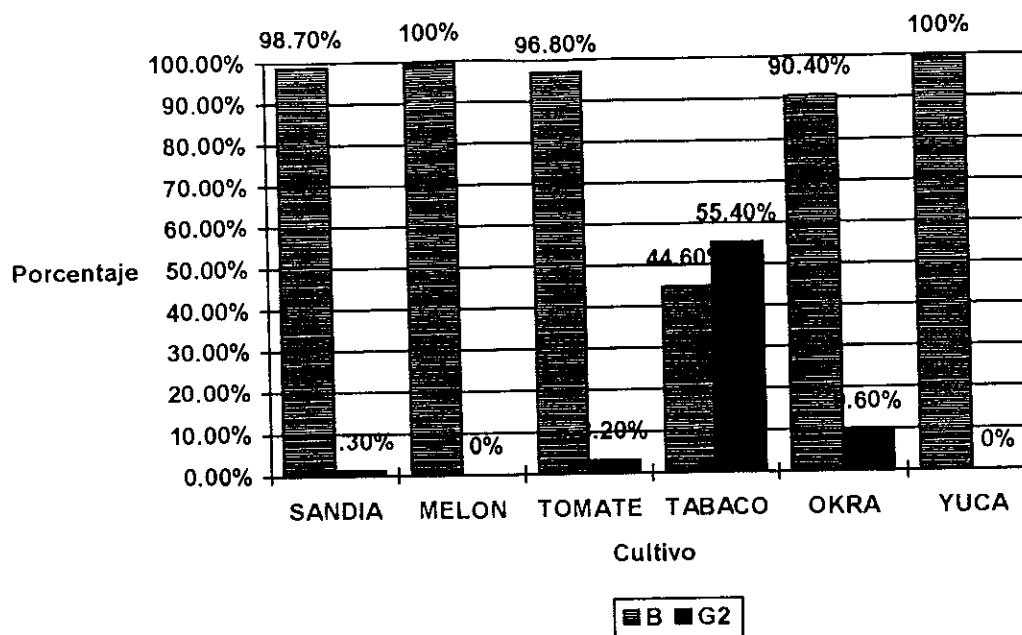


Fig. 3.18  
Biotipos de *B. tabaci* por cultivo en San Agustín Acasaguastlán.

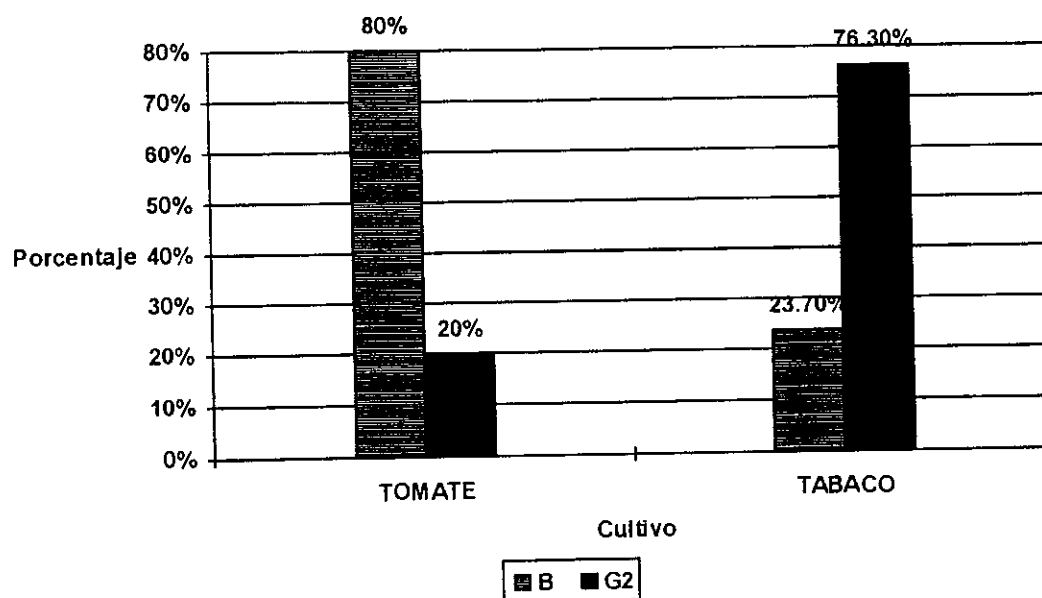
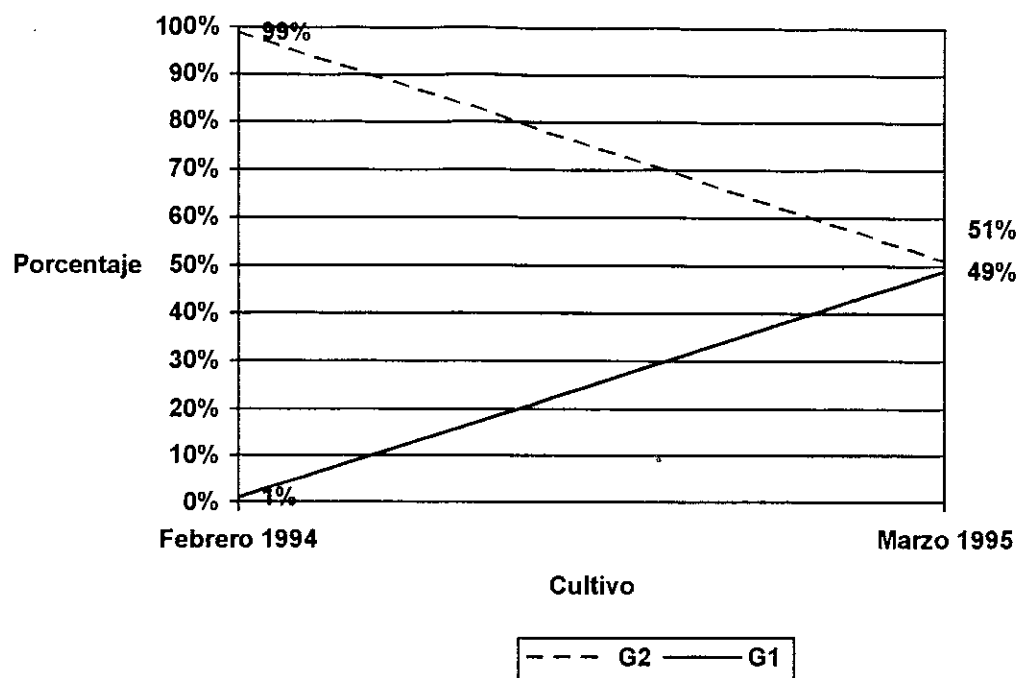


Fig. 19  
Comparación de porcentaje de biotipos de *B. tabaci* en el cultivo de algodón en Tiquisate. Colectas realizadas en 1994 y 1995.



#### F. BIOTIPOS DE MOSCA BLANCA (*B. tabaci*) POR REGION, LOCALIDAD Y CULTIVO

A continuación se presentan las regiones, localidades (municipios y departamentos) y cultivos en donde se encontraron los distintos biotipos de *B. tabaci* (Cuadro 1). Los biotipos encontrados en Guatemala fueron tres. Estos son el biotipo B (B), un biotipo "G2" similar al A del patrón y un biotipo distinto que se denominó G1.

Tabla 3.1

Biotipos de *B. tabaci* encontrados en distintas regiones, localidades y cultivos de Guatemala

BIOTIPO	REGIÓN	LOCALIDAD (Municipio, Depto.)	CULTIVO
G2	Oriente	Zacapa, Zacapa	Sandía Tomate Tabaco Okra
		San Agustín Acasaguastlán, Progreso	Tabaco Tomate
		El Progreso, Jutiapa	Tomate Chile Frijol
	Norte	Salamá, Baja Verapaz	Tomate Soya Chile Pepino Frijol
	Centro	Villa Nueva, Guatemala	Frijol
		Sumpango, Sacatepéquez	Chile
		Santa Apolonia, Chimaltenango	Papa
		Chimaltenango, Chimaltenango	Chile Papa
		El Tejar, Chimaltenango	Tomate
	Sur	Escuintla, Escuintla	Ayote
		Tiquisate, Escuintla	Algodón
		Retalhuleu, Retalhuleu	Sandía
B	Oriente	Zacapa, Zacapa	Sandía Tomate Tabaco Oca Melón Yuca
		San Agustín Acasaguastlán, El Progreso	Tabaco Tomate
G1	Sur	Escuintla, Escuintla	Ayote
		Tiquisate, Escuintla	Algodón

## G. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### a. Biotipos por región

Ho: La distribución de biotipos de *B. tabaci* (G2, B, G1), es igual en las regiones estudiadas.

Ha: La distribución de biotipos de *B. tabaci* (G2, B, G1), no es igual en las regiones estudiadas.

Tabla 3.2  
Crosstabs biotipo por región.

Valores esperados

	Región 1.0	Región 2.0	Región 3.0	Región 4.0	Región 5.0	Fila Total
Biotipo 1.0	231.9	67.1	70.9	38.5	62.5	471 (32.4%)
Biotipo 2.0	471.8	136.4	144.3	78.4	127.2	958 (65.9%)
Biotipo 3.0	12.3	3.6	3.8	2.0	3.3	25 (1.7%)
Columna Total	716 (49.2%)	207 (14.2%)	219 (15.1%)	119 (8.2%)	193 (13.3%)	1454 (100.0%)

La tabla 3.3 muestra los resultados del análisis crosstab.

Tabla 3.3  
Resultados para el análisis crosstab biotipo por región.

Chi- cuadrado	Valor	G1
Pearson	844.23242	8

El valor de Chi Cuadrado esperado a un nivel de confianza del 0.05 = 15.507

Como el valor de Chi cuadrado experimental supera el valor teórico, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

b. Biotipo por cultivo

Ho: La distribución de biotipos de *B. tabaci* (G2, B, G1), es igual en los cultivos estudiados.

Ha: La distribución de biotipos de *B. tabaci* (G2, B, G1), no es igual en los cultivos estudiados.

Cuadro 3.4

Crosstabs biotipo por cultivo  
Valores esperados  
Biotipo

	1.0	2.0	3.0	
1	86.2	175.3	4.6	266 (18.3%)
2	55.1	112.0	2.9	170 (11.7%)
3	104	211.5	5.5	321 (22.1%)
4	37.3	75.8	2.0	115 (7.9%)
5	16.8	34.3	0.9	52 (3.6%)
Cultivo 6	37.3	75.8	2.0	115 (7.9%)
8	28.8	58.6	1.5	89 (6.1%)
9	24.6	50.1	1.3	76 (5.2%)
10	14.9	30.3	0.8	46 (3.2%)
11	46.3	94.2	2.5	143 (9.8%)
12	15.5	31.6	0.8	48 (3.3%)
13	1.3	2.6	0.1	4 (0.3%)
14	2.6	5.3	0.1	8 (0.6%)
	471 (32.4%)	958 (65.%)	25 (1.7%)	1454 (100%)

Tabla 3.5  
Resultados para el análisis crosstab biotipo por cultivo.

Chi Cuadrado	Valor	G1
Pearson	975.73169	26

El valor de Chi Cuadrado a un nivel de confianza del 0.05 = 38.885

Como el valor experimental de Chi Cuadrado supera el valor teórico se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Se utilizó un análisis llamado Hierarquical Log Linear. Este análisis mide la interacción entre biotipo, región y cultivo. Sin embargo como el número de ceros esperados en los datos no debe superar al 30% (requisito del análisis) y en la práctica lo supera, este análisis no se llevó a cabo.

#### IV. DISCUSION

Los resultados sugieren que en Guatemala existen tres biotipos de *B. tabaci*, "G1", "G2" y "B". Para llegar a este resultado se diseñó un código con base en los porcentajes de aparición de banda de cada patrón. Esta resultó ser funcional para clasificar los distintos biotipos, a pesar de la existencia de variabilidad dentro de los patrones electroforéticos. Esto es que las bandas en el gel de electroforesis para los patrones clasificados como del mismo biotipo, no siempre fueron de igual intensidad. También se observó que aparecían algunas bandas en ciertas posiciones que en otros patrones del mismo biotipo no se presentaban. Esta variabilidad se observó dentro de las muestras del mismo cultivo y misma región pero principalmente en muestras de regiones distintas (biotipo G2, único patrón encontrado en distintas regiones). Es decir que dentro de un mismo biotipo se observó cierta variabilidad. Sin embargo si se toman las bandas con un porcentaje de aparición mayor al 50% es posible clasificar biotipos de distintas regiones como iguales. Por medio de esta clave taxonómica se clasificaron los patrones electroforéticos obtenidos en Guatemala en tres: "B", "G1" y "G2".

Se observaron diferencias en el color de las bandas obtenidas según el biotipo asignado. Para el biotipo "B" y "G1" las bandas se colorearon de fucsia y para el biotipo "A" y "G2" de negro. El biotipo "G2" y el biotipo "A" mostraron similitudes en la coloración de las bandas y posición de algunas de éstas.

Dentro de un mismo biotipo se observó el mismo color de bandas a pesar de existir

cierta variabilidad de éstas. Esto evidencia que se trata del mismo biotipo.

La intensidad de la banda depende de la concentración de esterases presentes en la muestra y en el caso de *B. tabaci* esta última puede variar con factores ambientales (Wool, 1994). Estos factores ambientales que podrían influir son: (i) clima, (ii) altura, e (iii) insecticidas a los que están, entre otros, expuestas.

La variabilidad de bandas en mismos biotipos de distintas o iguales regiones puede deberse a: (i) esterases diferentes, con un propio índice de migración electroforético, (ii) esterases que tienen variaciones en su estructura y carga eléctrica neta debido a condiciones metabólicas (fosforilaciones, alquilaciones etc.) lo cual resulta en una migración electroforética distinta de estas proteínas y por lo tanto una nueva banda en el gel de electroforesis, (iii) esterases en distintas concentraciones según las muestras, lo cual resulta en variación de la intensidad de banda y por lo tanto algunas veces aparece en el gel y otras veces el método no la logra visibilizar y (iv) cambios que sufren las esterases según el método que se utilizó. Esto puede ser: (a) proteólisis de las esterases en el momento de homogenizar la muestra con el buffer de extracción de la esterasa, ya que se liberan esterases y proteasas entre otras cosas al medio, (b) degradación de las esterases durante el almacenamiento de las muestras.

Las muestras patrón enviadas de la universidad de Tucson, Arizona mostraron una intensidad de banda menor a las muestras colectadas en Guatemala. Esto probablemente se deba a que son cultivadas en laboratorio y por lo tanto no están expuestas a insecticidas u otros factores ambientales que pudieran influir sobre las esterases.

En conclusión, el término biotipo tiene significado a nivel de población y no de

individuo debido a la variabilidad de bandas que puede existir dentro de un mismo biotipo.

Como lo muestra la estadística (cuadro 1) la presencia de diferentes biotipos de *B. tabaci* en Guatemala depende de la región. Es probable que la altura sea un factor determinante ya que el biotipo "B" se encontró hasta una altura de aprox. 290 msnm y el biotipo "G1" hasta aprox. 346 msnm. El biotipo "G2" se encontró hasta una altura de aprox. 2310 msnm.

En la región de oriente, en los lugares del Valle de la Fragua y en San Agustín Acasaguastlán, parece existir preferencia de los dos biotipos allí presentes por ciertos cultivos, como puede apreciarse en las figuras 17 y 18. Es probable que esta preferencia se relacione con la abundancia de un cultivo en una región geográfica dada.

En el Valle de la Fragua se obtuvo un porcentaje significativamente mayor de biotipo "G2" en el cultivo de tabaco (55.45%) que en los cultivos de okra (9.6%), sandía (1.3%) y melón (0%), a pesar de que el muestreo se realizó en el mismo terreno y en el mismo día. El cultivo de melón también mostró únicamente biotipo "B" en un muestreo posterior en el Valle de la Fragua. Esto sugiere que el biotipo "G2" tiene mayor preferencia por el cultivo de tabaco que por okra, sandía y melón. También sugiere que el biotipo "G2" no se encuentra en las plantaciones de melón del Valle de la Fragua.

Como se puede observar en la figura 17, el cultivo de yuca en el Valle de la Fragua mostró únicamente biotipo "B" de *B. tabaci*. Sin embargo solamente se colectaron cuatro moscas blancas, *B. tabaci*, ya que las demás eran *T. vaporariorum* y las pupas encontradas en el cultivo también fueron *T. vaporariorum*.

En San Agustín Acasaguastlán (figura 18), región de oriente, se encontró mayor

porcentaje de biotipo "G2" (76.3%) que el biotipo "B" (23.7%) en la plantación de tabaco. En el mismo terreno y el mismo día se colectaron muestras de una plantación de tomate y se encontró mayor porcentaje de biotipo "B" (80%) que el biotipo "G2" (20%). Esto indica que en esta localidad también existe preferencia del biotipo "G2" por el cultivo de tabaco.

Como lo muestra la figura 21, la laguna de Retana a pesar de ser localidad de oriente, se encontró únicamente el biotipo "G2". Posiblemente se deba a que la *B. tabaci* biotipo "B": (i) no ha logrado llegar a esta localidad, pues se encuentra más distanciada geográficamente de el Valle de la Fragua y San Agustín Acasaguastlán que estos dos últimos entre sí, ó (ii) no ha logrado adaptarse a este ambiente, ya que la laguna de Retana está a mayor altura (aprox. 1040 msnm) que el valle de la Fragua (aprox. 190 msnm) y San Agustín Acasaguastlán (aprox. 290 msnm).

El resultado de los patrones obtenidos en Escuintla (figuras 19 y 21) en 1994 de los cultivos de ayote y algodón muestra un 1% de el biotipo G1. El aumento de la población del biotipo G1 en la plantación de algodón en marzo de 1995 (figura 19) se puede atribuir a: (i) la época del año en que se colectó, ó (ii) aumento de la población del biotipo G1 en la región, ó (iii) en el caso del algodón la primera colecta se realizó cuando la plantación de algodón aún tenía la mayoría de las plantas verdes, mientras que en la segunda colecta eran escasas las plantas verdes y la mayoría de plantas estaban secas.

La mosca blanca más comúnmente encontrada, aparte de *B. tabaci*, fué *T. vaporariorum*. Para evitar confusiones entre estas dos especies de mosca blanca se determinó el patrón electroforético a la *T. vaporariorum*. Se observó que este tuvo un

patrón totalmente distinto a los obtenidos con la *B. tabaci* y las bandas fueron significativamente menos intensas, lo cual permitió diferenciarlas fácilmente.



## V. CONCLUSIONES

1. En Guatemala se han determinado hasta el momento tres biotipos de, *B. tabaci*. Estos son: el biotipo "B", el biotipo "G2" y el biotipo "G1".
2. El biotipo "B" fué encontrado entre 190 y 290 msnm, el biotipo "G1" entre 0 y 346 msnm y el biotipo "G2" entre 239 y 2310 msnm.
3. La presencia de los distintos biotipos de mosca blanca, *B. tabaci*, en Guatemala depende de la región geográfica.
4. El biotipo "G2" se encuentra en todas las regiones de Guatemala estudiadas (norte, sur, oriente, sur-occidente y centro).
5. El biotipo "B" se encuentra en la región de oriente de Guatemala en los departamentos de Zacapa municipio de Zacapa y el departamento de el Progreso, municipio de San Agustín Acasaguastlán.
6. El biotipo "G1" se encuentra en el sur de Guatemala en el departamento de Escuintla municipios de Escuintla y Tiquisate.

7. En la región de oriente de Guatemala en los departamentos de Zacapa municipio de Zacapa y el departamento de el Progreso municipio de San Agustín Acasaguastlán el biotipo "G2" tiene preferencia por el cultivo de tabaco.
  
8. La clave taxonómica propuesta es funcional para distinguir biotipos de *B. tabaci* en Guatemala.
  
9. La distribución de los biotipos "G1" y "G2" varió de febrero de 1994 a marzo de 1995, en cultivo de algodón en Tiquisate, de 1% a 49% para el biotipo "G1" y de 99% a 51% para el biotipo "G2".

## VI. RECOMENDACIONES

1. Probar en otras regiones el código de bandas propuesto para biotipos de *B. tabaci* para confirmar su utilidad.
2. Estudiar por una técnica distinta a la utilizada en este estudio (como PCR), el biotipo "B" y el biotipo "G1" para confirmar que se trata de biotipos distintos.
3. Estudiar la distribución de los biotipos de *B. tabaci* durante diferentes épocas del año.
4. Estudiar el efecto de la altitud SNM sobre la distribución/presencia de los distintos biotipos.
5. Estudiar la biología de los distintos patrones de *B. tabaci* para sugerir métodos de su control.
6. Determinar el biotipo *B. tabaci*, a un mayor número de muestras en el cultivo de Yuca del valle de la Fragua.

7. Monitorear a través de un año la frecuencia del biotipo G1 en las plantaciones de algodón del departamento de Escuintla municipio de Tiquisate.
  
8. Determinar el biotipo de *B. tabaci*, de los cultivos hospederos de mosca blanca, *B. tabaci* (incluyendo tabaco), en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, para estudiar la preferencia del biotipo similar al biotipo "G2" por el cultivo de tabaco.

## VII. LITERATURA CITADA

- Alarcón, O. 1992. Problemática del acolochamiento en el tomate en monjas, Jalapa. En: Seminario-Taller: causas, consecuencias y manejo del acolochamiento en tomate. Guatemala. Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación. pag. 9.
- Barnes, E. 1968. Atlas and manual of plant pathology. New York: Meredith Corporation. 315pp.
- Bolaños, J. 1987. Transmisión de enfermedad conocida como virosis del algodón (Gossypium hirsutum), por medio mecánico, semilla y su vector la mosca blanca (Bemisia tabaci). Tesis.
- Bonde, R., L. Peterson and H. Royer. 1988. Inheritance of Isozymes in Smut Pathogen Tilletia indica. Phytopathology. 78:1276-1279.
- Barnes, E. 1968. Atlas and manual of plant pathology. New York: Meredith Corporation. 1968. 315 pp.
- Brown, J. 1992. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América Central, de 1989 a 1992. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Memoria CATIE. Costa Rica. 1-9 pp.
- Bush, L. 1993. Biotipos. En: Memoria II Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus. Managua. 17-23 pp.
- Caballero, R. 1994. Hospederos importantes y no comunes de Bemisia tabaci (Gennadius) y otros aleyrodidos de Centroamérica. Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis. En: Memoria III Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca. Guatemala.
- Caballero, R. 1992. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae): hospederos, distribución, enemigos naturales e importancia económica. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Costa Rica. 10-15 pp.
- Caballero, R. 1990. Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia including slide-mounted pupal and field keys for identification, field characteristics, host distribution, natural enemies and economic importance. Tesis. Departamento de Entomología. Universidad de Florida. Florida. 190 pp.

- Cohen, S., E. Duffus and H. Liu. 1991. A new *Bemisia tabaci* biotype in the southwestern United States and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infectious Yellow Virus. *Phytopathology*. 86-90 pp.
- Coppedge, J., H. Becker, J. Corliss, J. De Quattro, M. Gerrrietts, D. Stanley and M. Wood. 1992. Get the whitefly swatters-fast! *Agricultural Research*. 4-13 pp.
- Dardón, D. 1993. Los daños a la agricultura causados por la mosca blanca. Seminario de mosca blanca. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala. 1993. p 18-21.
- Ferrari, J., J. Morse, G. Georghiou and Y. Sun. 1993. Elevated esterase activity and acetylcholinesterase insensitivity in citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) populations from the San Joaquin Valley of California. *Journal of Economic Entomology*. 86:1645-1650.
- Gerling, D. 1990. Whiteflies: their bionomics, pest status and managment. Intercept Ltd. Great Britain. 348 pp.
- Hussain, A., H. Ramírez, and W. Roca. 1986. Manual práctico para la detección electroforética de isoenzimas y otras proteínas. CIAT.
- Ignoffo, C., and B. Mandaxa. 1988. Handbook of natural pesticides. Vol. 5. Florida: CRC Press. 213 pp.
- Lehninger, A. 1975. Biochemistry. Worth Publishers, Inc. 2 ed. New York. 1104 pp.
- Martin, D.,P. Mayes, V. Rodwell and D. Grannes. 1986. Bioquímica de Harper. El Manual, S.A. de C.V. México D.F. 750 pp.
- Matthews, R. 1991. Plant virology. Academic Press, Inc. San Diego, California. 835 pp.
- Pasteru, N., G. Pasteur, F. Bonhomme, J. Catal n and J. Britton-Davidian. 1988. Practical isozyme genetics. Ellis Horwood Ltd. England. 57 pp.
- Perring, T., A. Cooper, D. Kazmer, C. Shields and J. Shields. 1993. Identification of whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science*. 259:74-77.
- Raymond, M., D. Fournier, J. Berge, A. Cuany, J. Bride and N. Pasteur. 1985. Single-Mosquito test to determine genotypes with an acetylcholinesterase insensitive to inhibition to propoxur insecticide. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 4:425-427.

- Salguero, V. 1993. Seminario de mosca blanca. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Delgado Impresos & Cia. Ltda. 26 pp.
- Sundfeld, E. 1993. Problemática del complejo virus/mosca blanca en el cultivo de okra.
- Wilkey, R. 1962. A simplified technique for clearing, staining and permanently mounting small arthropods. Ann. Ent. Soc. Am. 55(5):606.
- Wool, D., D. Gerling, L. Nolt, L. Constantino, A. Bellotti and J. Morales. 1989. The use of electrophoresis for identification of adult whiteflies (Homoptera, Aleyrodidae) in Israel and Colombia. 127:344-350.



## VIII. APENDICE

### APENDICE A

A continuación se muestra una tabla que resume los biotipos de *B. tabaci* encontrados según localidades (municipio, departamento y región), lugares, alturas, fechas, cultivos y el número de muestras de *B. tabaci* usadas en el estudio.

Tabla 7.1  
Localidades (municipio, departamentos y región), lugares, alturas, fechas, cultivos y número de muestras usadas en el estudio

LOCALIDAD (Municipio, Depto, Región)	LUGAR (msnm)	FECHA	CULTIVO (# de muestras usadas)
Retalhuleu, Retalhuleu, Sur-occidente	Aldea Nueva Candelaria (aprox. 239)	2/9/94	Sandía (70)
Champerico, Retalhuleu, Sur occidente	Km. 210 al puerto de Champerico (de 0 a 239)	15/4/95	Sandía (50)
Tiquisate, Escuintla, Sur	Finca Jumay ( de 0 a 68)	10/2/94	Algodón (93)
	Finca Jumay ( de 0 a 68)	6/3/95	Algodón (47)
Salamá, Baja Verapáz, Norte	Aprox. 5 Km. antes de Salamá (aprox. 940)	11/2/94	Tomate (67)
	Asgrow (aprox. 940)	10/11/94	Tomate (62)
	Alrededores de cabecera departamental (aprox. 940)	10/11/94	Chile (4)
	Alrededores de cabecera departamental (aprox. 940)	10/11/94	Soya (8)
	Alrededores de cabecera departamental (aprox. 940)	10/11/94	Frijol (9)
	Alrededores de cabecera departamental (aprox. 940)	10/11/94	Pepino (46)
San Agustín Acasaguastlán Progreso, Oriente	Km. 99 a Zacapa (aprox. 290)	27/10/94	Tabaco (59)
			Tomate (12)

Tabla 7.1 (continuación)  
Localidades (municipio, departamentos y región), lugares, alturas, fechas, cultivos y número de muestras usadas en el estudio

LOCALIDAD (Municipio, Depto, Región)	LUGAR (msnm)	FECHA	CULTIVO (# de muestras usadas)
Zacapa, Zacapa Oriente	Valle de la Fragua (aprox. 190)	16/2/94	Tomate (59)
			Sandía (135)
			Ocra (53)
			Tabaco (56)
			Melón (54)
		27/10/94	Melón (119)
			Yuca (4)
Santa Apolonia, Chimalenango, Centro	Santa Apolonia (aprox. 2310)	8/3/94	Papa (6)
Chimaltenango, Chimaltenango Centro	Aprox. 2 km. antes de la cabecera departamental (aprox. 1800)	8/3/94	Chile (57)
	ICTA (aprox. 1800)	13/9/94	Papa (43)
El Tejar, Chimaltenango, Centro	Km. 47 a cabecera departamental (aprox. 1765)	13/9/94	Tomate (68)
Sumpango, Sacatepéquez, Centro	Km. 39 a Chimaltenango (aprox. 1890)	11/11/94	Chile (11)
Villa Nueva, Guatemala, Centro	Escuela de Agricultura (aprox. 1330)	6/7/94	Frijol (26)
Escuintla, Escuintla, Sur	Aldea San Antonio Calvillo (aprox. 346)	10/2/94	Ayote (76)
Progreso, Jutiapa, Oriente	Laguna de Retana (aprox. 1040)	28/2/95	Frijol (53)
			Tomate (59)
			Chile (51)

## APENDICE B

La siguiente tabla muestra la calificación de las pupas de mosca blanca encontradas en distintos cultivos y localidades y el número de pupas clasificadas.

Tabla 7.2

Número de pupas de mosca blanca por género y especie según localidad (lugar, municipio y departamento) y cultivo

LOCALIDAD (Lugar, Municipio y Depto.)	CULTIVO	GENERO Y ESPECIE	No.
Km. 10 al puerto de Champerico Retalhuleu, Retalhuleu	Sandía	<i>Bemisia tabaci</i>	25
Finca Jumay, Tiquisate, Escuintla	Algodón	<i>Bemisia tabaci</i>	24
Asgrow, Salamá, Baja Verapáz	Tomate	<i>Bemisia tabaci</i>	30
Cercanías de la cabecera departamental, Salamá Baja Verapáz	Soya	<i>Bemisia tabaci</i>	8
		<i>Trialeurodes acaciae</i>	8
		<i>Aleurotrachelus cacarorum</i>	1
	Chile	<i>Bemisia tabaci</i>	5
	Frijol	<i>Bemisia tabaci</i>	19
Km. 99 a Zacapa, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso	Tabaco	<i>Bemisia tabaci</i>	20
La Fragua, Zacapa, Zacapa	Tomate	<i>Bemisia tabaci</i>	20
	Yuca	<i>Trialeurodes variabilis</i>	5
	Melón	<i>Bemisia tabaci</i>	20
Laguna de Retana, Progreso, Jutiapa	Tomate	<i>Bemisia tabaci</i>	13
	Frijol	<i>Bemisia tabaci</i>	19
	Chile	<i>Bemisia tabaci</i>	21
Escuela de Agricultura, Villa Nueva, Guatemala	Frijol	<i>Trialeurodes Vaporariorum</i>	75
Aprox. 2 km. antes de la Cabecera departamental, Chimaltenango, Chimaltenango	Chile	<i>Bemisia tabaci</i>	19
ICTA, Chimaltenango, Chimaltenango	Papa	<i>Bemisia tabaci</i>	1
Km. 39 a Chimaltenango, Sumpango, Sacatepéquez	Chile	<i>Bemisia tabaci</i>	1

## APENDICE C

### Biotipos de *B. tabaci* por lugar

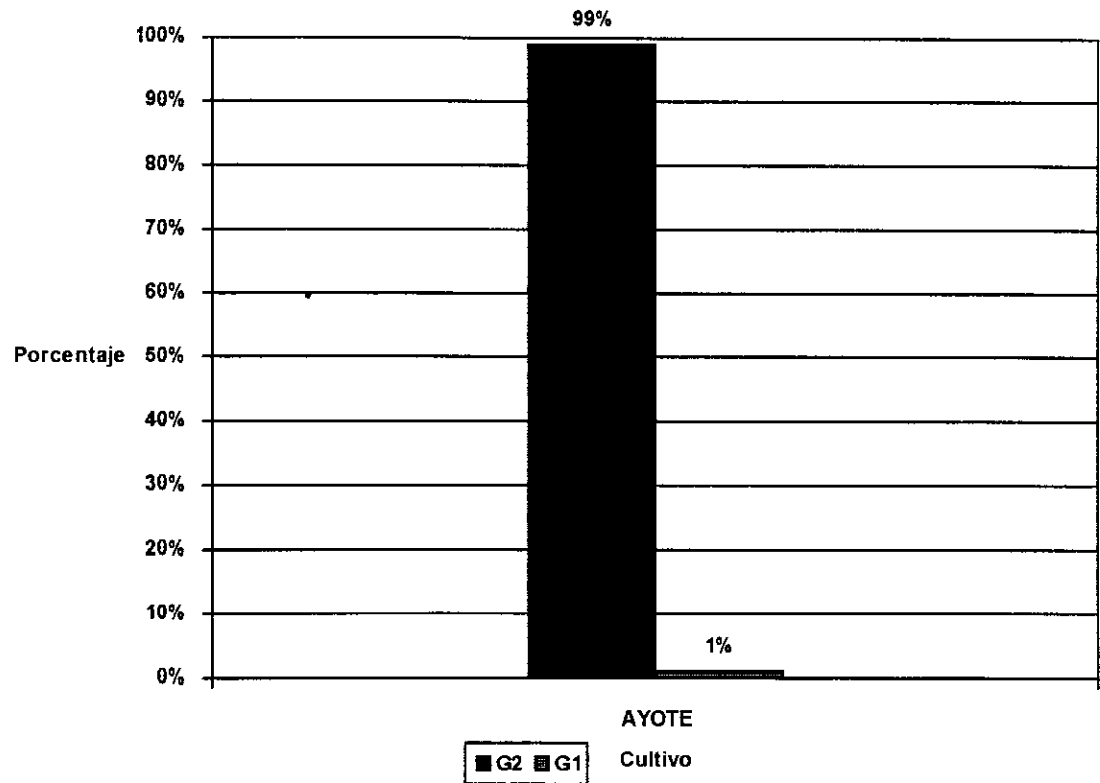
A continuación se presentan figuras que muestran las proporciones de biotipos de *B. tabaci* encontrados por lugar.

La figura 8.1 muestra los biotipos de *B. tabaci* encontrados en la aldea San Antonio Calvillo (en el departamento de Escuintla) en un cultivo de ayote. Acá se encontró tanto el biotipo "G2" como el G1.

Las figuras 8.2 a 8.3 muestran que en los lugares de Laguna de Retana y Escuela de Agricultura de Villa Nueva, respectivamente, solamente se encontró el biotipo "G2" en los cultivos allí estudiados.

Fig. 8.1

Biotipos de *B. tabaci* en el cultivo de ayote de la aldea San Antonio Calvillo, Escuintla, región sur.



Nota: otros biotipos, ausentes.

Fig. 8.2

Biotipos de *B. tabaci* en cultivos de la Laguna de Retana, Jutiapa, región de oriente.

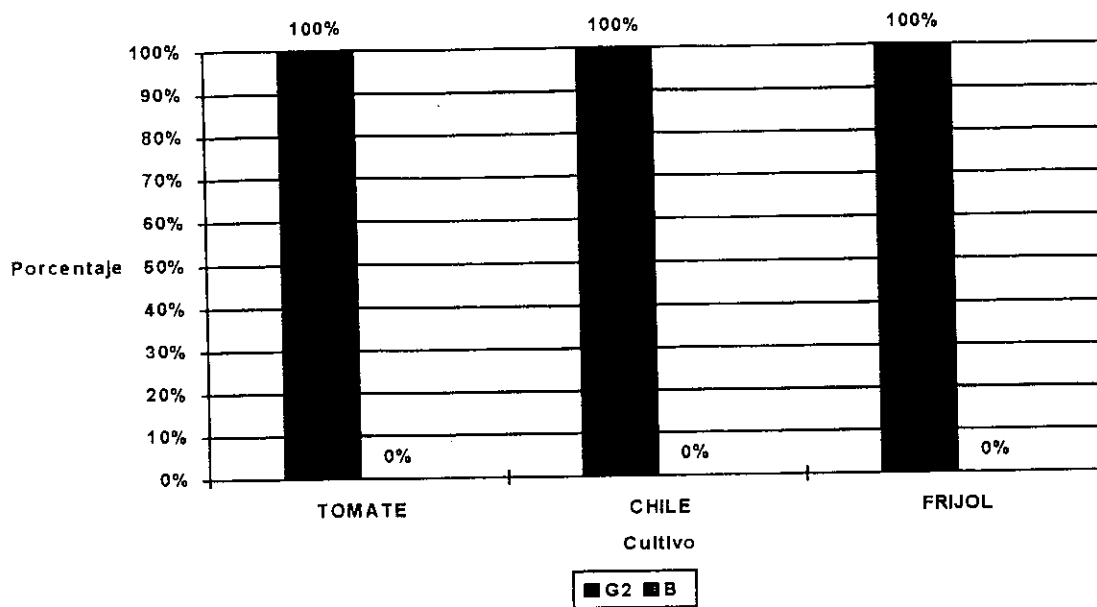
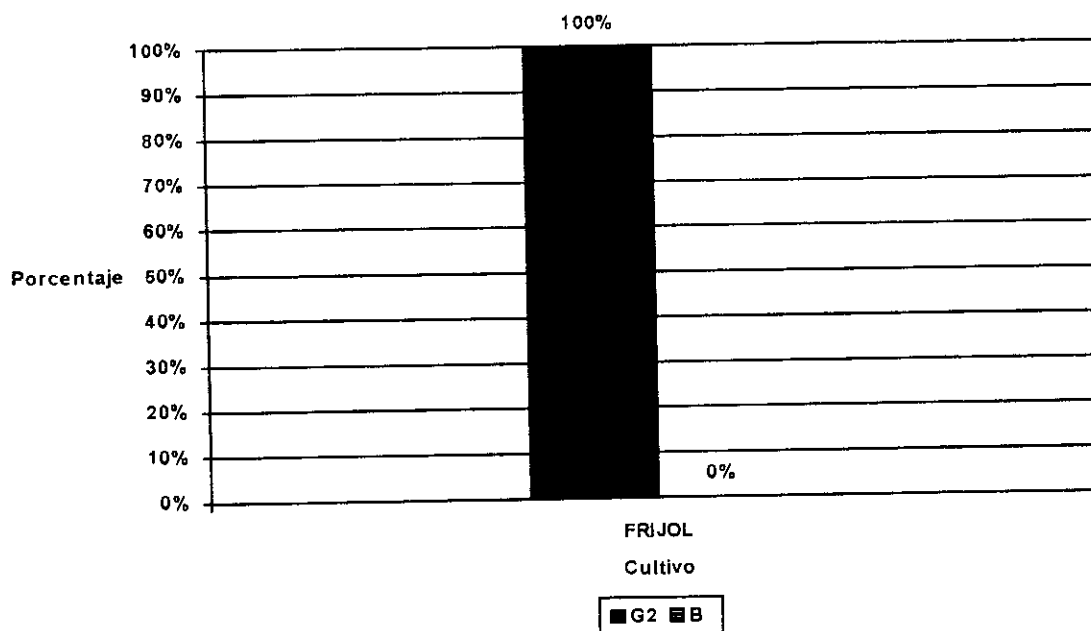


Fig. 8.3

Biotipos de *B. tabaci* en frijol de la Escuela de Agricultura de Villa Nueva, departamento de Guatemala, región del centro.



Nota: otros biotipos, ausentes.

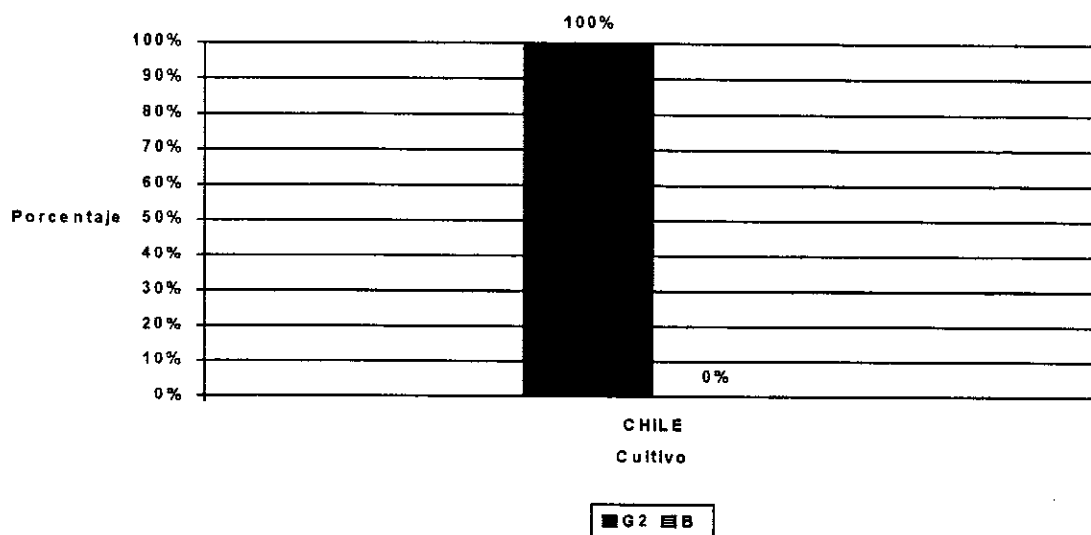
## APENDICE D

### Biotipos de *B. tabaci* por municipio

Las figuras 8.4 y 8.5 muestra los biotipos encontrados en los cultivos de los municipios de Sumpango y Salamá respectivamente. Acá solamente se encontró el biotipo "G2".

Fig. 8.4

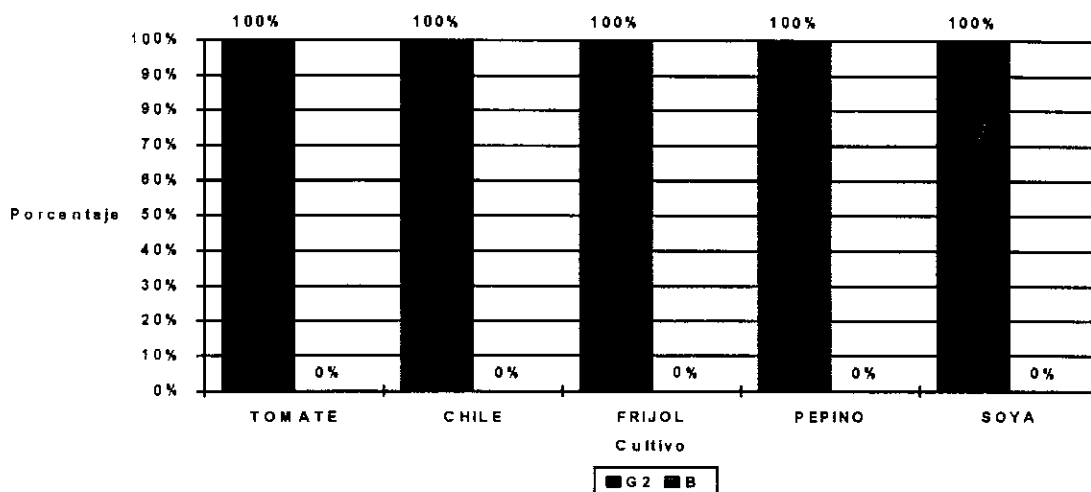
Biotipos de *B. tabaci* en el cultivo de chile en Sumpango, Sacatepéquez, región del centro.



Nota: otros biotipos ausentes.

Fig. 8.5

Biotipos de *B. tabaci* en cultivos de Salamá, Baja Verapaz, región norte.



Nota: otros biotipos, ausentes.

## APENDICE E

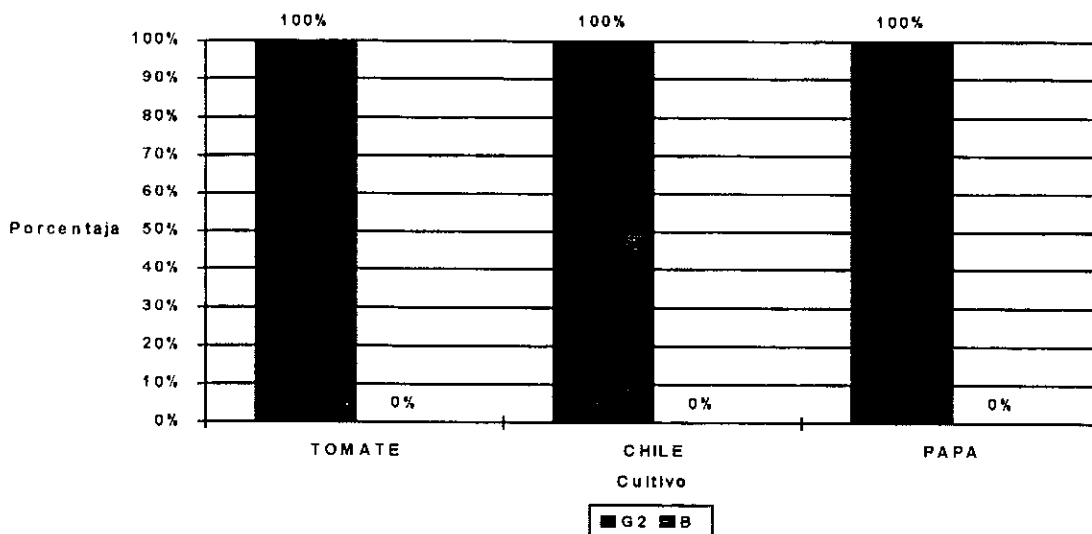
### Biotipos de *B. tabaci* por departamento

Las figuras 8.6 y 8.7 muestran que el biotipo "G2" es el único encontrado en los departamentos de Chimaltenango y Retalhuleu respectivamente.

Fig. 8.6

Biotipos de *B. tabaci* en cultivos del departamento de Chimaltenango, región del centro.

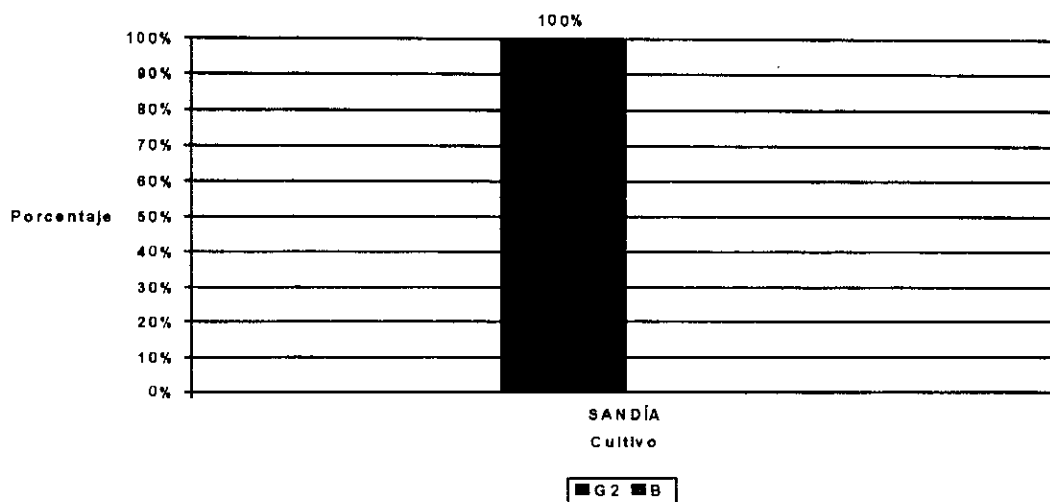
Nota: otros biotipos, ausentes



Nota: otros biotipos, ausentes

Fig. 8.7

Biotipos de *B. tabaci* en el cultivo de sandía del departamento de Retalhuleu, región sur-occidente.

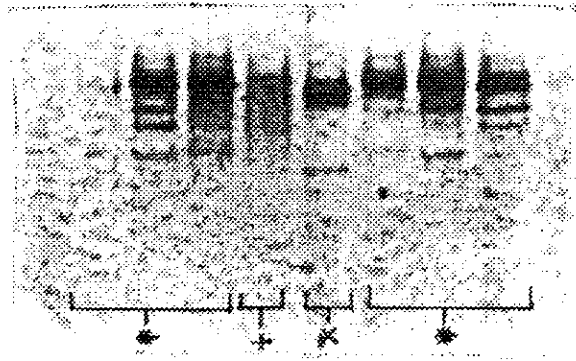


Nota: otros biotipos, ausentes.

## APENDICE F

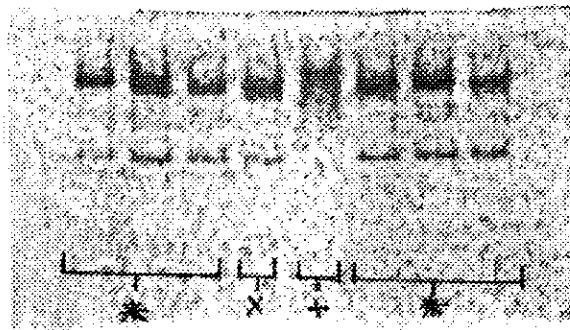
### Geles con los distintos patrones de esterases obtenidos

Gel 1



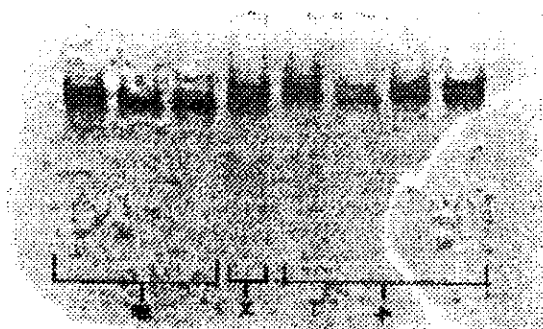
- \* Biotipo "G2". Muestras obtenidas del cultivo de sandía del departamento de Retalhuleu, aldea Nueva Candelaria.
- + Biotipo A. Muestra enviada por la universidad de Arizona
- x Biotipo B. Muestras obtenidas del cultivo de sandía del departamento de Zacapa, Valle de La Fragua.

Gel 2



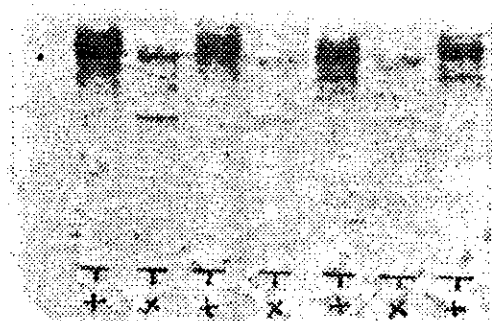
- \* Biotipo "B". Muestras obtenidas del cultivo de tomate del departamento de Zacapa, Valle de La Fragua.
- + Biotipo A. Muestra enviada desde la universidad de Arizona.
- x Biotipo B. Muestras obtenidas del cultivo de sandía del departamento de Zacapa, Valle de La Fragua.

Gel 3



- \* Biotipo "G1". Muestras obtenidas del cultivo de algodón del departamento de Escuintla, finca Jumay
- + Biotipo "G2" (similar al A). Muestra obtenida del cultivo de algodón del departamento de Escuintla, finca Jumay.
- x Biotipo B. Muestras obtenidas del cultivo de melón del departamento de Zacapa, Valle de La Fragua.

Gel 4



- + Biotipo A. Muestra enviada por la universidad de Arizona
- x Biotipo B. Muestra enviada por la universidad de Arizona.

## APENDICE G

Soluciones usadas en el estudio.

### Solución de Tritón-X 100 al 10%

Agregar 10 ml. de Tritón-X 100 a 90 ml de agua destilada.

### Solución de Acrilamida/Bis-Acrilamida

Agregar 36.6 g de acrilamida y 1.0 g de bis-methylene-acrilamida a 75 ml de agua destilada. Después de disolver, completar el volumen a 125 ml. Filtrar la solución a través de un filtro Wathman No. 1 en un frasco limpio y cubierto con papel aluminio. Guardar la solución en un lugar oscuro a 4 grados celsius.

### Buffer de resolución:

A 37 ml de agua destilada agregar 13.6 g de Trizma base y 300 microlitros de Tritón-X al 10%. Disolver ingredientes. Ajustar el volumen a 75 ml. Ajustar el pH a 8.8 con HCl conc. o 1N. Filtrar la solución a través de un papel Wathman No. 1. El tritón-X al 10% se puede agregar después del filtrado. Refrigerar el buffer.

### Persulfato de amonio al 10% (p/v):

Disolver 0.1 g de persulfato de amonio en 1 ml de agua.

### Buffer montaje:

Agregar 6 g de Trizma base y 400 microlitros de Tritón-X al 10% a 60 ml. de agua destilada. Disolver los ingredientes. Ajustar el pH a 6.8 con HCl 1N y completar el volumen a 100 ml. Filtrar como el anterior y refrigerar.

### Gel de separación al 7.5%:

Solución de acrilamida	5 ml
Agua destilada	9.7 ml
Buffer del gel	5 ml
Persulfato al 10%	120 microlitros
TEMED	10 microlitros

### Gel de stacking:

Solución de acrilamida	0.65 ml
Agua destilada	3.05 ml
Buffer de stacking	1.25 ml
Persulfato al 10%	60 microlitros
TEMED	10 microlitros

Buffer de tinción de la esterasa:

6.8 g de fosfato de sodio dibásico p.m. 141.96 a 480 ml de agua destilada mas 4.4 g de fosfato de sodio monobásico de p.m. 137.99 a 320 ml. de agua destilada. El pH de la solución se ajusta a 6.5 con HCL conc.

Buffer de corrida de Tris-Glicina:

2l de agua destilada 9.0 g de Trizma base (p.m. 121.1) 42.4 g de glicina (p.m. 75.07) Esta solución puede ser calentada para ayudar a disolver los componentes. El pH aproximado es de 8.3 pero no se ajusta.

Solución reveladora:

100 ml. de buffer de tinción de la esterasa 0.025 g de acetato de alpha naphthyl 0.0125 g de acetato de beta naphthyl 0,037 g de sal Fast Blue RR

Solución para preservar geles:

30 ml. de agua destilada 25 ml. de metanol 6 ml. de ácido acético 6 ml. de glicerina

Buffer para extracción de la esterasa:

100 ml dH<sub>2</sub>O 1.21 g Trizma base (p.m. 121.1) 0.62 g de ácido bórico 3.38 g EDTA Ajustar el pH a 7.0 con HCL concentrado o NaOH Agregar: 10 g de sucrosa 5g de polivinilpirrolidina 20 microlitros de betamercaptoetanol unos cuantos gramos de azul de bromofenol.

Solución Wilkey's Triple Stain

- Lignin Pink (solución acuosa al 2%)
- Acid Fuchsin (solución acuosa al 2%)
- Erythrosin (solución acuosa al 2%)

La solución se hace mezclando las soluciones anteriores en una proporción de 1:2:1.

