

**UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICE-RECTORIA DE INVESTIGACION Y POST-GRADO**

MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

**INFLUENCIA DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA EN LA
SELECCION DE HOSPEDEROS POR *Bemisia tabaci* Genn.**

POR

RAFAEL ANTONIO MENJIVAR ROSA

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

1998

**INFLUENCIA DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA EN LA
SELECCION DE HOSPEDEROS POR *Bemisia tabaci* Genn.**

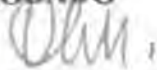
TESIS


Sometida para optar al título de Maestro en Ciencias con especialización en
Entomología Agrícola.


VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe ser obtenido en
la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.

APROBADO







Asesor
Jurado
Jurado

29 JUL 1998

ok. al auto

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por no desampararme y permitirme llevar a feliz término mis estudios.

Al Dr. Cheslavo A. Korytkowski, por sus acertadas sugerencias para el presente trabajo y ser un modelo del Maestro abnegado y paciente; pero sobretodo, su amistad sincera y confianza en mí.

A los Doctores Dora Quiroz y Daniel Emmen, por sus valiosas observaciones en pro del mejoramiento del presente estudio y la amistad brindada

Al Ing. Agr. Msc. José Miguel Sermeño Chicas, por todo su apoyo e influir en mi formación profesional.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), por haberme brindado la oportunidad de realizar estudios de Post-grado y por la colaboración y apoyo recibido por su personal en Costa Rica.

Al Dr. Pedro Him y la Ing. Agr. Gladys de Gutierrez, del IDIAP de Divisa, por facilitarme las líneas de tomate utilizadas en la investigación.

Al Dr. Orencio Fernández, por su ayuda al establecimiento de la cría de *B. tabaci* y la literatura proporcionada.

Al Ing. Agr. Juan Cedeño, por su colaboración en la obtención de semillas de tomate, para su evaluación en el presente estudio.

A mi familia y a todas las personas que hicieron posible la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A mis Padres, hermanas, cuñado, sobrinos y a la abuela, por su gran amor, paciencia conmigo y su apoyo para nunca desfallecer.

A Karla Cantarero, por su amor y paciencia, en los momentos mas dificiles.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
SUMMARY	1
CAPITULO I INTRODUCCION	2
CAPITULO II ANTECEDENTES	4
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS	10
1. Ubicación del experimento	10
2. Establecimiento de las colonias de mosca blanca	10
3. Establecimiento de las poblaciones de mosca blanca en el área de ensayos	11
4. Producción de plantas utilizadas en los ensayos	13
4.1. Plantas Cultivadas	13
4.2. Plantas silvestres utilizadas en el estudio	14
5. Pruebas de selección de hospederos por <i>B. tabaci</i>	15
5.1. Plantas con diferente pubescencia foliar	15
5.2. Evaluación del efecto de la forma de la hoja	31
5.3. Plantas con crecimiento rastrero vrs. plantas con crecimiento erecto	32
6. Procesamiento de la información obtenida	34
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION	36
A. Resultados de la influencia de la pubescencia de la hoja sobre <i>Bemisia tabaci</i> genn.	36
A1. Diferencias morfológicas y estructurales entre líneas y especies	36
a. Tricomas por planta	36
a1. Tricomas por estrato de planta	38
a2. Tricomas simples y glandulares por foliolo de hoja	40
a3. Tricomas simples y glandulares por ubicación en el limbo del foliolo	40
a4. Tricomas de <i>S. rhombifolia</i> y <i>S. acuta</i>	41
b. Area foliar por planta	42
c. Forma de la hoja	43
d. Número de hojas por planta	43
e. Altura de planta	44
f. Temperatura y humedad de la hoja	46
A2. Semejanzas y diferencias morfológicas entre plantas	48
A3. Efecto de las diferencias en la arquitectura de la planta sobre la incidencia de <i>B. tabaci</i>	51
a. Adultos de <i>Bemisia tabaci</i> por planta	51
a.1. Adultos en el primer recuento	51
a.2. Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> hasta el tercer recuento	55
a.3. Promedio de adultos totales	57
B. Efecto de la forma de crecimiento de la planta sobre <i>B. tabaci</i>	73
CAPITULO V CONCLUSIONES	75
CAPITULO VI RECOMENDACIONES	77
CAPITULO VII BIBLIOGRAFIA	78

INDICE DE CUADROS

CUADRO I.	LÍNEAS DE TOMATE OBTENIDAS EN EL IDIAP DE DIVISA	14
CUADRO II.	TRICOMAS SIMPLES Y GLANDULARES POR POSICIÓN DE FOLÍOLO EN HOJA	41
CUADRO III.	TRICOMAS SIMPLES Y GLANDULARES POR UBICACIÓN EN LIMBO DE FOLÍOLO . . .	42
CUADRO IV.	TEMPERATURA DE MICROAMBIENTE POR PLANTA	46
CUADRO V.	HUMEDAD DE HOJA POR PLANTA	47
CUADRO VI.	MATRIZ DE CARACTERES MORFOLÓGICOS ENTRE LAS PLANTAS RECUENTO 1. . .	48
CUADRO VII.	MATRIZ DE CARACTERES MORFOLÓGICOS RECUENTO 3.	49
CUADRO VIII.	MATRIZ DE CARACTERES MORFOLÓGICOS HASTA RECUENTO FINAL	50
CUADRO IX:	NINFAS PARASITADAS Y SANAS POR PLANTA	71

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1: (A) Casa de mallas usada para la cria de <i>B. tabaci</i> y mantenimiento de plantas; (B) Materiales y dimensiones usados para la construcción de las casas de mallas	12
Fig. 2: Area de experimentación contigua al edificio del Programa de Maestría en Entomología	13
Fig. 3: (A) <i>Sida acuta</i> , botón floral; (B) envés de la hoja	16
Fig. 4: <i>Sida rhombifolia</i>	17
Fig. 5: Semilleros de tomate en cajas de huevos	18
Fig. 6: Jaulas usadas para el mantenimiento de plantas de tomate	19
Fig. 7: Cluster de asociación de plantas con diferentes grados de pubescencia foliar	19
Fig. 8: Foliolos de las líneas (A) GALA y (B) HYPEEL-108.	22
Fig. 9: Foliolos de líneas (C) 1T-7 y (D) 1T-5.	23
Fig. 10: Foliolos de líneas (E) HMX-6796 y (F) CACHILI.	24
Fig. 11: Foliolos de líneas (G) 4-A y (H) CARIBE-12.	25
Fig. 12: (A) Tricoma simple y (B) glandular encontrados en hojas de tomate.	26
Fig. 13: Delimitación de parcelas en el área de estudio	28
Fig. 14: Distribución de plantas en el área de estudio	28
Fig. 15: Recuento de adultos de <i>B. tabaci</i> en el área de estudio.	29
Fig. 16: Recuento de ninfas en el área de estudio.	29
Fig. 17: Registro de temperatura por estrato de planta	30
Fig. 18: (A) Tricomas de <i>Sida rhombifolia</i> y (B) tricomas de <i>Sida acuta</i>	33
Fig. 19: Ensayo de plantas creciendo en diferente forma (horizontal y vertical)	35
Fig. 20: Densidad de Tricomas simples y Glandulares en las hojas de las líneas de tomate	37
Fig. 21: Cluster de asociación entre plantas según densidad de tricomas.	38
Fig. 22: (A) Promedio de tricomas simples y (B) glandulares en hojas por estrato de planta	39
Fig. 23: Promedio de área foliar por planta	42
Fig. 24: Número de Hojas por Planta	43
Fig. 25: Promedios de Altura Alcanzados por Planta	45
Fig. 26: Cluster de asociación de plantas basado en la matriz del recuento 1	49
Fig. 27: Cluster de asociación de plantas basado en la matriz de recuentos 1-3	50

Fig. 28: Cluster de asociación entre plantas basado en la matriz del recuento final	51
Fig. 29: Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> en el recuento 1.	52
Fig. 30: Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> por bloque en el recuento 1	52
Fig. 31: Adultos totales de <i>B. tabaci</i> en el recuento 1.	53
Fig. 32: Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> en los recuentos 1-3.	55
Fig. 33: Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> por bloque en los recuentos 1-3	56
Fig. 34: Total de adultos de <i>B. tabaci</i> en los recuentos 1-3	57
Fig. 35: Promedio total de adultos de <i>B. tabaci</i> en las diferentes líneas y especies de plantas	58
Fig. 36: Promedio total de adultos de <i>B. tabaci</i> por bloque	58
Fig. 37: Total de adultos de <i>B. tabaci</i> en el recuento final	59
Fig. 38: Dinámica poblacional de <i>B. tabaci</i> durante el ensayo	62
Fig. 39: Total de ninfas de <i>B. tabaci</i> registrados en el recuento final	63
Fig. 40: Regresión lineal entre el promedio de tricomas simples y el promedio total de ninfas	66
Fig. 41: Regresión lineal entre el promedio de altura de líneas de tomate y el promedio de adultos.	67
Fig. 42: Aspecto de las plantas de diferentes líneas y especies al final del ensayo.	68
Fig. 43: Promedio de parasitoides adultos por planta.	69
Fig. 44: (A) <i>Eretmocerus</i> sp y (B) <i>Signiphora</i> sp.	70
Fig. 45: Promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> parasitadas por planta.	71
Fig. 46: Distribución de ninfas de <i>B. tabaci</i> por estrato de planta	72
Fig. 47: Comparación de número de ninfas de <i>B. tabaci</i> según forma de crecimiento de planta	74

RESUMEN

La influencia de la pubescencia de la hoja, forma de la hoja y forma de crecimiento de la planta, sobre la selección del hospedero por *Bemisia tabaci* Genn., fue estudiada desde febrero de 1997 a mayo de 1998. El estudio se inició con el establecimiento de una colonia de dicho insecto, en una "casa de mallas". En la prueba de pubescencia de la hoja, se emplearon ocho líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) las cuales fueron elegidas en base a la densidad de tricomas. Para evaluar la influencia de la forma de crecimiento, se utilizó una línea comercial de tomate y para el efecto producido por la forma de la hoja, se trabajó con dos especies de *Sida*. Todas las plantas fueron mantenidas en "casa de mallas" y cuando alcanzaron el 80% de la floración, fueron expuestas a *B. tabaci*, en un diseño de bloques completos aleatorizados. Se encontró que probablemente la atraktividad inicial de adultos del insecto pudo deberse a algún factor no analizado tales como la presencia de metabolitos secundarios o alguna asociación bioquímica. Curiosamente, las líneas de tomate más apetecidas por los adultos no fueron aceptadas para la oviposición; fueron aquellas líneas con mayor pubescencia. La escasa pubescencia y pobre desarrollo de tricomas glandulares, pareció coincidir con la menor atraktividad de adultos y menor aceptación por las hembras para la oviposición.

Las plantas de *Sida*, no mostraron una marcada diferencia en cuanto a la forma de la hoja, por lo que la mayor o menor atracción de adultos puede ser atribuida al tipo y arreglo de tricomas que posee cada una.

En el estudio de la forma de crecimiento de la planta, hubieron problemas de mortalidad de plantas, aunque no tuvo validez estadística, aquellas plantas que crecieron horizontalmente, soportaron una mayor cantidad de ninfas y adultos, que las que crecieron en forma vertical.

SUMMARY

The influence of leaf pubescence, leaf form and plant growth form on host plant selection by *Bemisia tabaci* Genn., was studied from february 1997 to may 1998, under greenhouse conditions. For the pubescence test, were employed eight lines of tomato (*Lycopersicon esculentum*), with different trichomes densities; the growth form, was evaluated with a commercial line of tomato. Leaf form, was studied using two *Sida* species. All plants were reared under greenhouse conditions until there was 80% of bloom, then were exposed to *B. tabaci*, in a completely randomized blocks design, finding that probably the initial attraction of adults, was initiated by a factor that was not included in the study such as secondary metabolites, or a biochemical association, etc. Curiously the most desirable tomatoes plants for adults were not accepted for oviposition, but those with dense pubescence. Lack of pubescence and poor develop of glandular trichomes, seems to agree with the minor attractability of adults and no acceptance by females.

The two *Sida* species, did not show remarkable difference in leaf form, so that, the low or high number of adults and nymphs attracted to the plants, possibly was caused by type and arrangement of trichomes that each *Sida* species had.

Regarding the growth form test, there were plant mortality problems, however, plants growing horizontally had greater numbers of adults and nymphs than those growing vertically.

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La “mosca blanca” (*Bemisia tabaci* Genn.), es una plaga mundial que afecta a muchos cultivos. El daño que ocasiona puede ser directo, ya que tanto las ninfas como los adultos se alimentan de la savia y en grandes poblaciones pueden causar la muerte de la planta, además que la excreción de mielecilla sirve como medio para el desarrollo de hongos (*Capnodium* sp). Por otro lado ocasionan daño indirecto, por medio de la transmisión de enfermedades viróticas (van Lenteren y Noldus 1990 En: Liedl *et al.* , 1995 y McAuslane, 1996).

Las moscas blancas son importantes vectores de geminivirus patógenos a través de todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo y *B. tabaci*, es reconocida como el vector más importante, aunque actualmente se considera a *B. argentifolii* Bellows & Perring, como el más eficiente transmisor de virus (McAuslane, 1996 y Costa *et al.* , 1991)

Desde 1980, la “mosca blanca”, ha sido responsable por pérdidas substanciales de rendimiento en muchos cultivos, incluyendo algodón (*Gossypium hirsutum*) y cucurbitáceas en el Suroeste de los Estados Unidos (Johnson *et al.* 1982 En: Blua *et al.*, 1995). En América tropical, *B. tabaci* representa un severo problema fitosanitario en varios cultivos, como el frijol (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), Chile dulce (*Capsicum annuum*), melón (*Cucumis melo*), pepino (*Cucumis sativus*) y algodón (*G. hirsutum*) (Brown 1990 y Hilje y Arboleda 1993 En: Hilje 1996).

El daño ocasionado al cultivo de tomate (*L. esculentum*), es económicamente substancial, ya que las normas de calidad dejan poco espacio para el daño cosmético, requiriendo que la industria dependa grandemente del uso de agroquímicos. El control químico, es difícil de lograr debido a la distribución del insecto en la planta (en envés de las hojas), su alta tasa de reproducción (ciclo de vida corto) y su rápida habilidad para desarrollar

resistencia a los químicos (Farrar y Kennedy 1991 En: Liedl *et al.* 1995, Byrne y Bellows 1991 En: Hilje, 1996 y Butler *et al.* 1986).

Métodos alternativos de manejo para complementar o reemplazar el control químico han sido estudiados. Entre estos se tiene el empleo de variedades resistentes, insecticidas menos tóxicos y selectivos, prácticas culturales, control biológico (usando enemigos naturales), combinando tácticas y estrategias (Manejo Integrado de Plagas), etc., aunque el desarrollo de estrategias de manejo efectivas para un complejo vector/virus, requiere de un entendimiento de los mecanismos involucrados en la selección de hospederos y patrones de dispersión del insecto vector (Liu y Stansly 1995, McAuslane *et al.*, 1995 y Costa *et al.* 1991).

Muchos de los estudios realizados, correlacionan los niveles poblacionales de *B. tabaci* con características de la planta, presumiblemente responsables de la resistencia, como la dureza de las hojas, superficies cerosas y la arquitectura de la planta (Puri *et al.* 1995 En: McAuslane, 1996, Elsey *et al.* 1994 En: McAuslane, 1996, Sippell *et al.* 1987 En: McAuslane, 1996 y Butler *et al.* 1986)

El término “arquitectura”, ha sido empleado para una variedad de atributos de la planta, tales como el tamaño, diseño y complejidad estructural (Lawton, 1983).

En este trabajo, se pretende establecer el efecto de tres componentes de la arquitectura de la planta (forma de la hoja, forma de crecimiento de la planta y pubescencia de la hoja), sobre la selección de hospederos por parte de *B. tabaci*, usando nueve líneas de tomate (*L. esculentum*) y dos especies de *Sida*: *acuta* y *rhombofolia*.

CAPITULO II
ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

Smith (1989), Bernays y Chapman (1994), Denno y Donnelly (1981 En: Southwood, 1986), Coley (1981 En: Southwood, 1986), Southwood (1986 En: Southwood y Juniper, 1986) y Pedigo (1996), indican que la no preferencia y antixenosis, denotan la presencia de factores morfológicos o químicos de la planta que alteran la conducta del insecto, resultando en la selección de una planta hospedera alterna; de este modo, las barreras físicas tales como capas epidermales engrosadas, hojas y tallos con cobertura de cera o tricomas, pueden forzar a los insectos a abandonar sus esfuerzos por alimentarse de una u otra planta hospedera y los tricomas sobre la superficie de la hoja, pueden influenciar la adherencia de los insectos.

Bernays y Chapman (1994), Metcalf y Luckmann (1994) y Southwood (1986 En: Juniper y Southwood, 1986), señalan que los tricomas también previenen la oviposición de algunas especies de insectos sobre las plantas, pero en otros casos tienen un valor positivo para los insectos.

Curtiss y Lersten (1978 En: Jeffrey, 1986), ven la posibilidad de que las capas de tricomas impongan barreras físicas sobre insectos fitófagos, protegiendo hojas jóvenes y brotes.

Kennedy *et al.* (1981 En: Southwood, 1986) y Wellso y Hoxie (1982 En: Southwood, 1986), sostienen que la humedad, duración del día y otros factores, pueden servir de estímulo para las diferentes densidades de tricomas y para las variaciones en los niveles de secreción.

Obrycki (1986 En: Boethel y Eckenbary, 1986) y Price (1986 En: Boethel y Eckenbary, 1986), concluyen que las plantas proveen protección física a los herbívoros de sus enemigos, ya que muchos rasgos físicos de las plantas influyen en la disponibilidad de los herbívoros a sus enemigos.

Bilderback y Mattson (1977 En: Southwood, 1986), encontraron que las moscas blancas son más abundantes sobre poinsetias con largos tricomas, ya que esto posiblemente previene la remoción por sus enemigos naturales.

Gerling (1966 En: Obrycki, 1986), reportó que la tasa de parasitismo de *Encarsia formosa*, se relaciona inversamente a la densidad de la pubescencia del hospedero de mosca blanca.

Kareiva y Sahakian (1990 En: Marquis y Whelan, 1996), argumentan que el forrajeo de insectos parasitoides y depredadores es influenciado por la morfología de la planta. Hulpas-Jordan y van Lenteren (1978 En: Price, 1986), estudiando el control biológico de mosca blanca por *Encarsia formosa* sobre pepino (*Cucumis sativus*) en invernaderos, en Holanda, encontraron que la búsqueda por parte de los parasitoides era lenta, debido a la densidad de tricomas, que impiden su movimiento; además, los tricomas tienden a retener mielecillas de mosca blanca, la cual se pega al cuerpo de los parasitoides, por lo que estos pasan mucho tiempo acicalándose, disminuyendo de esta forma el tiempo de búsqueda.

Milliron (1940 En: Obrycki, 1986), observó que la tasa de parasitismo de la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) por parte de *Encarsia formosa*, fue mas baja en plantas con alta densidad de tricomas glandulares y que las secreciones atraparon a numerosos adultos parasitoides.

Obrycki (1986), afirma que los tricomas glandulares de varios cultivos (pepino, tabaco y tomate) interfieren con el movimiento de larvas de Chrysopidae y Coccinellidae, debido a la carencia de adhesión de las secreciones anales que sirven de locomoción en la superficie de la hoja.

Southwood (1986 En: Juniper y Southwood , 1986), señalan que los exudados de los tricomas glandulares y otras señales químicas de la superficie de la hoja son repelentes para algunos insectos y puedan

funcionar como atrayentes para otros, ya que contienen varios componentes, tales como: fenoles, tridecadona, farnesano y alcaloides.

Bernays y Chapman (1994), sostienen, que en ciertas plantas los tricomas glandulares producen un exudado pegajoso, el cual atrapa pequeños insectos, previniendo su establecimiento en la hoja.

Jeffrey (1986 En: Juniper y Southwood , 1986), establece que los tricomas tipo "A" con cabeza tetra celular están presentes en varias especies de solanáceas, incluyendo *Lycopersicon* spp., los cuales liberan un exudado pegajoso cuando son rotos por los insectos. Duffey (1986 En: Juniper y Southwood , 1986), afirma que se ha demostrado claramente que los tricomas tipo VI ("A"), estuvieron involucrados parcialmente en la resistencia de un número de especies de *Lycopersicon* (*esculentum*, *pennelli*, etc), a una variedad de artrópodos. Gentile *et al.* (1968 En: Duffey, 1986), encontraron que en *Lycopersicon* spp., los tricomas tipo VI le confirieron resistencia a la planta contra moscas blancas, pues la densa vestidura de tricomas glandulares sobre el follaje se convirtió en una trampa mortal para estos pequeños artrópodos y este hecho pareció ser el mayor factor de restricción para el establecimiento de poblaciones de *Trialeurodes vaporariorum* en el follaje de *L. hirsutum* y *L. pennelli*.

Mound (1965 En: Butler *et al* 1986), encontraron en Sudán, que variedades de algodón con hojas pubescentes, tuvieron poblaciones más grandes de *B. tabaci* que en variedades de algodón con hojas glabras y observó que los huevos no fueron puestos sobre las hojas más jóvenes, en los cultivares más pubescentes.

Butler *et al* (1984 En: Butler *et al*, 1986), reportan que en Arizona, ocho cultivares de algodón con hojas glabras tuvieron significativamente menos adultos de *B. tabaci* que cultivares semi pubescentes y pubescentes. Flint and Parks (1990 En: McAuslane *et al.*, 1995) y Wilson *et al.* (1993 En: McAuslane *et al.*, 1995), detallan que algodón con hojas glabras, soportó las menores poblaciones de *B. tabaci* que aquellos moderadamente pubescentes y pubescentes (12-200 tricomas por cm²); sin embargo, Wilson *et al.* (1993 En:

McAuslane, 1995), observaron que plantas de algodón con hojas glabras no sostuvieron tantas moscas blancas que el altamente pubescente *Gossypium raimondi* Ulbrich, con más de 600 tricomas por cm².

McAuslane *et al.* (1995), en un experimento de campo sobre preferencia de oviposición entre soya (*Glycine max*) y mani (*Arachis hypogaea* L.), hallaron bajas poblaciones de *B. tabaci* en soya con hojas glabras, indicando antixenosis parcial o no preferencia para la ovoposición, como un mecanismo de resistencia y más grandes poblaciones de inmaduros del mismo insecto en soya hirsuta y pubescente, que en soya y mani con hojas glabras.

Walker y Perring (1994 En: Liedl *et al.*, 1995), afirman que la oviposición es el mejor indicador de la aceptación de la planta hospedera que la alimentación, para *Bemisia argentifolii*.

McAuslane (1996), determinó que cuando *B. argentifolii* fue expuesta a isolíneas de soya en una situación de selección, significativamente menos huevos fueron puestos en la isolínea glabra, que en las isolíneas pubescentes.

Heinz y Zalom (1995), encontraron que la tasa de oviposición más alta de *B. argentifolii*, ocurrió en plantas de tomate con alta densidad de tricomas, en comparación con cultivares con hojas menos pubescentes. Esto sugiere, que el uso de cultivares relativamente glabros, debería disminuir la tasa de crecimiento poblacional, ya que la tasa de ovoposición de las hembras disminuye.

Ohnesorge *et al.* (1980 En: McAuslane, 1996) y Liu y Stansly (1995 En: McAuslane, 1996), observaron que en general, *B. argentifolii* ovipositó más a menudo sobre las hojas más jóvenes que en las más viejas, de muchas plantas, incluyendo tomate.

Ohnesorge *et al.* (1980 En: McAuslane, 1996), determinaron que pocos huevos fueron ovipositados por *B. tabaci* en las hojas mas jóvenes de tomate y berenjena, las cuales estaban cubiertas con tricomas glandulares y no glandulares.

Horowitz (1986 En: Morales, 1997) y Hilje *et al.* (1992 En: Morales, 1997), indican que los adultos de *B. tabaci* migran cuando el cultivo inicia su senescencia, debido posiblemente a que las plantas senescentes resultan poco atractivas por su aspecto o baja calidad nutritiva.

Noldus *et al.* (1995 En: McAuslane, 1996) reportan que los adultos de *Trialeurodes vaporariorum* emergidos de las hojas inferiores viejas, de plantas de tomate, se trasladaron a las mas jóvenes de la misma planta u otras adyacentes. Gameel (1974), explica que la hembra de *B. tabaci* oviposita sus primeros huevos en las hojas inferiores, pero al emerger los adultos, se trasladan a las hojas superiores jóvenes de la misma planta u otra vecina, en donde la oviposición es comparativamente mayor que en las hojas viejas, las cuales los adultos no infestan más.

Castresana *et al.* (1983), Observaron que la máxima ovoposición de las hembras de *T. vaporariorum* en tomate, ocurrió en las últimas hojas jóvenes y relativamente desarrolladas del estrato medio. Liu y Stansly (1995), señalan que *B. argentifolii* prefirió ovipositar en hojas jóvenes que en las viejas, aunque esta preferencia fue invalidada al revertir la posición normal de las hojas, esto es, ubicando las hojas viejas en posición superior y las jóvenes en posición inferior, mediante la colocación de las hojas en viales con agua, fijadas a estacas de bambú.

Turnipseed (1977), estudiando la influencia de las variaciones de tricomas sobre las poblaciones de pequeños insectos fitófagos en soya (*Glycine max*), no encontró respuesta consistente por parte de *Trialeurodes abutilonea* a las variaciones en la densidad de tricomas.

Morales (1997), investigando resistencia de cultivares de melón (*Cucumis melo*) al ataque de *B. tabaci*, encontró que no hay relación aparente entre la pubescencia de las hojas y la presencia de los diferentes estadios de mosca blanca, por lo que alguna característica interna de la planta estuvo más relacionada con la preferencia para ovipositar. Esto indica que la resistencia de la planta al ataque del insecto a lo largo del ciclo del cultivo, tiene más aplicación que las características morfológicas externas de la planta.

Bach (1981), estudiando la forma de crecimiento de plantas de pepino (*Cucumis sativus*) y el efecto en la abundancia y preferencia alimenticia de *Acalymma vittata* (Coleoptera: Chrysomelidae), descubrió que números mayores del insecto se encontraron en las plantas creciendo verticalmente en estacas, que en aquellas creciendo horizontalmente.

Fowler (1982 En: Lawton, 1983) y Lawton (1979 En: Lawton, 1983), mencionan que diferentes especies de Umbelliferae Británicas, difieren en el tamaño y forma de sus hojas y esto aparentemente influencia la riqueza de especies de moscas minadoras Agromyzidae encontradas; ya que especies con hojas finamente divididas, tienen una fauna de estos insectos relativamente empobrecida, comparadas con aquellas plantas cuyas hojas son anchas y enteras.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y METODOS.

1. Ubicación del experimento.

Este estudio se inició en febrero de 1997, y se llevo a cabo, en las instalaciones del insectario del programa de Maestría en Entomología Agrícola de la Universidad de Panamá, ubicado a 48 m.s.n.m. y cuyas coordenadas geográficas son latitud 08°57'55" y longitud 79°32'01", estableciendo una colonia de *B. tabaci*, en una casa de mallas y en otra casa de mallas construida en forma similar, se dedicó a la producción y mantenimiento de plantas a ser usadas en los ensayos. Ambas casas de mallas estuvieron ubicadas en la zona aledaña a dicho insectario. Los ensayos definitivos se ubicaron en febrero de 1998 en el área verde del edificio gemelo del Programa de Maestría en Entomología, ubicado también a 48 m.s.n.m.

2. Establecimiento de las colonias de mosca blanca

Los adultos y ninfas de *B. tabaci* se colectaron en campos de cultivo de zapallo (*Cucurbita pepo*) y pepino (*Cucumis sativus*) de las parcelas experimentales del IDIAP de Divisa, Provincia de Herrera, los cuales estaban infestados con esta plaga. En vista de que las poblaciones encontradas en estos cultivos fueron bajas debido a las constantes lluvias torrenciales, se solicitó al Dr. Orencio Fernández un pie de cria de este insecto. Este pie de cria se multiplicó y sirvió como fuente de insectos y así contar con una colonia lo suficientemente numerosa, para ser utilizada en las diferentes pruebas que se llevaron a cabo.

Se construyó una casa de mallas, con el fin de reproducir *B. tabaci*. Esta consistió de una armazón construida de tubos de PVC y se recubrió con tela "organdi" blanca, con 13 hilos por 4.91 cm². (Fig. 1). Dentro de esta estructura, se colocaron plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y de berenjena (*Solanum melongena*), para la reproducción de este insecto. A medida que la colonia iba creciendo en número, se

adicionaban plantas de los cultivos antes mencionados, plantados en bolsas plásticas negras 12"x 32", del tipo usadas en la producción de plantones forestales, para facilitar el manejo de las mismas.

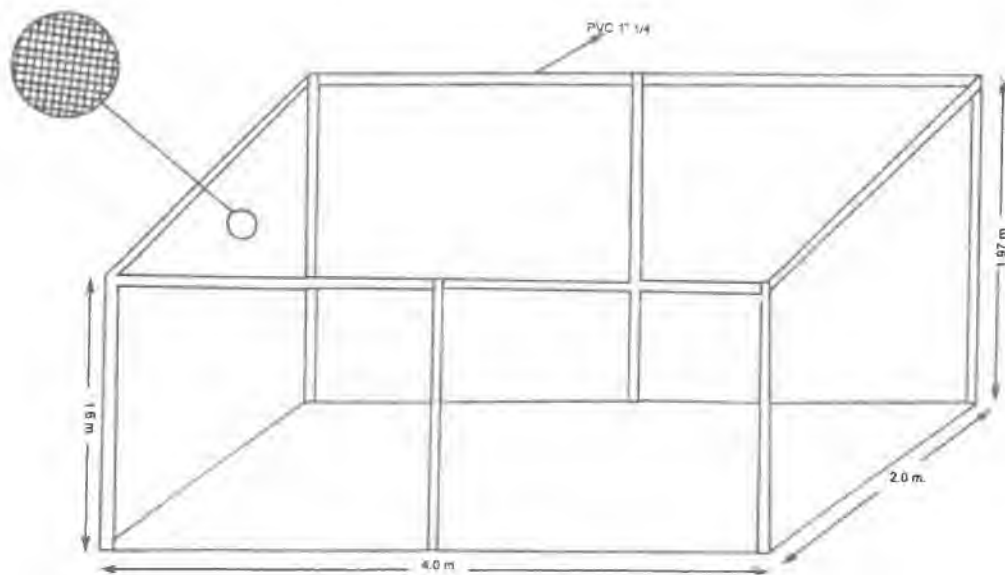
3. Establecimiento de las poblaciones de mosca blanca en el área de ensayos.

Debido a que no se contaba con suficiente espacio en el área contigua al insectario para realizar los ensayos, se decidió utilizar el área verde contigua al nuevo edificio del Programa de Maestría en Entomología, Frente al Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá (Fig. 2).

Primeramente, se trasladaron plantas de *Sida acuta* y *S. rhombifolia*, tomate (*Lycopersicon esculentum*) y berenjena (*Solanum melongena*), a dicha área verde. Seguidamente, se trasladaron plantas infestadas con adultos y ninfas de mosca blanca desde la casa de mallas ubicada en el insectario ya mencionado. Las plantas infestadas con adultos y ninfas eran colocadas junto con plantas no infestadas a fin de que se multiplicaran, para contar con una población alta al momento de establecer los ensayos. Las plantas se sustituían al estar deterioradas o se colocaban más a medida que se observaba un incremento poblacional del insecto.



A.



B.

Fig. 1: (A) Casa de mallas usada para la cría de *B. tabaci* y mantenimiento de plantas;

(B) Materiales y dimensiones usados para la construcción de las casas de mallas.



Fig. 2: Area de experimentación contigua al edificio del Programa de Maestría en Entomología.

4. Producción de plantas utilizadas en los ensayos.

4.1. Plantas Cultivadas.

Se trabajó con 14 líneas de tomate, las cuales fueron obtenidas en el IDIAP de Divisa (Provincia de Herrera). Estas semillas, fueron mantenidas en refrigeración, para tratar de prolongar su viabilidad, aunque esta no fue de un 100%.

CUADRO I. LÍNEAS DE TOMATE OBTENIDAS EN EL IDIAP DE DIVISA.

Número	Líneas/especies de tomate
1	4-A
2	HMX-5819
3	IT-5
4	CARIBE 12
5	<i>Lycopersicon peruvianum</i>
6	DINA
7	P-116
8	IDIAP CACHILI
9	<i>L. hirsutum</i>
10	IT-7
11	HYPEEL- 108
12	GALA
13	HMX-6796
14	<i>L. pinpinelifolium</i>

1. Plantas silvestres utilizadas en el estudio.

Se trabajó con dos especies de malváceas: *Sida acuta* y *S. rhombifolia*, las cuales fueron colectadas, en Cairito (Distrito de La Chorrera), “Ciudad del Arbol” (Provincia de Panamá) y el Parque Nacional “Cerro Campana” (Distrito de Capira). Las plántulas eran extraídas del suelo con la ayuda de un cuchillo, tratando de obtener la raíz completa e intacta. Luego, eran colocadas en bolsas plásticas negras conteniendo tierra húmeda, para ser transportadas al insectario del Programa de Maestría. Cuando alcanzaron la etapa de floración, fueron podadas y a partir de este momento, se contaron los días que se tardaba en producir una nueva floración, tratando que esta coincidiera con la floración de las líneas de tomate y finalmente, se escogieron las siete mejores plantas de cada especie, para ser usadas en el ensayo.

Para la identificación de ambas especies de *Sida* en el campo, se usó como referencia Robyns (1965). Se encontró que en *S. rhombifolia* la longitud del pedúnculo de la flor, es mayor que 3.5 cm., con el has de la hoja verde oscuro y el envés pálido; mientras que en *S. acuta*, la longitud del pedúnculo de la flor es menor de 3.5 cm., con el has y el envés de las hojas verde oscuro (Figura.3 y 4). Como las plántulas no presentaban

floración, se usó el criterio de la coloración foliar para separar ambas especies y poder sembrarlas individualmente en bolsas plásticas, para su desarrollo; sin embargo, la separación definitiva se logró cuando estas alcanzaron la fase de floración.

5. Pruebas de selección de hospederos por *B. tabaci*

5.1. Plantas con diferente pubescencia foliar.

Las semillas de diferentes líneas y/o variedades de tomate obtenidas en el IDIAP, se plantaron en cajas de huevos, conteniendo arena de mar (Fig. 5), la cual fue lavada con agua dentro de un tanque, a fin de eliminar el exceso de salinidad. Para comprobar que el lavado era efectivo, se procedió a tomar una muestra de la arena ya lavada y se analizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, a fin de analizarla, determinándose que contenía menos de 4600 ppm. de Na, lo que no representaba ningún riesgo para el desarrollo del tomate.



A.



B.

Fig. 3: (A) *Sida acuta*, botón floral; (B) envés de la hoja.



A.



B.

Fig. 4. *Sida rhombifolia*, (A) Botones florales; (B) envés de la hoja.



Fig. 5: Semilleros de tomate en cajas de huevos

Después de 12 días de sembradas las semillas, las plántulas eran trasplantadas a vasos desechables de “form” (espuma plástica) que contenían una mezcla 1:1 de suelo y arena de mar lavada. Después, los vasos fueron rotulados con el nombre de cada línea y/o variedad y se ubicaron dentro de jaulas de 0.60x0.60x0.60 m. recubiertas con tela organdí blanca (Fig. 6), para permitir un desarrollo libre de insectos indeseables.

Finalmente, se esperó a que las plantas de tomate y *Sida* alcanzaran la fase de floración con el objeto de tener un estado fenológico uniforme, para hacer un recuento de tricomas en el envés de un foliolo de una hoja del estrato superior y otra del estrato medio. Se realizaron 10 conteos en zigzag sobre el envés de las hojas, bajo el microscopio estereoscópico, en un área de 0.785 cm² (40 X). Seguidamente, se realizó un Análisis de Varianza y la prueba de Duncan (95%) para detectar las líneas con similar o diferente densidad

de tricomas y adicionalmente, se elaboró un cladograma, con el fin de facilitar la separación de las plantas, de acuerdo a la cantidad de tricomas (Fig.7).



Fig. 6: Jaulas usadas para el mantenimiento de plantas de tomate.

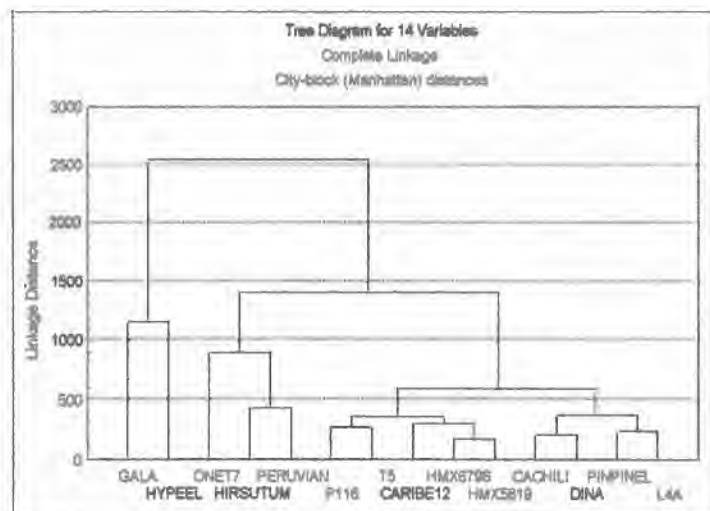


Fig.7 Cluster de asociación de plantas con diferentes grados de pubescencia foliar.

Como resultado de este análisis, se escogió una línea de aquellas que resultaron similares, seleccionándose así las líneas **GALA**, **HYPEEL-108**, **IT-7**, **IT-5**, **HMX-6796**, **IDIAP CACHILI**, **L4-A** y **CARIBE 12** (Fig. 8, 9, 10 y 11). Semillas de estas líneas fueron sembradas en los mismos depósitos de huevos con arena lavada y se trasplantaron a bolsas plásticas negras del tipo usado en la producción de plantones forestales, conteniendo una mezcla 1:1:1:1 de suelo, arena, estiércol de caballo y suelo mejorado. Esta mezcla también fue usada para las dos especies de *Sida*.

Previo a la siembra de las plántulas, se procedió a regar las bolsas con la mezcla de suelo con agua en ebullición, para eliminar patógenos y luego se esperó 24 horas, para hacer el trasplante.

Se trasplantaron siete plantas por cada línea y/o variedad, teniéndose un total de 56 plantas estas plantas fueron mantenidas en la casa de mallas destinada a plantas libres de insectos indeseables, con una temperatura mínima de 25°C y una máxima de 39°C, con un promedio general de 32.9°C \pm 3.37 y con una humedad relativa promedio de 80% \pm 2.64, hasta alcanzar el 80% de floración. Durante su estadia en la casa de mallas, se realizaron las labores de fertilización, según lo necesitaran las plantas utilizándose urea (46% de nitrógeno) a razón de 6 gr./litro de agua, aplicando 100 cc./planta, para no correr riesgos de mortalidad por exceso de nitrógeno.

Con la finalidad de conocer el área foliar aproximada de cada hoja, se calcularon en papel milimetrado todas las hojas de una planta de tomate, representativa de cada línea y una de ambas especies de *Sida* (*in situ*), cuando se alcanzó el 80% de la floración (59 días después de siembra). Paralelamente, se llevó a cabo el recuento de tricomas, siempre escogiendo la planta más representativa por línea y especie, tomándose una hoja del estrato inferior, otra del estrato medio (ya que se sabe que *B. tabaci* prefiere estos estratos para alimentarse y ovipositar) y una del estrato superior, de las cuales se escogió un foliolo basal, uno medio y uno apical. En las dos especies de malváceas se procedió de igual forma, pero, solo se pudieron diferenciar 2 estratos, el inferior y el superior, debido a que no lograron alcanzar una altura apropiada. Para no causar tanto

estrés a una planta, se optó por seleccionar tres plantas similares de cada línea, de manera que a una se le separaron, los folíolos del estrato basal, a otra los del estrato medio y finalmente a la restante los del estrato superior. Los folíolos de cada línea fueron colocados en platos “petri” debidamente identificados, conteniendo papel toalla húmedo, para evitar confusiones y se trasladaron hasta el laboratorio del Programa de Maestría en Entomología, a fin de realizar los recuentos de tricomas del envés de los folíolos, con ayuda de un estereomicroscopio (40 X), en donde se contaron separadamente los tricomas glandulares y simples, en la porción basal, media y apical del limbo de cada folíolo.

Se identificaron dos tipos de tricomas, simples y glandulares, los cuales tuvieron una longitud media de 2.82 mm., y 0.11 mm., respectivamente (Fig. 12).

El nuevo recuento de tricomas se llevo a cabo porque las condiciones en las que se desarrollaron las líneas elegidas, fueron diferentes a las condiciones en que se desarrollaron las líneas que se obtuvieron inicialmente para ser evaluadas en cuanto a su densidad de tricomas.

Una vez obtenidos los recuentos de tricomas, se realizó un análisis de varianza, con la finalidad de establecer diferencia entre las varianzas. Mediante la prueba de “Duncan”, se determinó las líneas con varianzas diferentes, teniendo como factores variedad, número de tricomas simples y glandulares, tercio o estrato de planta (inferior, medio y superior), folíolo (basal, medio y apical) y ubicación de recuentos en cada folíolo (basal, central y apical). Esto permitió separar las líneas de mayor y menor pubescencia.

Concluida esta labor, las plantas se transportaron hacia el área destinada para su exposición a *B. tabaci*, la cual previamente se había estaquillado para delimitar 70 parcelas de 0.22 m², ocupando en total un área de 12.6 m².



A.



B.

Fig. 8: Foliolos de las líneas (A) GALA y (B) HYPEEL-108.



C.



D.

Fig. 9: Foliolos de líneas (C) 1T-7 y (D) 1T-5.



E.

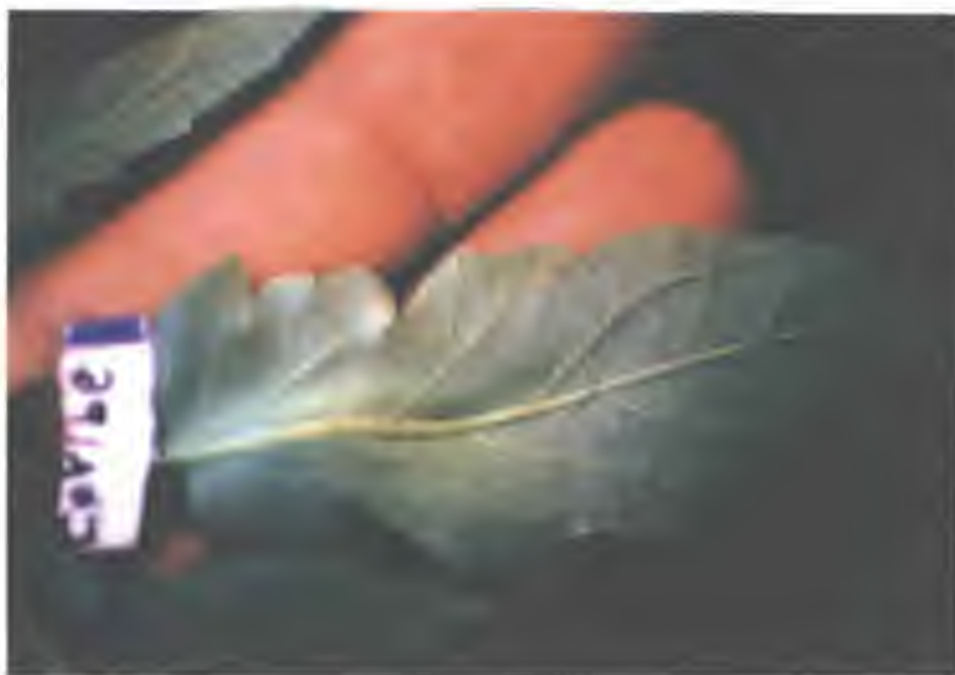


F.

Fig. 10: Foliolos de líneas (E) HMX-6796 y (F) CACHILI.



G.

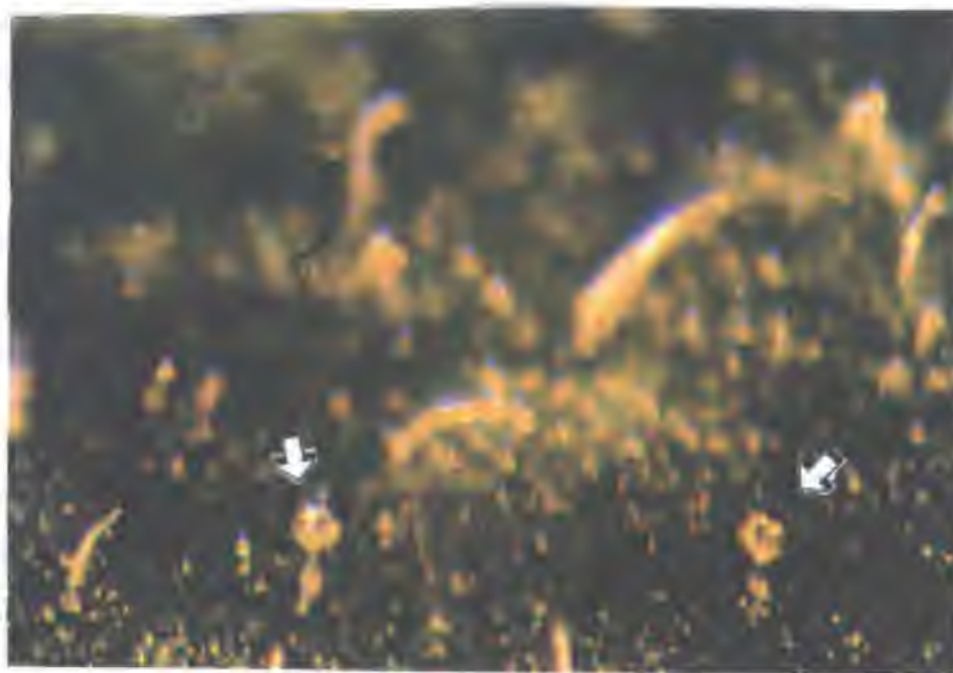


H.

Fig. 11: Foliolos de líneas (G) 4-A y (H) CARIBE-12.



A.



B.

Fig. 12: (A) Tricoma simple y (B) glandular encontrados en hojas de tomate.

Las plantas, se distribuyeron en un diseño de Bloques Completos Aleatorizados (Fig.13), teniendo siete bloques con 10 tratamientos. Todos los análisis se hicieron en base a seis bloques con seis repeticiones para cada planta, ya que un bloque se perdió por exceso de manipulación en el transporte y por el ataque de patógenos. Debido a los fuertes vientos, se usó espaldera para las plantas de tomate (Fig.14), usando hilo "pabilo", pues también se deseaba que las plantas se desarrollaran normalmente en su forma particular de crecimiento (erecto).

Una vez instalado el ensayo, las plantas fueron irrigadas cada dos días, para evitar el ataque por patógenos, procediendo a regar también toda la grama del área verde, a fin de no generar una "isla" con el tomate y convertirlo en altamente atractivo a mosca blanca, por ser la única vegetación verde del área. Además, las plantas fueron fertilizadas con 6 gr de urea por litro de agua a cada una, según lo necesitaran.

Los datos se tomaron en horas de la mañana (8:00 am.) durante los nueve muestreos hechos en los 32 días de ensayos. Para esto, se hicieron recuentos de adultos de *B. tabaci* por planta (dos veces por semana), en un total de 540 plantas (6 replicas X 10 plantas X 9 recuentos), (Fig 15). Con el fin de determinar la preferencia por el hospedero, se tomó para el análisis solo los tres primeros recuentos, ya que se estimó que en ese momento en que ocurrió la selección del hospedero. Posteriormente, a medida que los nichos se iban llenando, *B. tabaci* se vería forzada a establecerse en otras plantas. Otros datos tomados fueron: altura de las plantas; número de hojas, ramas y flores por planta y recuento de ninfas. Este último se hizo semanalmente y se inició 11 días después de instalado el ensayo, para permitir la oviposición y dar oportunidad a que emergieran ninfas posiblemente no detectadas durante la producción de las plantas, las cuales eran detectadas con ayuda de una lupa 15X (Fig.16). Los recuentos de ninfas se hicieron en cinco folíolos de una hoja inferior y cinco de una hoja media (60 para las seis réplicas de cada línea, haciendo un total de 240 folíolos para los cuatro recuentos),



Fig. 13: Delimitación de parcelas en el área de estudio.



Fig. 14: Distribución de plantas en el área de estudio.



Fig. 15: Recuento de adultos de *B. tabaci* en el área de estudio.



Fig. 16: Recuento de ninfas de *B. tabaci* en el área de estudio.

recuentos), para el caso de tomate y cinco folíolos de una hoja basal y cinco de una apical de ambas especies de *Sida* (240 folíolos en total). Con la finalidad de establecer si la presencia o ausencia de *B. tabaci* se debió a otros factores aparte de la misma pubescencia, tales como área foliar, altura de planta, temperatura de estrato de planta, número de hojas por planta; los cuales en forma individual o conjunta pudieron afectar la presencia de adultos y/o ninfas, se obtuvieron datos ambientales del área de estudio, ya que los adultos observados en una planta, pueden estar allí alimentándose o reposando, con la posibilidad de preferencia por otra planta para ovipositar.

Utilizando un termómetro digital marca "Barnant"® ± 0.3 °C, un higrotermómetro marca "Taylor"® $\pm 1\%$, un anemómetro de bolsillo marca "Skywatch"® $\pm 4\%$ y un Luxómetro marca "Lumitron"®, se llevó un registro diario (8:00 am., 1:00 pm. y 5:00 pm.) de la temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del viento e intensidad solar en el área de estudio. Además, se colectó información sobre el microambiente de las plantas, así: se tomó la temperatura del estrato basal, medio y apical, de tres plantas por línea de tomate y dos de cada especie de *Sida* para tomar la temperatura del estrato basal y superior (una por estrato), (Fig. 17).



Fig. 17 Registro de temperatura por estrato de planta.

También se llevo a cabo un registro de la humedad de una hoja del estrato inferior, una del estrato medio y una del superior de cada línea de tomate y una del estrato basal y superior de las especies de *Sida*, insertando el sensor del Protimetro en la vena principal de cada hoja, al final del ensayo.

Durante el ensayo, se obtuvo una temperatura mínima de 24°C, una máxima de 36.7°C, con un promedio general de 31.10°C ± 2.82; la humedad relativa osciló entre 44% y 92%, promediando 67.88% ± 11.85 y la velocidad del viento, estuvo comprendida entre los 0 y 118 Km/h., promediando 38.02, ± 33.41 Km/h.

5.2. Evaluación del efecto de la forma de la hoja.

Esta prueba se hizo usando *Sida acuta*, la cual tiene hoja ovada a estrechamente oblongo-oval, a veces mas o menos ovada o elíptica o aún algo romboide (Robyns, 1965) y *S. rhombifolia*, la cual presenta una hoja romboidal (Ruiz y Lázaro 1994).

La producción y mantenimiento de ambas especies se realizó simultáneamente con la de líneas de tomate para estudiar pubescencia, obteniéndose el área foliar de una planta representativa de cada especie, se contó la pubescencia de un foliolo basal, uno medio y uno apical de una hoja del estrato inferior y otra del superior. Se encontraron diferencias en el tipo y distribución de los mismos, teniendo una longitud promedio de 1.24 mm los de *Sida acuta*; mientras que los de *S. rhombifolia* no se pudieron contar ni medir, debido a la forma y arreglo de los mismos (Fig. 18). Ambas especies fueron también expuestas a mosca blanca, cuando alcanzaron el 80% de floración. Para que coincidiera con la floración de las líneas de tomate, previamente se podaron ambas especies de *Sida* cuando estaban en floración, registrándose a partir de este momento, el tiempo que tardaban en producir otra floración. Esta se estableció en 25 días; de esta manera, se podaron 25 días antes de que el tomate alcanzara la etapa de floración, que oscila al rededor de los 80 días después de la siembra.

En total, se manejaron siete réplicas para cada especie de *Sida*, evaluando un total de 14 plantas. El traslado, y distribución en el área de ensayo, manejo y toma de datos, fue igual que en para el tomate.

En este ensayo, se consideraron otros factores además de la forma de la hoja, tales como el tipo y densidad de pubescencia. El estudio de la influencia de la pubescencia en las líneas de tomate y forma de la hoja en las especies de *Sida*, se efectuó simultáneamente, ya que se partió del hecho de que las especies de *Sida*, contenían aleloquímicos diferentes a los contenidos en las líneas de tomate.

5.3. Plantas con crecimiento rastrero vrs. plantas con crecimiento erecto.

Para esta prueba, se escogió la variedad de tomate “Entero Grande”, que es la mas cultivada en el ámbito industrial.

Las plantas fueron cultivadas siguiendo la metodología ya descrita anteriormente, recibiendo los mismos tratamientos, pero el suelo solo contenía una mezcla 1:1:1 de arena, suelo mejorado y suelo corriente.

Debido a problemas causados por la mezcla de suelo, lluvia, patógenos, etc., se trabajó en esta etapa sólo con ocho plantas. Pasados 85 días después de la siembra y aunque hubo un pobre desarrollo de las mismas, por las razones ya mencionadas, lo cual impidió que estas plantas entraran en la fase de floración, se procedió a determinar el área foliar, un día antes de ser expuestas a *B. tabaci*.



A.



B.

Fig. 18: (A) Trichomas de *Sida rhombifolia* y (B) trichomas de *Sida acuta*.

Las plantas fueron transportadas hacia la zona de ensayos, en donde se hicieron crecer cuatro de ellas en forma vertical usando "espalderas" con hilo "pabilo" y cuatro en forma rastrera, las cuales se agobiaron, es decir se forzaron a crecer en forma horizontal. Luego, las ocho plantas se colocaron en forma alterna y en línea recta (Fig. 19).

Con el fin de determinar si la forma de crecimiento tiene influencia en la selección de hospederos si existen otros factores involucrados, se tomaron los mismos datos que en los ensayos anteriores, excepto que se trabajó con dos hojas del estrato medio para el recuento de ninfas y se analizaron los factores posiblemente involucrados en la preferencia hospedera de adultos para alimentarse, reposar y/u ovipositar.

En total se hicieron siete recuentos (cinco para adultos y dos para ninfas), con una temperatura entre 25 - 35.8°C, con un promedio de $29.7^{\circ}\text{C} \pm 2.51$; una humedad relativa entre 58 - 100%, con promedio de 80.72 ± 11.47 % y con una velocidad de viento de 0 - 55.5 Km/h., con promedio de 12.46 ± 3.18 Km/h.

6. Procesamiento de la información obtenida.

Todos los datos, se analizaron por medio de un computador Pentium 75 MHZ y el programa Statistica® ver. 5.0 para windows 95, llevando a cabo pruebas de análisis de varianza y Duncan (95%).



Fig. 19: Ensayo de plantas creciendo en diferente forma (horizontal y vertical).

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS Y DISCUSION.

A. Resultados de la influencia de la pubescencia de la hoja sobre *Bemisia tabaci* genn.

AI. Diferencias morfológicas y estructurales entre líneas y especies.

a. Tricomas por planta.

El análisis de varianza llevado a cabo, reveló diferencias significativas, entre las líneas de tomate y la densidad de tricomas.

El máximo valor de tricomas simples lo presentaron las líneas **HMX-6796** y **HYPEEL-108**, con un promedio de 215.963 ± 156.989 y 221.784 ± 221.784 por 0.20 cm^2 de foliolo respectivamente. El valor más bajo correspondió a la línea **GALA**, con un promedio de 25.741 ± 32.222 por 0.20 cm^2 de foliolo. El valor más alto de tricomas glandulares, fue obtenido por la línea **1T-7** con un promedio de 54.963 ± 62.319 y el menor fue obtenido por la línea **CARIBE-12** con 20.074 ± 27.406 por 0.20 cm^2 (Fig 20).

Al realizar la prueba de Duncan, se determinó que bajo las condiciones en las que se realizó el estudio, las plantas mostraron diferentes grados de densidad de tricomas. Esto, podría representar una ventaja, contra el establecimiento de insectos fitófagos, particularmente de *B. tabaci*, ya que podrían funcionar como barrera mecánica al impedir la alimentación, el movimiento, captura (adherencia), oviposición etc. tal como lo mencionan Smith (1989), Juniper y Southwood (1986) y Bernays y Chapman (1994). Por otro lado, la pubescencia también puede ofrecer una desventaja, a parásitos y depredadores, haciendo más lento su movimiento, aumentando el tiempo de búsqueda e impidiendo la remoción y/o alcance de las presas, según Bilderback y Mattson (1977 En: Southwood, 1986), Kareiva y Sahakian (1990 En: Marquis y Whelan, 1996),

Price (1986 En: Boethel y Eckenbary, 1986), Hulpas-Jordan y van Lenteren (1978 En: Price, 1986), Milliron (1940 En: Obrycki, 1986), Gerling (1966 En: Obrycki, 1986) y Obrycki (1986).

Cabe señalar, que posiblemente debido a las condiciones en que fueron mantenidas las líneas de tomate al momento de seleccionar aquellas con menor o mayor grado de pubescencia, estas exhibieran densidades que no concordaban con las obtenidas al hacer un nuevo recuento, ya que fueron mantenidas en un ambiente más amplio y quizá más adecuado. Por ejemplo la línea GALA, inicialmente agrupada junto con la línea HYPEEL-108 por presentar la mayor densidad de pubescencia; sin embargo, en el nuevo recuento de pubescencia antes de instalar los ensayos definitivos, GALA fue la que obtuvo la menor densidad, manteniéndose como la de mayor densidad la línea HYPEEL-108 (*vide* Materiales y métodos) (Fig. 21).

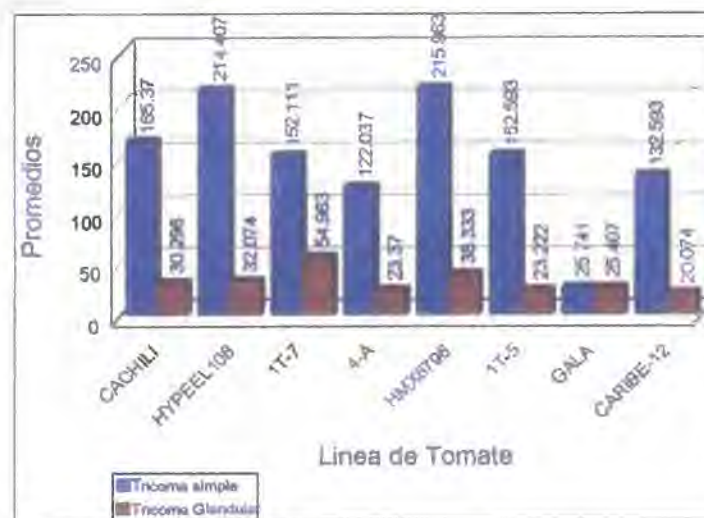


Fig. 20: Densidad de Tricomas simples y Glandulares en las hojas de las líneas de tomate.

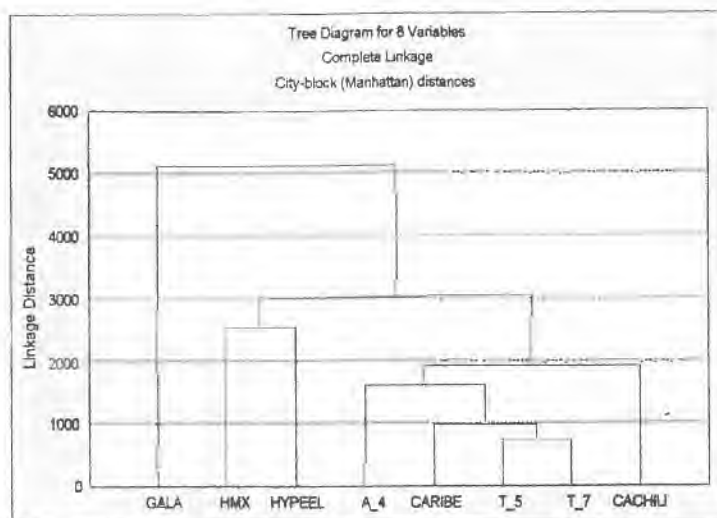


Fig. 21: Cluster de asociación entre plantas según densidad de tricomas.

Las diferencias en densidades de tricomas, pudieron también ser producto de factores tales como la humedad, duración del día y otros factores, concordando con lo establecido por Kennedy *et al.* 1981 En: Southwood, 1986) y Wellso *et al.* (1982 En: Southwood, 1986).

a1. Tricomas por estrato de planta.

Mediante el análisis de varianza, se encontró que hubo diferencia significativa, en cuanto a la densidad de pubescencia en los diferentes estratos de la planta (inferior, medio y superior).

La mayor densidad de tricomas simples y glandulares, se concentraron en el estrato superior, con un promedio máximo de 349.86 ± 150.538 y 64.444 ± 41.024 por 0.20 cm^2 de foliolo respectivamente. Asimismo, el estrato inferior posee la menor densidad promedio de tricomas con 10.542 ± 10.159 por 0.20 cm^2 de foliolo (Fig. 22).

Al aplicar la prueba de Duncan, se encontró que la mayor densidad de tricomas se concentró en el

estrato superior. Esto quizá se deba a que allí se encuentran los brotes y hojas jóvenes, los cuales necesitan ser más protegidos, coincidiendo con lo expresado por Curtiss and Lersten (1978 En: Jeffrey, 1986).

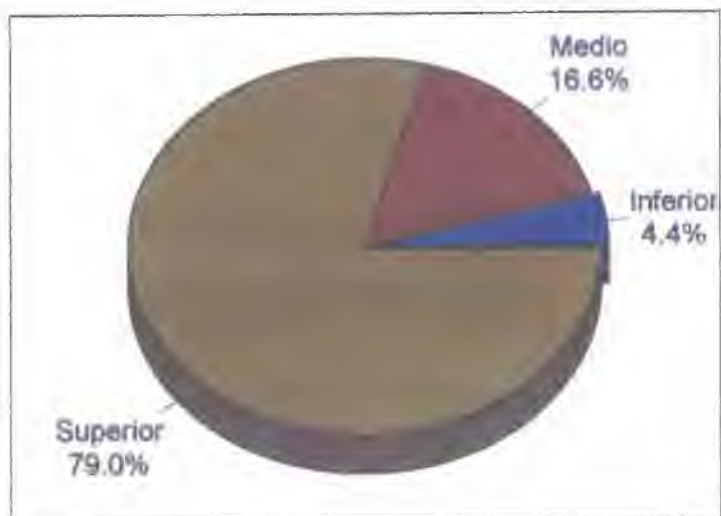
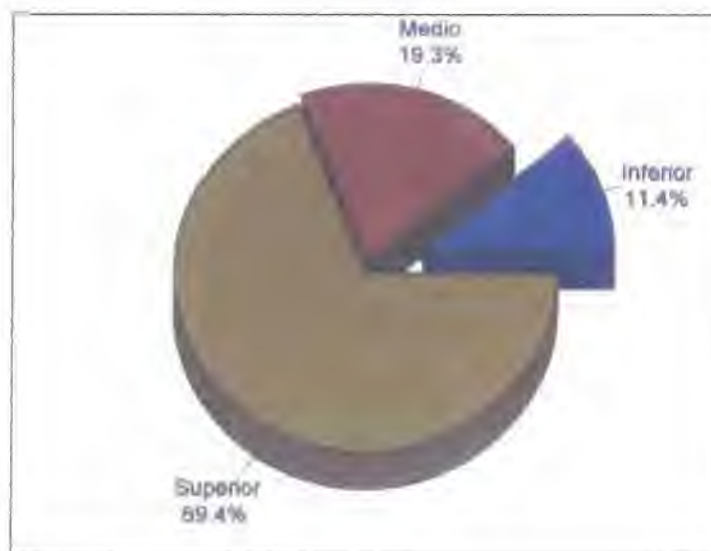
**A****B**

Fig 22: (A) Promedio de tricomas simples y (B) glandulares en hojas por estrato de planta.

a2. Tricomas simples y glandulares por foliolo de hoja.

El análisis de varianza realizado, no demostró diferencias significativas en cuanto a la densidad de tricomas y la ubicación del foliolo en la hoja compuesta (Cuadro II).

CUADRO II. TRICOMAS SIMPLES Y GLANDULARES POR POSICIÓN DE FOLIÓLO EN HOJA.

Posición	Tricomas simples		Tricomas glandulares	
	Promedio(1)	D.S.	Promedio (1)	D.S.
Basal	145.847	1.74402	31.264	3.7097
Medio	147.125	1.81330	31.903	3.7754
Apical	149.833	1.72195	29.736	3.8597

(1) Los promedios representan número de tricomas por 0.20 cm² de foliolo.

De acuerdo con estos resultados, la densidad de tricomas es independiente de la posición del foliolo en la hoja, ya que, todas las hojas presentan una densidad uniforme, por lo tanto, *B. tabaci*, encontrará esta barrera en cualquier hoja en que se pose.

a3. Tricomas simples y glandulares por ubicación en el limbo del foliolo.

Mediante el análisis de varianza, no se encontraron diferencias en cuanto a la densidad de tricomas simples y la posición en el limbo del foliolo, pero sí en tricomas glandulares.

La mayor cantidad de tricomas glandulares se ubicó en la porción basal del mismo, con un promedio, de 37.889 ± 43.315 por 0.20 cm² de foliolo; de igual forma, la menor densidad se obtuvo en la porción apical, con un promedio de 20.292 ± 28.232 por 0.20 cm² de foliolo (Cuadro III).

CUADRO III. TRICOMAS SIMPLES Y GLANDULARES POR UBICACIÓN EN ENVES DE FOLIOLO.

Ubicación	Tricomas simples		Tricomas glandulares	
	Promedio (1)	D.S	Promedio	D.S.
Basal	161.375	1.87129	37.889	4.3315
Medio	149.222	1.76715	34.722	3.7975
Apical	132.208	1.62097	20.292	2.8232

(1) Los promedios representan número de tricomas por 0.20 cm² de foliolo.

Al parecer, la densidad de tricomas simples es uniforme en todo el limbo del foliolo, como lo sugiere el análisis estadístico pero la prueba de Duncan detectó la mayor densidad en la porción apical del foliolo. Demostrando esto, que todos los foliolos tienen la misma densidad de pubescencia.

a4. Tricomas de *S. rhombifolia* y *S. acuta*.

a.4.1. *S. acuta*.

Esta especie, presentó una densidad promedio de tricomas simples de 181.408 ± 187.736 por 0.20 cm² de foliolo. No fueron encontrados tricomas glandulares. Además, no se encontró diferencia estadística en el promedio de tricomas por estrato de hoja (inferior y superior), entre foliolos (basal, medio y apical) y posición en el limbo de foliolo (basal, medio apical). Por lo tanto, se considera que todos los foliolos tienen el mismo grado de pubescencia.

a.4.2. *Sida rhombifolia*.

En esta especie, no fue práctico estimar la densidad promedio de tricomas, ya que debido a su forma “estrellada”, hace difícil su recuento, pero están recubriendo totalmente el limbo del envés de la hoja.

b. Area foliar por planta.

El análisis de varianza, reveló diferencias significativas, entre el área foliar de las plantas. La línea **CACHILI**, superó a las demás líneas en cuanto a área foliar, pues ofreció el valor promedio mas alto, $2241.637 \pm 1126.074 \text{ cm}^2$. El menor valor de área foliar, correspondió a la línea **CARIBE-12**, ya que con respecto a las otras líneas, alcanzó la menor área promedio, $985.182 \pm 501.52 \text{ cm}^2$. *Sida rhombifolia*, obtuvo una mayor área foliar con un promedio de, $870.665 \pm 260.004 \text{ cm}^2$, comparado con $454.228 \pm 181.640 \text{ cm}^2$ de *S. acuta* (Fig. 23).

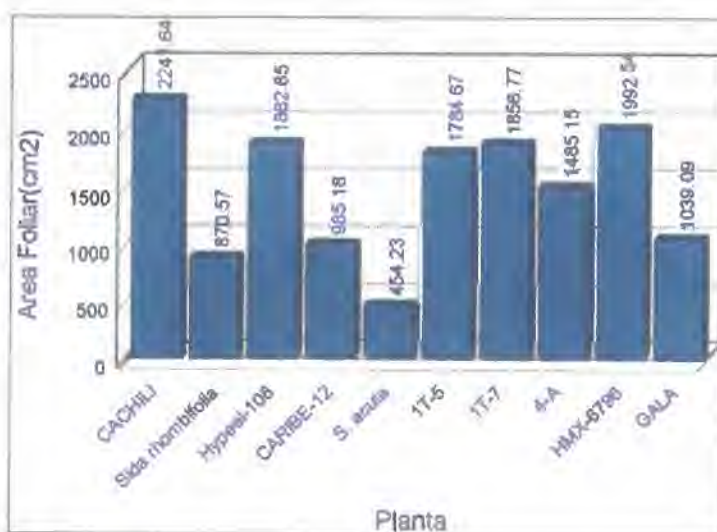


Fig. 23: Promedio de área foliar por planta.

A través de la prueba de Duncan, se detectó diferencia en el área foliar, entre las plantas empleadas en el estudio. Era de suponer, que las plantas con mayor área foliar, podrían ser las más atractivas para *B. tabaci*, ya que ofrecían más protección contra los rayos solares, menos probabilidad de competencia intraespecífica por el espacio, reducción del impacto de las gotas de lluvia y un microclima con temperatura más bajas. Estas representan condiciones que las plantas con hojas de menor tamaño, no podrían ofrecer.

c. Forma de la hoja.

Ambas especies de *Sida*, no mostraron aparentemente, diferencia en cuanto a la forma de su hoja, siendo esta del tipo romboide, debido tal vez a las condiciones ambientales en las que se realizó el estudio.

d. Número de hojas por planta.

Por medio del análisis de varianza, se detectaron diferencias significativas entre las plantas, con relación al número de hojas, en las cuales, la línea 1T-7, fue superior a las otras líneas de tomate, ya que alcanzó un promedio de 31.204 ± 17.432 hojas. La menor cantidad de hojas por planta, correspondió a la línea **HYPEEL 108**, pues su promedio de hojas fue de 17.204 ± 9.502 , el cual estuvo por debajo del promedio de las demás.

S. rhombifolia, superó en número de hojas a *S. acuta*, ya que obtuvo un valor más alto en promedio, el cual fue de 15.18 ± 4.489 hojas, contra 10.667 ± 4.291 hojas (Fig.24).

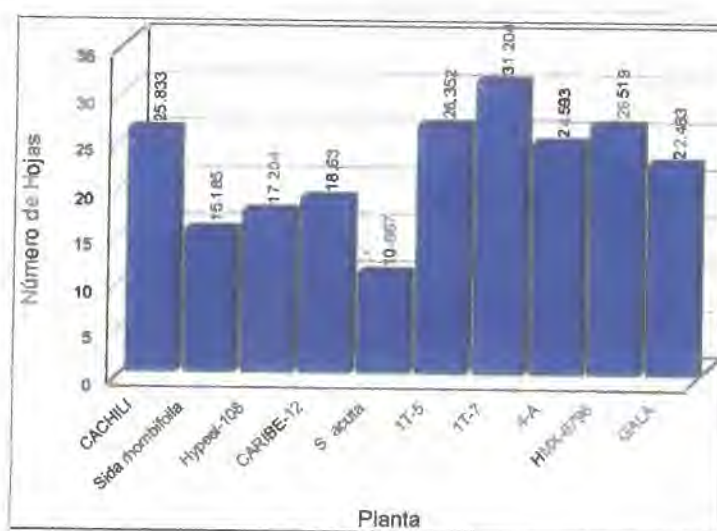


Fig. 24. Número promedio de Hojas por Planta.

La prueba de Duncan, detectó plantas con mayor cantidad de hojas que otras, las cuales ofrecieron mayor cantidad de nichos y atenuación de los factores ambientales.

e. Altura de planta.

Mediante el análisis de varianza, se detectaron diferencias significativas en la altura de las plantas, siendo la línea **CACHILI**, la que alcanzó mayor altura que las demás, con el promedio más elevado, siendo de 68.500 ± 17.928 cm.; de igual forma, la línea **IT-5**, exhibió la menor altura, ya que su promedio fue de 55.481 ± 26.003 cm. Este valor fue el más bajo con respecto al de las otras líneas. Por otro lado *Sida rhombifolia*, alcanzó mayor altura que *S. acuta*, esto se pone de manifiesto al comparar sus promedios, que fueron de 24.685 ± 7.647 cm. y 11.481 ± 2.213 cm. (Fig.25).

La prueba de Duncan, determinó diferencias significativas entre las plantas, teniendo la menor altura las líneas **CARIBE-12** y **IT-5**. El resto de las líneas, no presentaron diferencias significativas en sus promedios de altura, manteniendo estas una altura uniforme. Además, se encontró diferencia significativa entre la altura promedio de *S. rhombifolia* y *S. acuta*.

Aparentemente, las plantas con mayor altura son más evidentes o fáciles de encontrar que las más bajas, se cree que una planta más alta, ofrece un mayor espacio físico para el desplazamiento de los insectos, pudiendo así escapar de sus enemigos naturales, según Price (1986) En Boethel and Eikenbary, 1986).

Es probable, que la altura de una planta con respecto a otras, dependa de la topografía del terreno, de esta manera, plantas con menor altura pero en una posición elevada, serán más visibles o notorias que una con mayor altura y en posición baja.

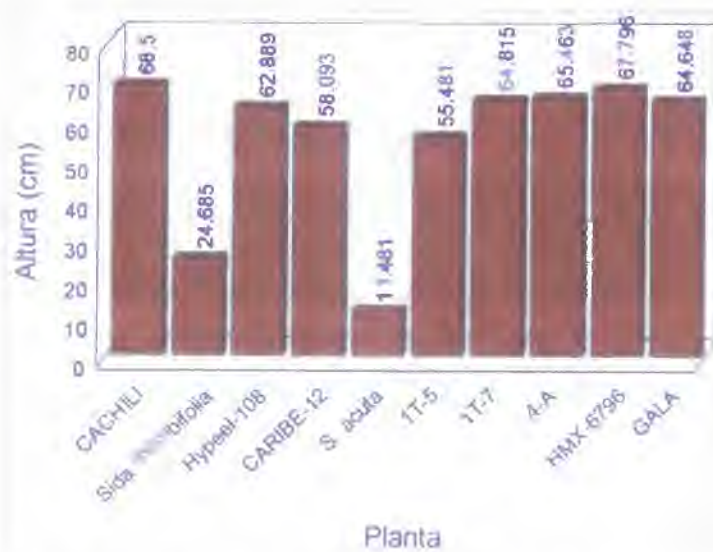


Fig. 25: Promedios de Altura Alcanzados por las Plantas

f. Temperatura y humedad de la hoja

Al efectuar el análisis de varianza, no se halló diferencia significativa con respecto a las temperaturas del microambiente reinante en cada una de las plantas (Cuadro IV)

Como consecuencia de estos resultados, se descarta la suposición de que a mayor área foliar y/o número de hojas, se tendrían condiciones microclimáticas de temperatura más bajas. En varias líneas de tomate, el estrato inferior estaba muy deteriorado o ya no habían hojas y esto no fue tomado en cuenta al hacer la prueba de Duncan.

CUADRO IV. TEMPERATURA DE MICROAMBIENTE POR PLANTA

Linea/especie	Promedio ⁽¹⁾	D S
CACHILI	28,6074066	2,11054087
CARIBE 12	29,2444439	2,00187421
<i>Sida acuta</i>	29,3833332	1,99687254
1T-5	29,6581478	2,15705252
1T-7	29,6777782	2,07417989
4-A	29,8370361	2,08742571
GALA	30,3074074	2,35406137
<i>S. rhombifolia</i>	28,8555565	2,11149311
HYPEEL-1	29,0518513	2,13867235
HMX 6796	30,0944443	2,16069698

(1) Los promedios representan grados centigrados.

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que no hay diferencias significativas con respecto a la humedad de hoja entre las plantas. El estrato inferior, en las líneas **HMX-6796** y **4-A**, exhibió el mayor porcentaje de humedad, pues presentaron los valores más altos, con un promedio de $48.75\% \pm 3.227$ y $48.75\% \pm 1.768\%$ respectivamente. La menor humedad fue obtenida por **1T-7**, donde el promedio fue de $45.00\% \pm 2.500\%$. *S. acuta* y *S. rhombifolia*, no presentaron diferencias significativas, en cuanto al porcentaje de humedad, siendo sus promedios 55.000 ± 2.739 y 55.417 ± 4.306 , respectivamente.

En las hojas del estrato medio, no se detectaron diferencias significativas de humedad; sin embargo, la línea **HMX-6796**, superó a las demás con una humedad promedio de $57.917\% \pm 4.852\%$ y la línea **CARIBE-12**, presentó el valor más bajo de humedad, con un promedio de 51.250 ± 4.330 . La humedad no fue registrada en el estrato medio para ambas especies de *Sida*.

No hubo diferencias significativas en el estrato superior, entre la humedad de las hojas. Nuevamente, aquí **HMX-6796**, presentó el promedio más alto, equivalente a $62.083 \pm 6.003\%$. *S. rhombifolia*, posee mayor contenido de humedad, pues presentó un promedio de 61.250 ± 9.454 , mientras que el de *S. acuta* fue de 57.083 ± 2.458 (Cuadro V).

Con la prueba de Duncan, se determinó que solamente existió diferencia estadística significativa entre las líneas de tomate y las dos especies de *Sida* con relación al estrato inferior. En el estrato medio, se encontraron diferencias significativas entre las líneas de tomate y en el superior, se obtuvieron diferencias significativas entre las líneas de tomate y las dos especies de *Sida*.

CUADRO V. HUMEDAD DE HOJA POR PLANTA.

Línea/sp	Hoja Inferior		Hoja Media		Hoja Superior	
	Promedio ⁽¹⁾	D.S.	Promedio (1)	D.S.	Promedio (1)	D.S.
CACHILI	0.00*	0.00*	54.375	2.394	55.625	3.146
<i>Sida rhombifolia</i>	55.417	4.306	0.00*	0.00*	61.250	9.454
Hypeel-108	45.625	4.32	51.500	3.791	55.000	3.062
CARIBE-12	46.250	1.768	51.25	4.330	55.000	3.536
<i>S. acuta</i>	55.000	2.739	0.00*	0	57.083	2.458
1T-5	48.333	5.774	55.500	2.739	54.500	2.092
1T-7	45.000	2.500	52.917	2.925	54.167	3.028
4-A	48.750	1.768	54.500	1.118	55.000	1.768
HMX-6796	48.750	3.27	57.917	4.852	62.083	6.003
GALA	46.250	3.227	53.000	3.708	54.000	2.85
Promedio Total	46.932		54.205		56.591	

(1) Expresado en Porcentaje.

* No presentaron hojas.

Es importante puntualizar, que basándose en el promedio total de humedad de hoja por estrato obtenidos en el presente estudio, el mayor porcentaje de humedad se dio en el estrato medio y superior. Esto quiere decir, que probablemente las hojas más jóvenes tienen mayor contenido de humedad que las hojas más viejas, pudiendo ser este uno de los factores que determina la preferencia de *Bemisia tabaci*, por el estrato medio.

A2. Semejanzas y diferencias morfológicas entre plantas.

Para tener un panorama más amplio de las diferencias y semejanzas morfológicas entre las plantas en estudio, se elaboró el siguiente sistema de codificación, el cual permitió en forma rápida la detección de plantas similares o diferentes en los caracteres evaluados. Este procedimiento se llevo a cabo: para el primer recuento (un día después de establecido el ensayo), (Cuadro VI), para el tercer recuento (siete días después de instalado el ensayo, comprendiendo los primeros dos recuentos) (Cuadro VII) y para el recuento final (del primero al noveno), (Cuadro VIII). También, se procedió a realizar un cluster de asociación, basado en la codificación asignada, para cada recuento (Fig. 26,27,28).

CUADRO VI. MATRIZ DE CARACTERES MORFOLOGICOS ENTRE LAS PLANTAS RECUESTO 1.

Caracter* /Planta	CACHILI	<i>S.rhombifolia</i>	HYPEEL-108	CARIBE-12	<i>S. acuta</i>	1T-5	1T-7	4A	IIMX-6796	GALA
Tricoma Simple	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Tricoma Glandular	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Area Foliar	3	1	2	1	0	2	2	2	2	1
Número de Hojas	3	0	1	1	0	3	4	3	3	2
Altura	2	1	2	2	0	2	2	2	2	2
T.S. M+I	1	3	1	0	0	0	1	1	2	0
T.G. M+i	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0

* Tricomas simples: 0= 25; 1= 122-215

Area foliar: 0= 45; 1= 4870-1039; 2=1485-1992; 3= 2241

Tricomas Glandulares: 20-38; 1= 38-54

Altura: 0=11; 1=24; 2=55-68

Numero hojas: 0=10-15; 1=15-18; 2= 18-22 ;3= 22-26; 4= 31

T.S. M+I (Tricomas Simples del estrato medio + estrato inferior): 1=6-20; 1=28-75; 2=135; 3= > 135

T.G. M+I(Tricomas Glandulares del estrato Medio+ estrato inferior): 0=11 5; 1=15-27

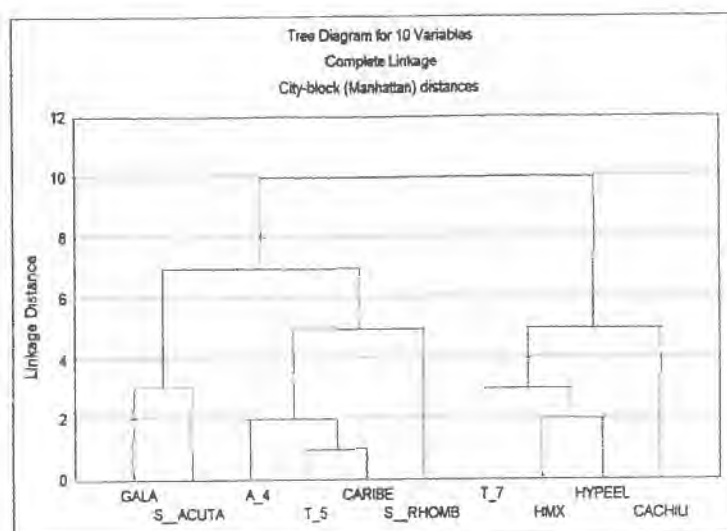


Fig. 26 Cluster de asociación de plantas basado en la matriz del recuento 1.

CUADRO VII. MATRIZ DE CARACTERES MORFOLOGICOS RECUENTO 3.

Caracter* /Planta	CACHILI	<i>S.rhombifolia</i>	HYPEEL-108	CARIBE-12	<i>S.actita</i>	1T-5	1T-7	4A	HMX-6796	GALA
Tricoma Simple	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Tricoma Glandular	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Area Foliar	2	1	2	0	0	2	2	1	1	0
Número de Hojas	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0
Altura	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
T.S. M+i	1	3	1	0	0	0	1	1	2	0
T.G. M+i	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0

* Igual que en Cuadro anterior.

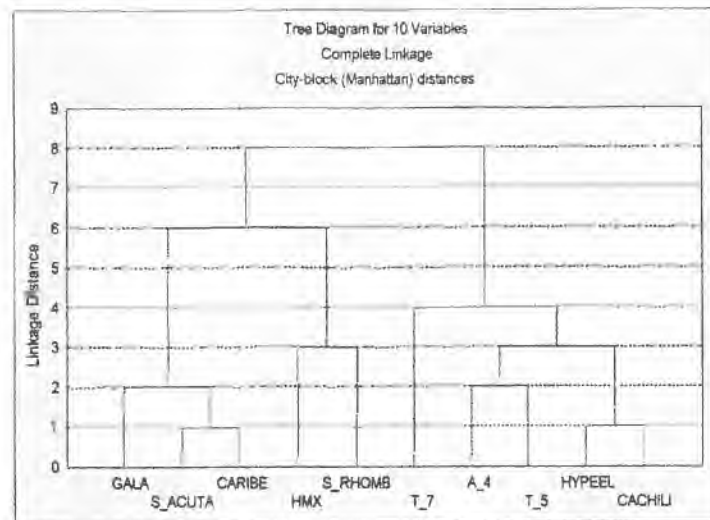


Fig.27: Cluster de asociación de plantas basado en la matriz de recuentos 1-3

CUADRO VIII. MATRIZ DE CARACTERES MORFOLOGICOS HASTA RECUESTO FINAL.

Caracter* /Planta	CACHILJ	<i>S.rhombifolia</i>	HYPEEL-108	CARIBE-12	<i>S.acuta</i>	1T-5	1T-7	4A	HMX-6796	GALA
Tricoma Simple	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Tricoma Glandular	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Area Foliar	1	0	1	0	0	1	1	1	2	0
Número de Hojas	1	0	0	0	0	2	2	1	2	1
Altura	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
T.S. M+i	1	3	1	0	0	0	1	1	2	0
T.G. M+i	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0

* Igual que en cuadro anterior

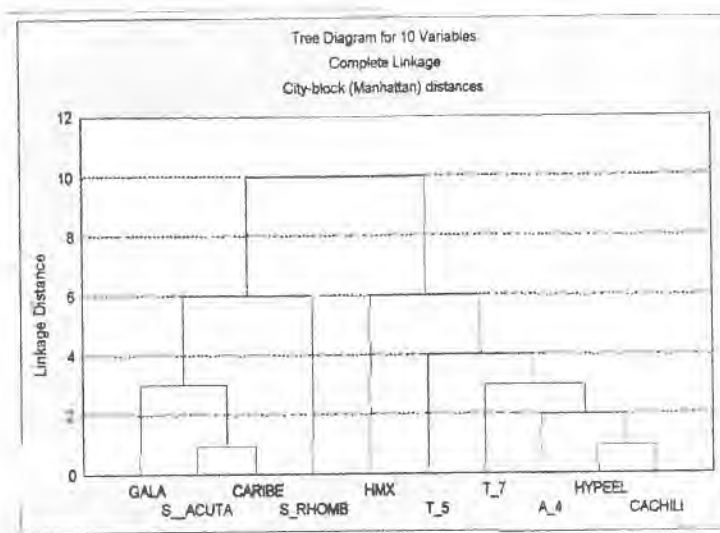


Fig. 28: Cluster de asociación entre plantas basado en la matriz del recuento final.

A3. EFECTO DE LAS DIFERENCIAS EN LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA SOBRE LA INCIDENCIA DE *B. tabaci*.

a. Adultos de *Bemisia tabaci* por planta.

a.1. Adultos en el primer recuento.

Con el análisis de varianza, se constató que existió diferencia estadística entre el número de adultos por plantas y por bloque.

Las plantas que recibieron el mayor impacto inicial de adultos de *B. tabaci*, fueron la IT-7 y GALA, con promedios de 13.333 ± 13.633 y 13.667 ± 5.922 adultos por planta, respectivamente. *S. rhombifolia* y IT-5 fueron las menos afectadas, albergando un promedio de 6.667 ± 3.724 y 3.333 ± 2.944 adultos por planta respectivamente (Fig. 29).

El bloque dos presentó la mayor cantidad de adultos con un promedio de 12.500 ± 11.674 por planta

(Fig. 30).

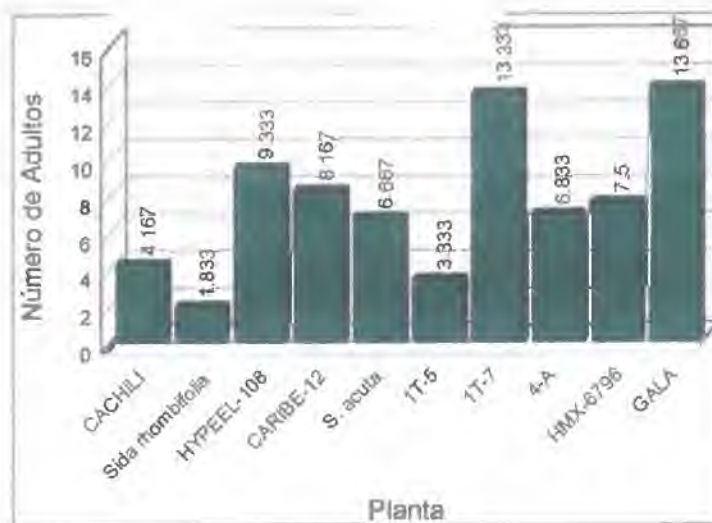


Fig. 29: Promedio de adultos de *B. tabaci* en el recuento 1.

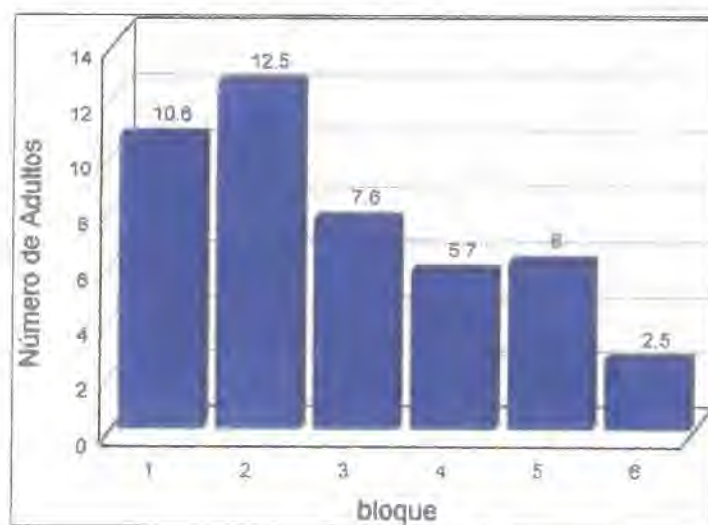


Fig. 30: Promedio de adultos de *B. tabaci* por bloque en el recuento 1

Las líneas de tomate **1T-7** y **GALA**, sufrieron el mayor impacto inicial de adultos de *B. tabaci* (Fig. 31). Estas líneas tienen en común la altura, por lo que probablemente la mayor atraktividad de adultos podría deberse a algún factor no analizado, como son los metabolitos secundarios o alguna otra asociación bioquímica, ya que difieren substancialmente en cuanto a la pubescencia, número de hojas y área foliar.

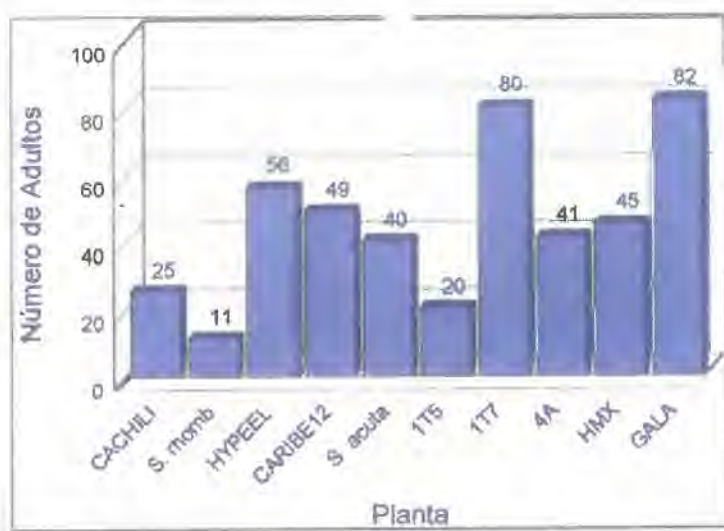


Fig. 31: Adultos totales de *B. tabaci* en el recuento 1.

Es importante señalar que la altura de planta, no es diferente a la de otras variedades que recibieron un impacto inicial de adultos menor (Cuadro VI). Sherwood *et al.* (1981 En: Southwood *et al.*, 1986), citan que los exudados de tricomas y otras señales químicas de la superficie de la planta, son repelentes para algunos insectos y atractivos para otros. Por otro lado, Fenny (1974) y Bernays y Chapman (1994), señalan que los estrechos rangos de hospederos de insectos fitófagos, comúnmente dependen de la ausencia o presencia de una variedad de metabolitos secundarios en las plantas, los cuales son de gran importancia en la selección de hospederos. Metcalf y Luckman (1994) puntualizan que a menudo, estos metabolitos secundarios actúan como un estímulo distintivo y no tienen valor nutricional para el insecto. Blua *et al.* (1995), determinaron que

la superficie de la hoja de la col (*Brassica oleracea*), puede enmascarar las pistas que estimulan la oviposición por *B. tabaci*. Esta es inadecuada para la oviposición, por alguna otra razón que puede ser química o estructural; por otro lado, estos autores encontraron que si las hojas son frotadas suavemente, este insecto puede ovipositar al mismo grado que *B. argentifolii*.

S. rhombifolia y 1T-5, fueron las plantas menos afectadas para el establecimiento inicial de *B. tabaci* (Fig. 30), difiriendo en altura. En este caso, el tomate fue notablemente más alto que la planta de *Sida*; sin embargo, estas plantas presentan varias similitudes, tales como la ausencia o reducido número de tricomas glandulares, área foliar y número de hojas abundantes (Cuadro VI). La pilosidad de *S. rhombifolia*, por sus características particulares ya descritas, puede ser un factor limitante para que el insecto pueda posarse en ella, ya que como mencionan Smith (1984) y Bernays y Chapman (1994), las barreras físicas como los tricomas, pueden forzar a los insectos a abandonar sus esfuerzos por alimentarse de una planta palatable. Además, Southwood (1986 En: Southwood y Juniper, 1986), señalan que los tricomas en la superficie de la hoja, pueden influenciar la fijación de los insectos, así como también su movimiento y alimentación. Sumado a este hecho, algunos autores, indican que la longitud, densidad y disposición de los tricomas (erecto, procumbente, etc.), influyen los diferentes tipos de insectos que llegan a una planta, además de tres características de estos, como son su tamaño, modo de locomoción y alimentación (Broersma *et al.* 1972 En: Southwood y Juniper, 1986 y Hoxie *et al.* 1975 En: Southwood y Juniper, 1986). En la línea 1T-5, a pesar de presentar una cifra relativamente elevada de tricomas simples, estos estaban localizados principalmente en el tercio superior de la planta, el cual es un sitio poco preferido por los adultos. En resumen, se puede asumir, que la falta o una limitada cantidad de tricomas glandulares, podría estar asociado a la escasa presencia de adultos en estas plantas, toda vez que este tipo de estructura se encuentre asociado con las sustancias químicas que puedan ser detectadas por los insectos, tal como lo citan Southwood (1986 En: Southwood y Juniper, 1986), Duffey (1986 En: Southwood y Juniper, 1986), Gentile *et al.* (1968 En: Duffey, 1986), Bernays y Chapman (1994) y Jeffrey (1986 En: Juniper y Southwood, 1986).

a.2. Promedio de adultos de *B. tabaci* hasta el tercer recuento.

Con relación al promedio de adultos de *B. tabaci*, no se encontraron diferencias significativas en relación al número de adultos por planta, pero sí entre bloques.

La mayor cantidad de adultos, fue sostenida por *S. acuta*, con un promedio de 70.167 ± 80.904 y la línea 1T-5, sostuvo el menor promedio, con 23.944 ± 33.009 (Fig. 32).

El bloque número uno, exhibió la mayor cantidad de adultos en promedio con 88.200 ± 108.123 , en tanto que el número seis, presentó el menor promedio con 10.333 ± 8.763 por planta (Fig. 33).

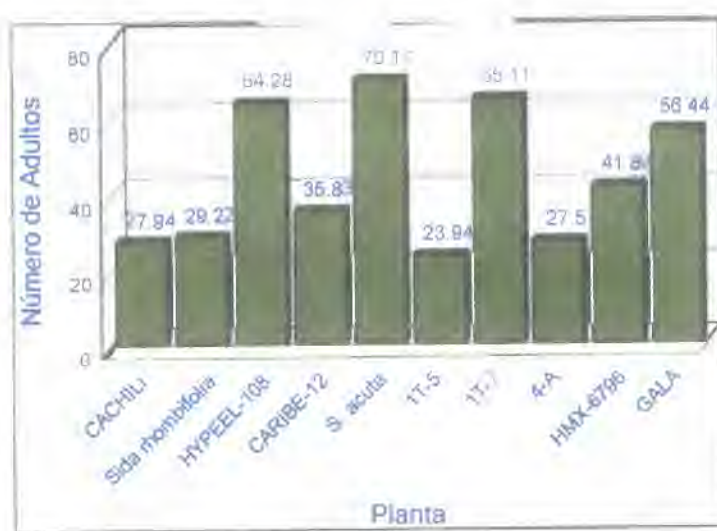


Fig. 32. Promedio de adultos de *B. tabaci* en los recuentos 1-3.

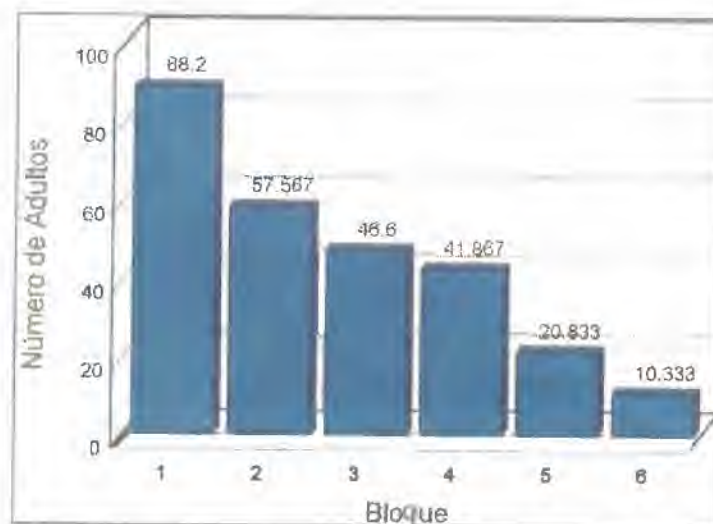


Fig. 33: Promedio de adultos de *B. tabaci* por bloque en los recuentos 1-3.

Al tercer recuento (siete días después de la exposición de las plantas a *B. tabaci*), se puede apreciar que *S. acuta* y las líneas de tomate **1T-7**, **HYPEEL-108** y **GALA**, fueron las más visitadas por los adultos del insecto; por lo que se puede resaltar que las líneas de tomate **1T-7** y **GALA**, continúan siendo altamente atractivas hacia *B. tabaci* (Fig. 34); por otro lado, la atracción de la línea **HYPEEL-108** es notoriamente superior a los registros del primer impacto, situación que es aún más notoria para *S. acuta*.

Tomando en cuenta las características de similitud en la arquitectura de la planta de las líneas más visitadas, podemos apreciar que al menos tres de ellas (*S. acuta*, **HYPEEL-108** y **1T-7**), presentan una abundante pubescencia en toda la planta, así como también en el tercio medio e inferior para las dos líneas de tomate. No obstante, la línea **GALA**, es notoriamente inferior en pubescencia a las otras tres plantas (*S. acuta*, **1T-7** y **HYPEEL-108**), semejándose más a *S. acuta*, en relación al escaso número de tricomas simples y tricomas glandulares en el tercio medio e inferior de la planta (Cuadro VII).

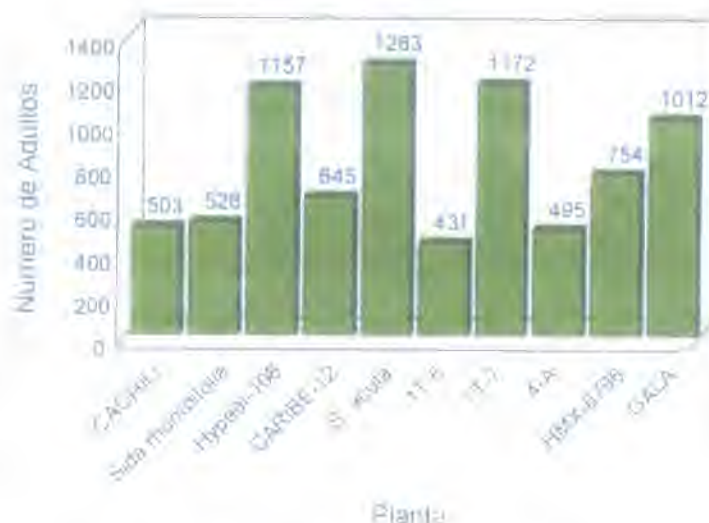


Fig. 34 Total de adultos de *B. tabaci* en los recuentos 1-3

Esta situación, contrastante en cuanto a las características de la planta, pero consistente en la atracción de adultos de *B. tabaci*, nos permite asumir que ninguno de los factores analizados bajo las condiciones en que se realizó el estudio, ha tenido efecto directo en la presencia de adultos, situación que se confirma con la línea de tomate IT-5, la cual fue la menos infestada, y que resultó similar a muchas de las características que presentan las plantas más afectadas. Otra vez, se presenta la posibilidad de que algún compuesto químico no estudiado, sea el responsable de la atracción o no atractividad de las plantas hacia los adultos de *B. tabaci*.

a.3. Promedio de adultos totales.

Se encontraron diferencias significativas entre la cantidad de adultos por planta y por bloque.

El valor máximo de adultos de *B. tabaci*, fue presentado por la línea HYPEEL-108, con un promedio de 171.185 ± 174.202 . En tanto que la línea CACHILL, mantuvo la menor cantidad de adultos, con un promedio de 64.907 ± 70.855 (Fig. 35).

También existió diferencia significativa en relación al promedio de adultos totales, presentando el bloque número 1, el mas alto valor en relación a los otros, con un promedio de 178.44 ± 184.159 adultos por planta. Por otro lado, el bloque número seis, fue el que presentó el mas valor bajo, con un promedio de 43.68 ± 50.43 adultos por planta (Fig. 36).

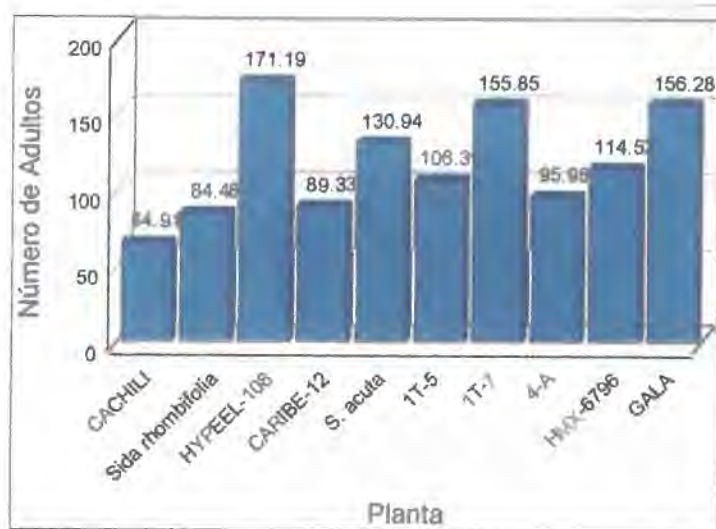


Fig. 35: Promedio total de adultos de *B. tabaci* en las diferentes líneas y especies de plantas.

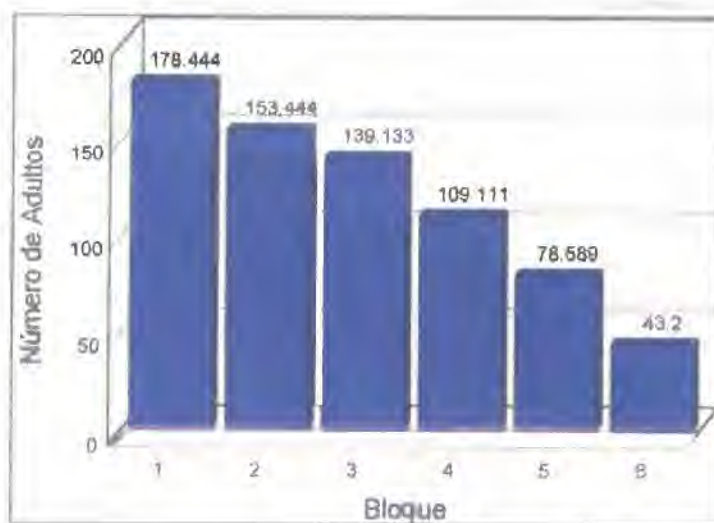


Fig. 36: Promedio total de adultos de *B. tabaci* por bloque.

En relación a las evaluaciones realizadas en el recuento final, expresadas en términos del número total de adultos acumulados en todos los recuentos previos, correspondientes a los 32 días de exposición (Fig. 37),

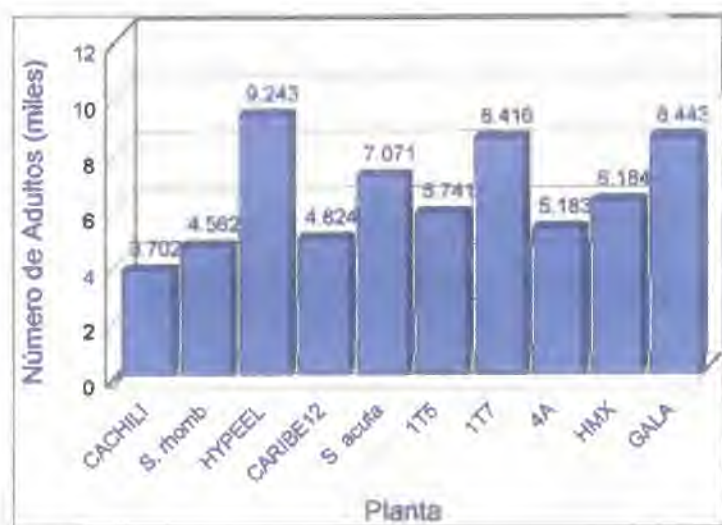


Fig. 37: Total de adultos de *B. tabaci* en el recuento final.

se puede apreciar que la línea **HYPEEL-108** fue la que recibió la mayor cantidad de adultos de *B. tabaci* (9,243), mientras las líneas **T-7** y **GALA** ocuparon valores acumulados similares que sobrepasaron los 8,000 adultos por planta; en tanto que la línea **CACHILI** con 3,702 adultos por planta. *S. rhombifolia* y la línea **CARIBE-12**, fueron las menos aceptadas por los adultos de *B. tabaci* con 4562 y 4824 adultos por planta, respectivamente. Al analizar las características morfológicas de las plantas estudiadas (Cuadro VIII), se pudo observar un alto grado de similitud entre las líneas de tomate **1T-7** y **HYPEEL-108** en lo referente a tricomas simples totales, tricomas simples del tercio medio y superior y tricomas glandulares de esta última porción de la planta, así como también en área foliar y altura de planta. Sin embargo, la línea **GALA** resultó notablemente diferente a las dos anteriores, tanto en su escasa pubescencia como en su menor área foliar. La línea **CACHILI**, con características muy similares a la **HYPEEL-108** en cuanto a la pubescencia, tricomas glandulares, área foliar y altura de planta, resultó ser la menos visitadas por los adultos de este insecto.

El establecimiento de las poblaciones de *B. tabaci* en las diferentes líneas y especies de plantas, es diferenciado aquí, de la atraktividad hacia adultos, en función del hecho que el adulto puede alimentarse y aparearse fuera del hospedero predilecto. A pesar de todo esto, en muchos casos, plantas no aparentes para el desarrollo del insecto pueden ser visitadas por altas densidades de adultos y de acuerdo a su preferencia pueden o no colonizar al hospedero. En base a lo expresado, se asume, que si bien es cierto que las plantas seleccionadas para el presente ensayo fueron visitadas por adultos, que mostraron una relativa preferencia por las líneas **HYPEEL-108**, **IT-7** y **GALA** (Fig. 38), encontramos que la colonización mayor se dio en la línea **HYPEEL**, donde el número total de ninfas superó substancialmente al de las otras líneas o especies de plantas, alcanzando un valor de 8,427 ninfas por planta (10 folíolos), lo cual corresponde a un promedio de 35.11 ninfas por folíolo (Fig.39); consecuentemente, estas líneas resultaron seleccionadas como hospederas. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Walker y Perring (1994 En: Liedl *et al.*, 1995).

La línea **HYPEEL-108**, se caracteriza por presentar una abundante pubescencia, y un número importante de tricomas glandulares en el tercio medio e inferior. Aunque el número de hojas fue reducido en esta línea, su área foliar resultó ser una de las más altas y su tamaño no fue diferente a las demás líneas de tomate (Cuadro VIII).

S. acuta, aunque con valores de pubescencia muy por debajo de la línea **HYPEEL-108**, alcanzó un número importante de ninfas, llegando a un total de 5,262 por planta (10 folíolos), con un promedio de 21.93 ninfas por folíolo (Fig. 39). Esta planta se caracteriza por presentar escasa pubescencia, con tricomas simples largos (1.24 mm. en promedio), ausencia de tricomas glandulares, número de hojas y área foliar reducidos y la altura al final de la exposición fue significativamente más pequeña que todas las líneas de tomate.

Probablemente, las características bioquímicas de la planta juegan un papel importante en la selección de las hembras de *B. tabaci*. Sin embargo, si se comparan los valores de la población de ninfas de esta planta con *S. rhombifolia* (Fig. 39), se observa que hay una diferencia notoria, ya que en esta última, se registró una

población de 2,489 ninfas por planta (10 folíolos), con promedios de 10.37 ninfas por folíolo. Una diferencia más importante referente a los tricomas, fue observada entre estas dos especies de *Malvaceas*. Estos tricomas son muy intrincados en *S. rhombifolia*, dejando un menor espacio físico disponible para el alojamiento de las ninfas de *B. tabaci* y al mismo tiempo probablemente inhibe también la presencia y sobre todo la persistencia de adultos.

Las líneas **1T-7** y **GALA**, que exhibieron una permanencia consistente de adultos desde el inicio hasta la culminación del ensayo (Fig. 38), finalmente mostraron valores proporcionalmente altos con respecto a las otras líneas de tomate, exceptuando a **HYPEEL-108**, con un total de 4,008 para **GALA** y 3,525 para **1T-7**, con promedios de 16.70 y 14.69 ninfas por folíolo, respectivamente (Fig. 39). Esto, de algún modo, podría demostrar que si bien es cierto ambas variedades fueron muy preferidas por los adultos, no necesariamente fueron aceptadas por las hembras para la oviposición. Entre ellas sin duda, la línea **GALA** fue consistentemente más afectada que la **1T-7** y sus características corresponden a una planta escasamente pubescente y con una baja densidad de tricomas glandulares, condición muy diferente a la **1T-7** que por el contrario, muestra pubescencia y tricomas glandulares que la asemejan más a la línea **HYPEEL-108**.

Merece un análisis particular la línea **HMX-6796**, que a pesar de ser una de las líneas que exhibió una menor presencia y persistencia de adultos (Fig. 38), fue entre todas las líneas de tomate, la segunda en albergar una elevada proporción de ninfas, que alcanzaron un valor total de 5,012 ninfas, correspondiendo a un promedio de 20.88 ninfas por folíolo (Fig. 39). Esta variedad, resultó ser más semejante a la **HYPEEL-108** que a cualquier otra línea de tomate, siendo la que tiene la mayor densidad de tricomas simples en el tercio medio e inferior (Cuadro VIII). Estos resultados, permiten reforzar la hipótesis que aunque una planta sea atractiva para los adultos de *B. tabaci* no necesariamente, implica una mejor aceptación como hospedera.

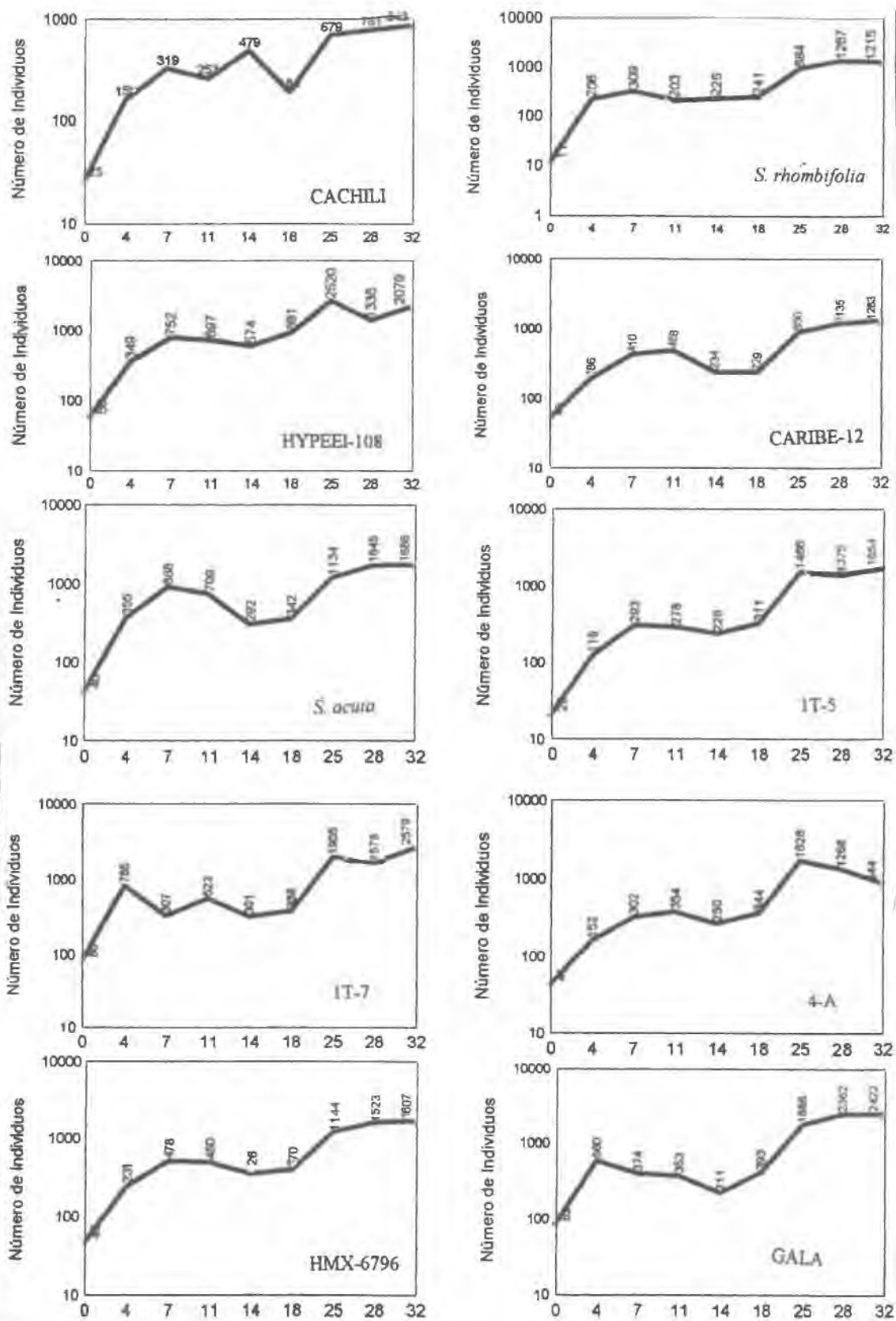


Fig. 38: Dinámica poblacional de *B. tabaci* durante el estudio.

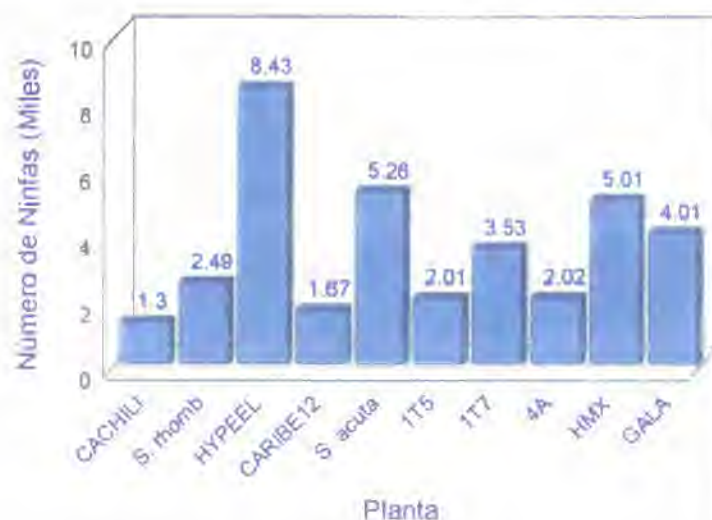


Fig. 39: Total de ninfas de *B. tabaci* registrados en el recuento final

Probablemente la pubescencia puede inhibir o limitar el espacio para la persistencia del adulto, pero puede ser seleccionada por la hembra para la oviposición y quizá, brinde una mayor protección a las ninfas, consecuentemente, se podría de alguna forma, plantear un mecanismo de selección por las plantas que presentan una densa pilosidad, que de algún modo, limitarían la acción de enemigos naturales (parasitoides y especialmente depredadores), ya sea atrapándolos (Milliron 1940 En: Obrycki, 1986) o disminuyendo su capacidad de búsqueda, (Hulpas-Jordan y van Lenteren 1978 En: Obrycki, 1986).

La línea **CACHILI**, fue una de las que recibió un menor impacto de adultos, desde su exposición a la infestación (Fig. 38), lo cual coincide con la población de ninfas que se establecieron en esta línea, ya que alcanzaron el nivel mas bajo de infestación ninfal con apenas 1,300 ninfas, que corresponden a un promedio de 5.42 individuos por foliolo (Fig. 39). Esta línea se caracteriza por una abundancia de tricomas simples y aunque los tricomas glandulares fueron relativamente reducidos en toda la planta, el tercio medio e inferior presentaron una proporción relativamente elevada de estas estructuras. El área foliar, es tan grande como la de las líneas **IT-7** y **HYPEEL-108**, así como el tamaño de planta (Cuadro VIII)

Las líneas **CARIBE-12**, **1T-5** y **4-A**, con 1,668, 2,005 y 2,022 ninfas respectivamente, mostraron infestaciones bajas de adultos, aunque ligeramente mayores que las que presentó línea **CACHILI**, con promedios de 6.95, 8.35 y 8.43 ninfas por foliolo respectivamente (Fig. 39).

La presencia de adultos en estas tres líneas, fue substancial y consistentemente baja durante todo el periodo de muestreo (Fig. 38), en comparación con las otras líneas y especies ya analizadas. Aunque, aparentemente las líneas tienen abundante pubescencia, ésta se encuentra localizada especialmente en el tercio superior de la planta (tejido meristemático u hojas jóvenes), que por lo general no son colonizados por *B. tabaci*. Por otro lado, la proporción de tricomas simples y especialmente de tricomas glandulares es muy pobre en estas tres variedades. Probablemente, la escasa pubescencia y pobre desarrollo de los tricomas glandulares constituyan una combinación que parece coincidir con su menor atraktividad y aceptabilidad por parte de las hembras de *B. tabaci*, lo cual concuerda con Ohnesorge *et al.* (1980 En: McAuslane, 1996).

Aunque en resumen, hay una incongruencia aparente entre los resultados, no obstante, parece haber una relación: a mayor pubescencia mayor proporción de ninfas, especialmente en los estratos inferior y medio. Esto concuerda con Mound (1965 En: Butler *et al.*, 1986), Butler y Henneberry (1984 En: Butler *et al.*, 1986), Flint y Parks (1990 En: McAuslane, 1995), Wilson *et al.* (1993 En: McAuslane, 1995), McAuslane (1996) y Butler y Henneberry (1986), McAuslane *et al.* (1995), Heinz y Zalom (1995), Castresana *et al.* (1983), Liu y Stansly (1995); pero contrasta con los hallazgos de Turnipseed (1977) y Morales (1997). Basándose en el análisis de correlación, se determinó que hubo un incremento de 0.19 ninfas de *B. tabaci*, por cada incremento en la densidad de tricomas simples, obteniéndose una relación lineal directa con un 16.11% de asociación ($r^2 = 0.16111$); en este caso, el número de ninfas dependió en un 16.11% de la densidad de tricomas y el 83.89% dependió de otros factores no analizados en el estudio (Fig. 40).

La incongruencia con la línea **GALA**, pudo deberse posiblemente a la concentración de metabolitos

secundarios en ciertas regiones de la planta, que la hacen más apetecibles.

La altura de la planta pareciera tener algún efecto en la atractividad de los adultos y aunque existió una escasa variación entre las líneas de tomate, las plantas más altas parecieran ser más apetecidas por los adultos. Esto es corroborado por el hecho de que por cada unidad de incremento en la altura de planta (cm.), el número de adultos aumentó en 5.91. Esto resultó en una relación lineal directa con un 9.50% de asociación ($r^2=0.09495$), entendiéndose que el número de adultos dependió en un 9.50% de la altura de planta y 90.5% dependió de otros factores no estudiados. (Fig. 41) Estos resultados, no son compatibles a lo registrado para la línea **GALA** y en la sumatoria de los tres recuentos para *S. acuta*, lo cual pudiera ser afectado por aspectos bioquímicos característicos de dichas plantas. En este sentido, no debiera solo considerarse el tamaño físico de la planta, sino también, su posición en el terreno, ya que analizando la distribución de los bloques en el plano inclinado donde se desarrolló el estudio, se observa una gradiente de infestación de la zona más alta hacia la más baja (Fig. 35). Según Bernays y Chapman (1994), esto puede deberse a que muchos insectos fitófagos se mueven hacia objetos ubicados en su campo visual. Usualmente, estos objetos consisten de un patrón oscuro contra un fondo claro y el insecto puede ser atraído por el contraste. Esta situación se dio en el presente estudio, ya que las paredes del edificio contiguo al área de estudio eran blancas, cumpliéndose el aspecto del fondo claro y color oscuro (verde) de las plantas.

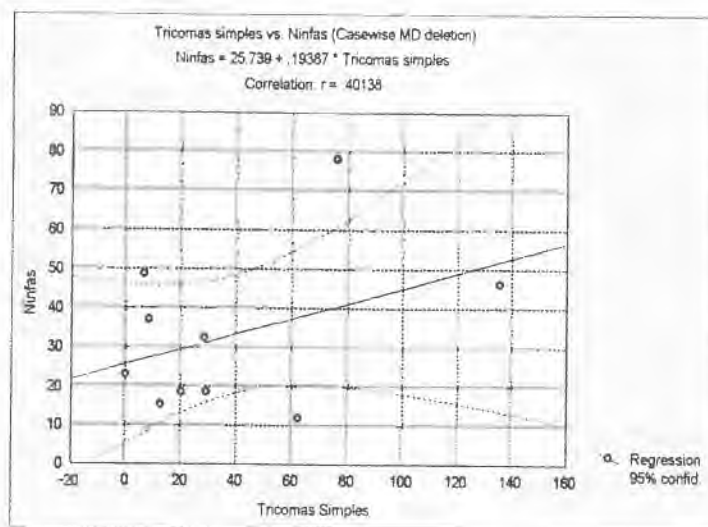


Fig. 40: Regresión lineal entre el promedio de tricomas simples y el promedio total de ninfas.

Por otro lado, Lawton (1983), señala que las plantas más altas pueden ser encontradas y colonizadas con más facilidad por insectos. Sin embargo, debido a la inclinación del terreno, las plantas ubicadas en los bloques en posición más alta, tuvieron las plantas más altas en comparación con los bloques en posición más baja. De esta forma, una planta de menor altura física, sería más alta con relación a otra de mayor altura física, dependiendo de su ubicación en el terreno.

La presión poblacional, fue extremadamente elevada, con un promedio de 116.99 adultos por planta y la intensidad de infestación de ninfas por planta (10 folíolos), tuvo un promedio de 148.83. Esta situación pudo haber afectado los resultados, ya que al saturarse físicamente algunas plantas, pudieron haber inducido al insecto a emigrar a plantas menos atractivas. Por otro lado, esta severa infestación, causa un deterioro del follaje (Fig. 42), de manera tal, que plantas frescas y libres de infestación, se tornan secas y poco atractivas por el efecto mecánico del daño, de modo tal, que el insecto pudiera migrar hacia plantas naturalmente menos atractivas, pero que en condiciones más saludables, se tornan más atractivas, coincidiendo con lo reportado por Horowitz (1986 En: Morales, 1997), Hilje *et al.* (1992 En: Morales, 1997), Noldus *et al.* (1995 En: McAuslane, 1996) y Gameel (1974).

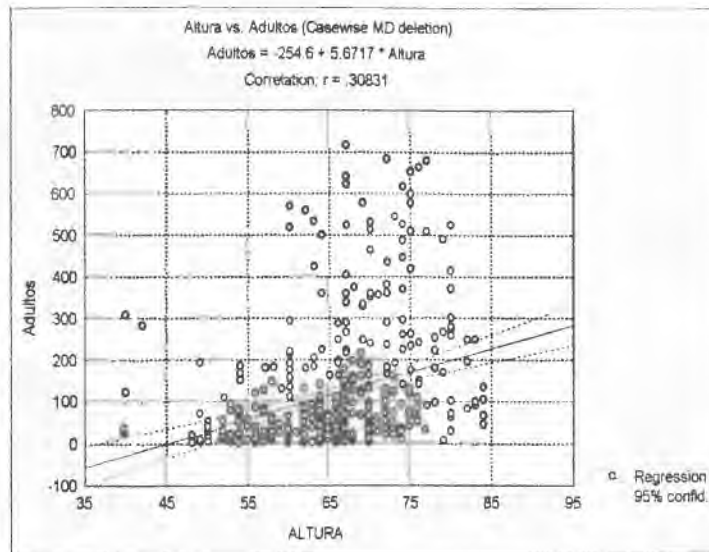


Fig. 41: Regresión lineal entre el promedio de altura de líneas de tomate y el promedio de adultos.

Aunque la población de parasitoides fue relativamente baja, quizá debido a dificultades para su observación debido a su pequeño tamaño y a pesar que no hay diferencia significativa entre las variedades y especies, resulta curioso que *S. acuta* tuviera el número más alto de parasitoides adultos, con un promedio de 0.3148 adultos por planta.



Fig. 42: Aspecto de las plantas de diferentes líneas y especies al final del ensayo.

Este valor, fue significativamente superior al valor más bajo, observado en la línea **HYPEEL-108**, cuyo promedio fue de 0.0370 adultos de parasitoides por planta (Fig. 43). Los parasitoides encontrados fueron identificados, como *Eretmocerus* sp (Hymenoptera: Aphelinidae), el cual es un parasitoide de ninfas de *B. tabaci* y *Signiphora* sp (Hymenoptera: Signiphoridae), el cual es un hiperparasitoide de ninfas del mismo insecto, (Fig. 44). Estos parasitoides fueron identificados usando las claves de Hanson y Gould (1995) y Cave (1995).

Si bien, la proporción de parasitoides adultos fue superior para *S. acuta* y más bajo para **HYPEEL-108**, los datos no son confiables (por el pequeño tamaño de ambos parasitoides). En el recuento de ninfas se pudieron detectar diferencias significativas y a través de la prueba de Duncan, se determinó que las tres líneas de tomate con mayor índice de infestación ninfal, tuvieron también el mayor número de ninfas parasitadas (Fig.45), con promedios de 16.778 (**HYPEEL-108**), 14.889 (**HMX-6796**) y 14.333 (**GALA**), siendo el valor

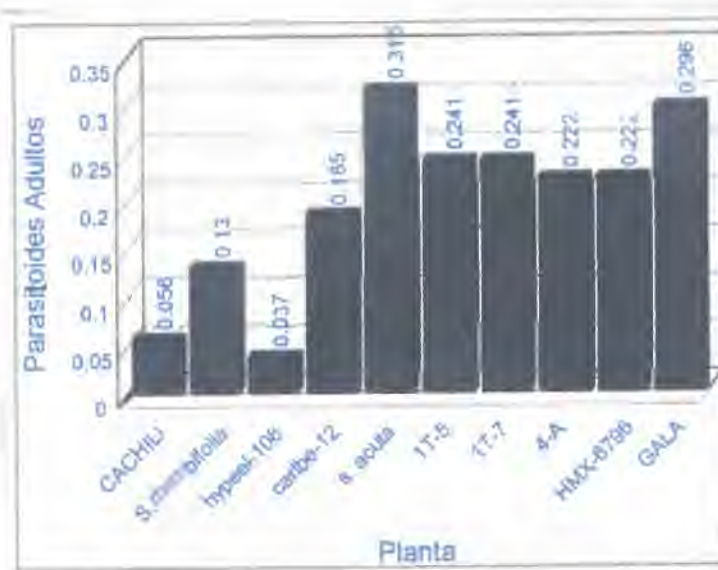


Fig. 43: Promedio de parasitoides adultos por planta.

más bajo para *S. rhombifolia* con 2,00.

Esta incidencia relativa de parasitoides, pudo deberse a las características muy especiales de los tricomas de esta Malvácea o según McAuslane *et al.* (1995), se puede deber a que *Eretmocerus* tenga predilección por parasitar ninfas de *B. tabaci* en plantas con hojas pubescentes. La línea CACHILI, también tuvo un promedio muy bajo, con 2.98 ninfas parasitadas por planta, lo cual indudablemente coincide con la más baja infestación de ninfas (Cuadro IX).



A.



B.

Fig.44: (A) *Eretmocerus* sp. y (B) *Signiphora* sp.

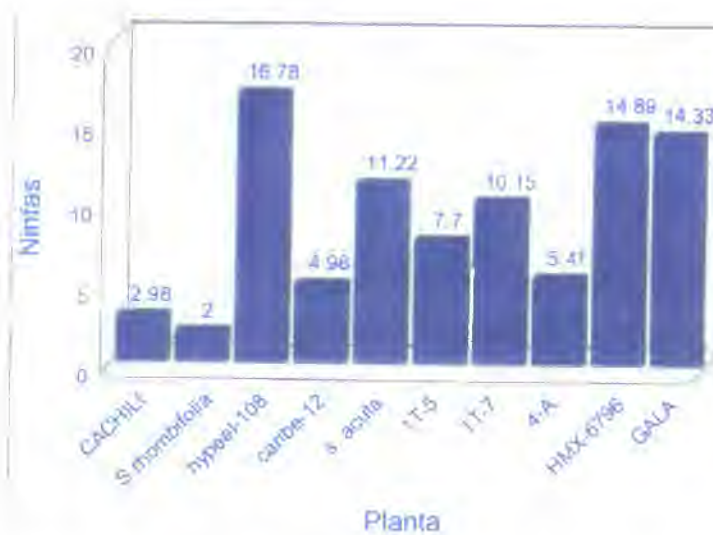


Fig. 45: Promedio de ninfas de *B. tabaci* parasitadas por planta.

CUADRO IX: Ninfas Parasitadas y Sanas por Planta

Planta	Parasitadas		Sanas		
	Promedio	D.S.	Promedio	*T. simples	*T.glandulares
CACHILI	2.986	8.460	54.2	62.17	27.72
<i>S.rhombifolia</i>	2.000	9.053	10.37	00.00	0
HYPEEL-108	16.778	3.7453	35.11	75.83	15.78
CARIBE-12	4.981	1.2467	69.5	12.50	3.56
<i>S. acuta</i>	11.222	2.8203	21.93	64.4	0
1T-5	7.704	2.0494	83.5	20.17	10.00
1T-7	10.148	2.3721	14.69	28.39	19.33
4-A	5.407	1.4774	8.43	29.06	11.39
HMX-6796	14.889	3.4166	20.88	135.50	21.00
GALA	14.333	3.2376	16.70	81.7	5.06

* T. simples= Tricomas simples.

T. glandulares= Tricomas glandulares

Al realizar una prueba de comparación de medias de ninfas por estrato (inferior y medio), se obtuvo una diferencia significativa, siendo el estrato medio, donde se dio la mayor proporción de ninfas con un total de 25,340 individuos contra 10,267 individuos del estrato inferior (Fig. 46). En ambas especies de *Sida*, no se observó una marcada diferencia de ninfas por estrato, por lo que se puede decir, que toda la planta fue colonizada.

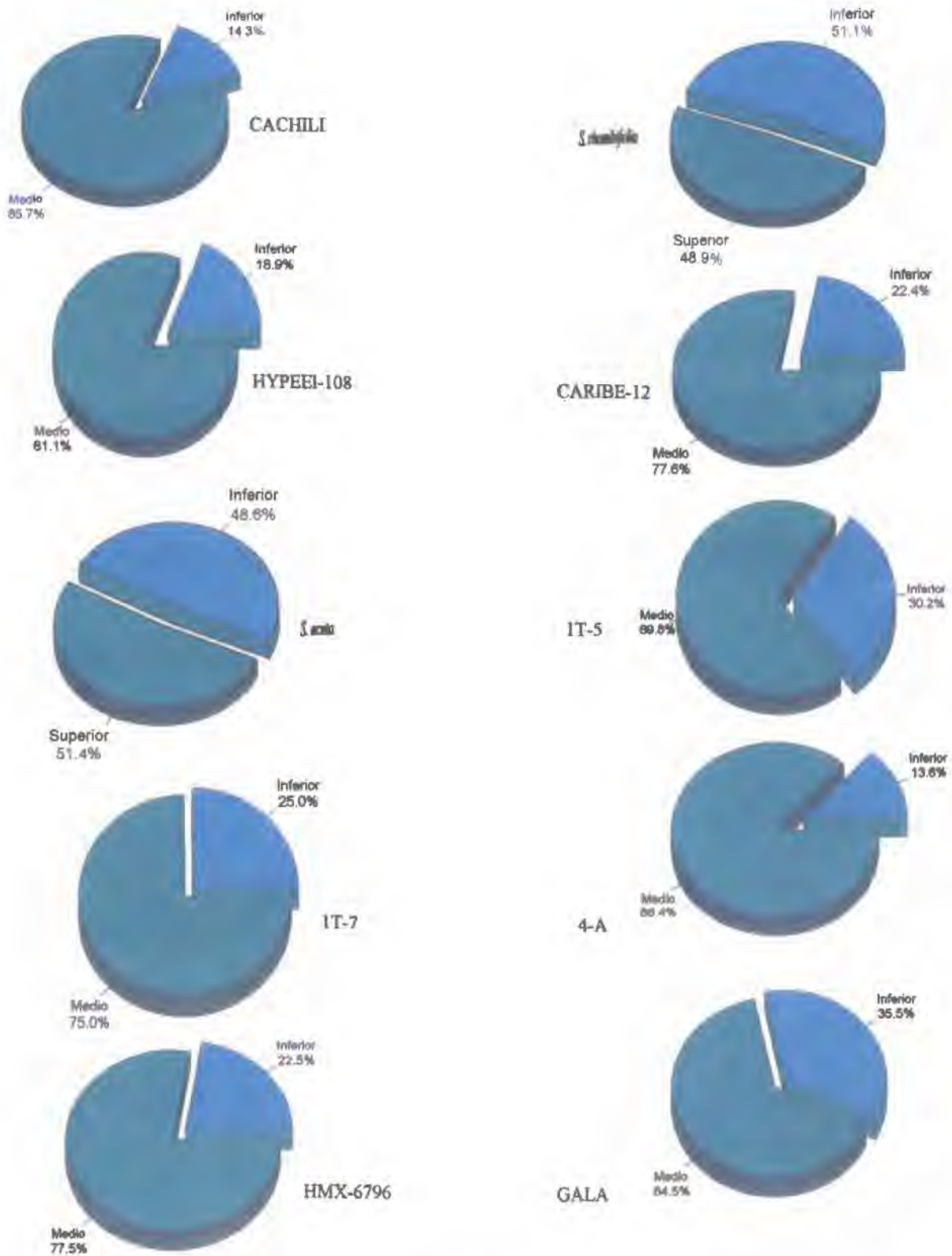


Fig. 46 Distribución de ninfas de *B. tabaci* por estrato de planta

B. EFECTO DE LA FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA SOBRE *B. tabaci*.

Debido al ataque de patógenos, las ocho plantas de tomate variedad "Entero grande" que inicialmente fueron expuestas a *B. tabaci* para determinar la selección hospedera en una situación de dos formas de crecimiento (erecto vs. rastrero), se redujo a cinco (dos plantas erectas y tres rastreras), por lo que se decidió no tomar en cuenta los resultados, debido a la no confiabilidad de los mismos para un análisis estadístico; sin embargo, al computar el número de ninfas y adultos de *B. tabaci* y el número de hojas para cada forma de crecimiento para cinco recuentos de adultos y dos de ninfas, se determinó que el máximo número de adultos, ninfas y hojas, lo presentaron las plantas creciendo en forma horizontal, con 1,642; 877 y 246, respectivamente, mientras que las plantas creciendo en forma vertical registraron 1402; 273 y 195, respectivamente (Fig. 47).

Estos resultados contrastan con lo encontrado por Bach (1981), pero son similares a lo reportado por Bernays y Chapman (1994), con relación a que los insectos vuelan hacia los objetos ubicados en su campo visual. También, esto puede deberse a la diferencia en el número de hojas, pues al haber una mayor cantidad de estas, significa una mayor disponibilidad de nichos, mas atenuación de las condiciones ambientales y quizá, mayor protección contra los enemigos naturales.

Finalmente, estos resultados sugieren, que la hembra y los adultos de *B. tabaci*, prefieren las plantas con crecimiento rastrero. Esto es apoyado por lo reportado por Walker y Perring (1994 En Liedl *et al.*, 1995), cuando sostienen que la oviposición es el mejor indicador de la aceptación de una planta hospedera.

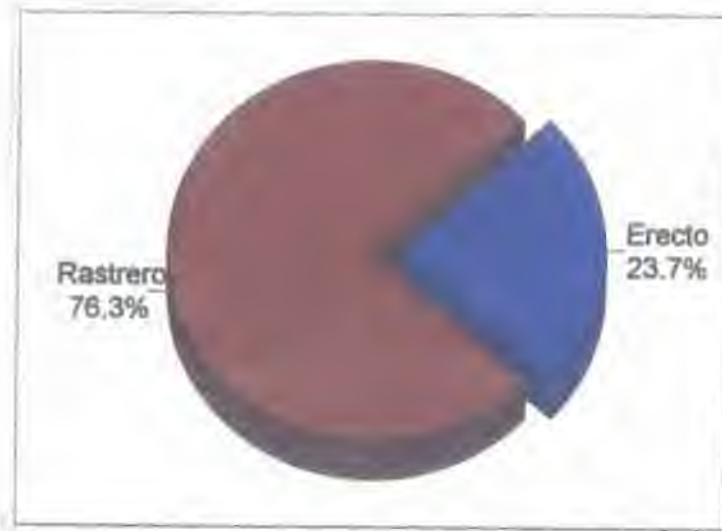


Fig. 47. Comparación de número de ninfas de *B. tabaci* según forma de crecimiento de planta.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el presente trabajo, se concluye que:

1. Las condiciones microclimáticas y humedad de la hoja, parecieron no tener ninguna influencia en la selección hospedera de *B. tabaci*.
2. Ninguno de los factores analizados tuvo un efecto directo en la atraktividad inicial de adultos de *B. tabaci* hacia las plantas de tomate, pero podría deberse a algún factor no analizado, como algunos metabolitos secundarios o alguna asociación bioquímica.
3. Las líneas más preferidas por los adultos de *B. tabaci*, no necesariamente fueron aceptadas por las hembras para la oviposición.
4. Aunque inicialmente, la pubescencia parece inhibir o limitar el espacio físico para la persistencia de los adultos, las hembras seleccionaron plantas con este factor morfológico para la oviposición, probablemente debido a que las plantas con hojas pubescentes, limitan la acción de depredadores y parasitoides.
5. Posiblemente, la escasa pubescencia y pobre desarrollo de los tricomas glandulares constituyan una combinación que puede coincidir con la menor atraktividad y aceptabilidad de la planta por parte de las hembras de *B. tabaci* para la oviposición.
6. El parasitismo de ninfas por parte de *Eretmocerus* sp y *Signiphora* sp, ocurrió en las líneas y especies con la mayor infestación ninfal y con gran cantidad de tricomas simples, por lo que no se vieron afectados por esta barrera.

7. La distribución intrincada y el tipo de tricomas "estrellados" de *S. rhombifolia*, resultó la mejor barrera contra adultos y ninfas.
8. Aunque no se contó con la cantidad adecuada de réplicas, es probable que las plantas creciendo en forma horizontal sean mas apetecidas por los adultos para la alimentación y oviposición.
9. Una planta con baja densidad de tricomas simples y glandulares, debiera disminuir la tasa de crecimiento poblacional al reducir la tasa de oviposición de las hembras.
10. El uso de aquellas plantas con alta densidad de pubescencia foliar, parecen promisorias para ser usadas como cultivos trampa contra *B. tabaci*.

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES.

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, se cree importante recomendar:

1. Evaluar bajo condiciones de campo las líneas de tomate **CACHILI, CARIBE-12, 1T-5 y 4-A**, que, bajo las condiciones en que se realizó este trabajo, resultaron menos aceptadas para *B. tabaci*.
2. Hacer estudios más profundos en cuanto a los aspectos bioquímicos que pudieran contener aquellas líneas de tomate, en particular la línea **GALA** que resultó ser muy atractiva a *B. tabaci*, a pesar de tener una escasa densidad de tricomas.
3. Comparar en condiciones de campo la atraktividad de *B. tabaci*, hacia líneas de tomate pubescentes y/o escasamente pubescentes.
4. Tomar en cuenta en un programa de mejoramiento genético del tomate, la incorporación de las características no favorables a *B. tabaci* encontradas en este estudio, a líneas comerciales, puesto que algunas de las líneas evaluadas, no producen frutos.
5. Evaluar el comportamiento de parasitoides nativos, en plantas con diferente grado de pubescencia, como otra alternativa para el control de esta plaga.
5. Reevaluar el efecto potencial de la forma de crecimiento de la planta, en la mayor o menor colonización por *B. tabaci*.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA.

- BACH, C.E. 1981.** Host plant growth form and diversity: effects on abundance and feeding preference of a specialist herbivore, *Acalymma vittata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia*, 50: 370-375.
- BERNAYS, E.A. and CHAPMAN, R.F. 1994.** Host-plant selection by phytophagous insects. 1st. ed. CHAPMAN & HALL, INC. , N. Y. , 311 pp.
- BLUA, M.J. , YOSHIDA, H.A. and TOSCANO, N.C. 1995.** Oviposition preference of two *Bemisia* species (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* , 24 (1): 88-93.
- BOETHEL, D.J. and EIKENBARY, R.D. 1986.** Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. 1st. ed. ELLIS HORWOOD, Limited, England, 350 pp.
- BUTLER, JR. , G.D. , HENNEBERRY, T.J. and WILSON, F.D. 1986.** *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton: adult activity and cultivar Oviposition preference. *J. Econ. Entomol.* ,79: 350-354.
- CAVE, R.D. 1995.** Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Zamorano. Academic Press. Tegucigalpa, Honduras, 202pp.
- CASTRESANA, L. , NOTARIO, A. e IGLESIAS, L. 1983.** Distribución de la puesta sobre tomate de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (mosca blanca de los invernaderos). *An. INIA/Ser. Agric.*, 23: 100-111.

- COSTA, H.S. , BROWN, J.K. and BYRNE, D.N. 1991.** Host plant selection by the white fly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Homoptera: Aleyrodidae) under greenhouse conditions. *J. Appl. Ent.* 112: 146-152.
- DUFFEY, S.S. 1986.** Plant glandular trichomes: their partial role in defense against insects. En: JUNIPER, B. & SOUTHWOOD, FRS. 1986. *Insects and the plant surface*. 1st ed. EDWARD ARNOLD, Great Britain, pp: 1-22.
- FENNY, P. 1976.** Plant apparency and chemical defense. *Recent Adv. Phytochem.* , 10: 1-40.
- GAMEEL, O.I. 1974.** Some aspects of the mating and Oviposition behaviour of the cotton white fly *Bemisia tabaci* (Genn.). *Rev. Zool. Afr.* , 88 (4): 784-788.
- HANSON, P. and GAULD, I. 1995.** *The Hymenoptera of Costa Rica*. 1st. ed. OXFORD UNIVERSITY PRESS, USA. , 890pp.
- HEINZ, K.M. and ZALOM, F.G. 1995.** Variation in trichome-based resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition on tomato. *J. Eco. Entomol.* , 88 (5): 1494-1502.
- HILJE, L. , ed. 1996.** Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. *Materiales de Enseñanza/CATIE.* , 37: vii-xiii.
- JEFFREE, C.E. 1986.** The cuticle, epicuticular waxes and trichomes of plants, with reference to their structure, functions and evolutions. En: JUNIPER, B. & SOUTHWOOD, FRS. 1986. *Insects and the plant surface*. 1st ed. EDWARD ARNOLD, Great Britain, pp: 23-150.

- JUNIPER, B. and SOUTHWOOD, R. 1986.** Insects and the plant surface. EDWARD ARNOLD, Great Britain, pp: 1-22.
- LAWTON, J.H. 1983.** Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Ann. Rev. Ent.* , 28: 23-35.
- LIU, T.X. and STANSLY, P.A. 1995.** Oviposition by *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato: effects of leaf factors and insecticide residues. *J. Econ. Entomol.* , 88 (4): 992-997.
- LIEDL, B.E. , LAWSON, D.M. WHITE, K.K. , SHAPIRO, J.A. , COHEN, D.E. , CARSON, W.G. , TRUMBLE, J.T. and MUTSCHELER, M.A. 1995.** Acylsugars of wild tomato *Lycopersicon pennellii* alters and reduces oviposition of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* , 88 (3): 742-748.
- MARQUIS, R.J. and WHELAN, C. 1996.** Plant morphology and recruitment of the third trophic level: subtle and little-recognized defenses?. *Oikos*, 75 (2): 330-334.
- McAUSLANE, H.J. , JOHNSON, F.A. , COLVIN, F.L. and SOJACK, B. 1995.** Influence of foliar pubescence on abundance and parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean and peanut. *Environ. Entomol.* , 24 (5): 1135-1143.
- McAUSLANE, H.J. 1996.** Influence of leaf pubescence on ovipositional preference of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean. *Entomol. Soc. Am.* , 25 (4): 834-841.
- METCALF, R.L. and LUCKMANN, W.H. 1994.** Introduction to insect pest management. 3d. ed. J. WILLEY & SONS, INC. , N.Y. , 650 pp.

- MORALES, P.A.** 1997. Resistencia al ataque de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) en ocho cultivares de melón en Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela. Bol. Entomol. Venez. N.S. , 12 (1): 63-72.
- OBRYCKI, J.J.** 1986. The influence of foliar pubescence on entomophagous species. En: BOETHEL, D.J. and EIKENBARY, R.D. 1986. Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. 1st. ed. ELLIS HORWOOD, Limited, England, 350 pp.
- PEDIGO, L.P.** 1996. Entomology and pest management. 2d. ed. PRENTICE HALL, 678pp.
- PRICE, P.W.** 1986. Ecological aspects of host plant resistance and biological control: interactions among three trophic levels. En: BOETHEL, D.J. and EIKENBARY, R.D. 1986. Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. 1st. ed. ELLIS HORWOOD, Limited, England, 350 pp.
- ROBYNS, A.** 1965. Malvaceae. En: WOODSON, R.G. and SCHERY, R.W. 1965. Flora de Panamá. Annals of the Missouri Botanical Garden, 4 (52): 549-565.
- RUIZ, R. Y LAZARO, E.** 1994. *Bemisia tabaci* (Genn) (Homoptera: Aleyrodidae) y sus hospederos silvestres en la Península de Azuero, Panamá. Tesis. Universidad de Panamá, Panamá, Panamá. 52 pp.
- SMITH, C.M.** 1989. Plant resistance to insects. A fundamental approach. 1st. ed. J. WILEY & SONS, INC. , N.Y. , 311pp.

- SOUTHWOOD, R.FRS.** 1986. Plant surfaces and insects-an overview. En: JUNIPER, B. and SOUTHWOOD, R. 1986. Insects and the plant surface. EDWARD ARNOLD, Great Britain, pp: 1-22.
- TURNIPSEED, S.G.** 1977. Influence of trichome variations on populations of small phytophagous insects in soybean. *Environ. Entomol.* , 6 (6): 815-817.