



UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

COMPORTAMIENTO DE FORRAJEO DE *Bemisia tabaci*
(HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) EN TOMATE Y
BERENJENA.

POR:

RAUL IRAHETA VILLATORO

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

1998

7 m

29 JUN 1998

**COMPORTAMIENTO DE FORRAJEO DE *Bemisia tabaci*
(HOMOPTERA: ALEYRODIDAE), EN TOMATE Y
BERENJENA.**

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

06524110 del 2017

02140

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por permitirme desarrollar y culminar con éxito mis estudios

Al Doctor Cheslavo Korytkowski, por su labor encomiable de enseñar, prestándome su asesoría la que me permitió finalizar este documento. Mis mejores deseos para que continúe su labor académica y personal con éxito como hasta ahora lo ha realizado

Al Doctor Héctor Barrios y profesor Diego Navas por sus importantes observaciones en pro de mejorar el documento final

Al Servicio de Intercambio Académico Alemán por brindarme la oportunidad económica, pues sin ella considero que me hubiese sido imposible culminar mis estudios. Deseo expresar éxitos al personal del DAAD en Costa Rica por desarrollar su trabajo con una atención esmerada para con los becarios

DEDICATORIA

A mi esposa Janeth y mi hija Gisehta, quienes siempre estuvieron presente en mi corazón y fueron la fuerza que me impulso a seguir adelante

A mis padres Raul y Mercedes por sus oraciones y formación que me permutó ser fuerte siempre

A Jom y la Abuela Carmela por su apoyo perseverante

A todos mis hermanos que siempre han estado en mi corazón

A todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo

RESUMEN

El forrajeo de *Bemisia tabaci* (actividades de alimentación, desplazamiento, apareo, migración, rehuso de apareo, acicalado, emigración de la planta, excreción de mielecilla, selección del sitio de alimentación y retiro del estilete) fue estudiado en plantas de tomate y berenjena, entre abril de 1997 y abril de 1998, resultando que la emergencia del adulto toma entre 22 - 30 minutos alcanzando la madurez de 9 -10 horas después de haber emergido. La alimentación es la actividad en la que ocupa la mayor parte del tiempo (48.43% para el macho y 50.02% la hembra). El macho resultó ser más activo que la hembra (4.62% y 2.79% respectivamente). Los apareamientos se efectuaron entre las 10 -4 p.m., durante esta actividad de 4 - 5 minutos. Los apareos durante el día fue de un máximo de dos, esta actividad representó el 0.24% del total de actividades efectuadas por el insecto. Los huevos fueron depositados en forma indiscriminada. La actividad de acicalamiento fue de mayor tiempo para el macho que para la hembra (1.24% y 0.67% respectivamente). El vuelo dispersal es inducido por la búsqueda de la pareja, representando la actividad migratoria 0.6% y 0.36% para el macho y la hembra respectivamente. La intensidad del viento de 2 -20 metros por segundo no parece tener influencia en el estímulo dispersal. La hembra deposita la mayoría de los huevos en 24 horas después de emerger (64 huevos para el cubículo y 105 cámara bioclimática), declinando hasta caer bruscamente en el tercer día. Finalmente se determinó que *Bemisia tabaci* emite una serie de sonidos, sin lograrse determinar cual fue la razón de cada uno de ellos.

SUMMARY

The forages of *Bemisia tabaci* (feeding, displacement, mate, migration, spruced up, emigration of the plant, honeydew secretion, selection of the feeding place and retirement of the stylet) it was studied in tomato plants and eggplant, between April of 1997 to April of 1998, being that the adult's emergency takes among 22 - 30 minutes reaching the maturity of 9-10 after hours emerged. The feeding is activity in which occupies most time (48.43% male and 50.02% female). The male was more activate that female (4.63% and 2.79% respectively). The mating were made among 10 - 4 afternoon hours reaching this activity of 4 - 5 minutes. During day maximum mates was two, this activity it represented the 0.24% of the total activities made by the insect. The eggs were deposited in indiscriminate form. The spruced activity was more time for the male that female (1.24% and 0.67% respectively). The flight dispersal is induced by the couple's search, representing the migratory activity 0.6% and 0.36% for male and female respectively. The intensity of the wind of 2 -20 meter per second doesn't seem to have influence in the stimulate dispersal. Female deposits most eggs in 24 hours after emerging, declining until falling abruptly in the third day. Finally you determines that *Bemisia tabaci* emits a series of sounds, without being possible to determine which was the reason of each one of them.

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTO	1
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	1
SUMMARY	1
CAPITULO I INTRODUCCION	2
CAPITULO II REVISION BIBLIOGRAFICA.	3
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS	10
1 Ubicación y caracterización del área de trabajo	10
2 Producción de plantas libres de insectos	10
3 Mantenimiento de Colomas de <i>Bemisia tabaci</i>	12
4 Producción de <i>Bemisia tabaci</i> de edad conocida.	13
5 Actividad diurna de <i>Bemisia tabaci</i>	13
6 Comportamiento de vuelo	16
7 Prueba de comunicación intra específica	18
8 Tasa de oviposición y esperanza de vida	18
9 Procesamiento de la información obtenida	18
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION	21
- Proceso de emergencia del adulto	21
- Comportamiento de alimentación	22
- Desplazamiento del adulto	25
- Comportamiento de apareo	27
- Comportamiento de oviposición	29
- Comportamiento de Acicalado de "Mosca blanca"	29
- Actividad migratoria de <i>Bemisia tabaci</i>	30
- Comportamiento de vuelo de <i>Bemisia tabaci</i>	31
- Tasa de oviposición y esperanza de vida de <i>Bemisia tabaci</i>	31
- Comunicación intra específica.	32
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA	38

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Estructura metálica con techo de lámina transparente, diseñada para la protección de plantas sanas y cría, en área aledaña al Insectario	11
Figura 2	Casa de malla en el desarrollo de plantas sanas y cría de “mosca blanca”	11
Figura 3	Aspecto general de la parcela de melón en Zanguenga, Chorrera, en donde se colectaron estados inmaduros de “mosca blanca” para el pie de cría	12
Figura 4	Cajas de emergencia utilizadas para la obtención de adultos de “mosca blanca”	13
Figura 5	Características morfológicas de la “pupa” de “mosca blanca”	14
Figura 6	Plantas de berenjena y tomate utilizadas en las pruebas de comportamiento de forrajeo de <i>B. tabaci</i>	15
Figura 7	Comportamiento de forrajeo de <i>B. tabaci</i> utilizando el micro sistema de video	15
Figura 8	“Moscas blancas” en región del mesonoto con tinta china	16
Figura 9	Equipo utilizado para las pruebas de comunicación intraespecífica.	19
Figura 10 a.	Cámara bioclimática utilizada en las pruebas de capacidad de oviposición de <i>B. tabaci</i>	19
Figura 10 b	Micro jaulas instaladas en cubículo, para la evaluación del comportamiento de oviposición de <i>Bemisia tabaci</i>	20
Figura 11	Frecuencia de desplazamiento de <i>B. tabaci</i> a diferentes horas del día en tomate y berenjena, 1997 - 98	24

		Página
Figura 12	Desplazamiento de <i>B. tabaci</i> , en berenjena y tomate, 1997 - 98	25
Figura 13	Efecto de la temperatura en el desplazamiento de <i>B. tabaci</i> , en tomate y berenjena, 1997 - 98	27
Figura 14	Distribución de los huevos depositados en el envés de la hoja por "mosca blanca"	29
Figura 15	Comportamiento de Acicalado de <i>B. tabaci</i> , en berenjena y tomate, 1997 - 98	30
Figura 16	Emigración de <i>Bemisia tabaci</i> en tomate y berenjena, 1997 -98	31
Figura 17	Tasa de oviposición de <i>Bemisia tabaci</i> en berenjena, abril de 1998	32
Figura 18	Frecuencia de sonido emitida por una pareja de "mosca blanca" determinandose un sonido que probablemente este relacionado con la alimentación.	33
Figura 19	Frecuencia de sonido emitida por un grupo de "moscas blancas"	33
Figura 20	Frecuencia de sonido emitida por una pareja dispuesta para el apareo	34

INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO I	Comportamiento de apareo de <i>Bemisia tabaci</i>	23
CUADRO II	Comportamiento de alimentación de <i>Bemisia tabaci</i> , en base al total de observaciones realizadas , 1997-98	25
CUADRO III	Temperaturas reportadas (C°) durante el desarrollo de las pruebas de comportamiento de forrajeo de <i>Bemisia tabaci</i> , en tomate y berenjena, 1997 -98	26
CUADRO IV	Comportamiento de apareo de <i>Bemisia tabaci</i> en tomate y berenjena.	28
CUADRO V	Rehuso de apareo de <i>Bemisia tabaci</i> , en tomate y berenjena, 1997 - 98	28

CAPITULO I
INTRODUCCION

CAPITULO II
REVISION BIBLIOGRAFICA

INTRODUCCION

La "mosca blanca", *Bemisia tabaci* (Homoptera Aleyrodidae), es conocida por el daño que causa a un elevado número de plantas cultivadas, entre ellas el tomate. En la mayoría de los países de la región de Mesoamérica y Panamá, el tomate es considerado de importancia en la dieta alimenticia de la población.

De acuerdo a Cooperative Research on *Bemisia tabaci* (BIRU) (1992), la "mosca blanca" sirve también como vector de numerosas enfermedades viroticas en plantas, transmitiendo cerca de 20 virus los cuales causan enfermedades a 20 cultivos. Además produce una exudación de mucicilla que promueve el crecimiento del hongo el cual interfiere con el crecimiento de la planta. Las pérdidas en los campos debidas a "mosca blanca" son variables pero a menudo se sitúan en un rango entre US \$1 y 500 millones anualmente. El control de este insecto con insecticidas químicos se hace difícil por su rápido desarrollo de resistencia y sus hábitos de vida ya que usualmente se ubica en el envés de las hojas, lo cual limita la acción de algunos productos.

Caballero (1993), reportó 17 especies de Aleyrodidae, para Panamá de ellas, Poveda citado por Valderrama y Velázquez (1994), mencionan que *B. tabaci* ocupa un lugar relevante por el daño que causa, principalmente como vector de virus en tomate.

Las investigaciones sobre comportamiento de esta plaga son escasas y los tópicos más cubiertos son sobre manejo integrado de plagas, insecticidas, hospederos, ciclo biológico, mejoramiento genético y otros.

En programas modernos de manejo de poblaciones de insectos, resulta imprescindible realizar estudios básicos sobre el comportamiento de las especies a controlar, con la finalidad de buscar alternativas que permitan frenar su expresión biótica. Con la presente investigación se pretende evaluar el comportamiento de forrajeo (alimentación, apareo, oviposición, vuelo y comunicación) de *Bemisia tabaci*.

REVISION BIBLIOGRAFICA

El comportamiento de la “mosca blanca” abarca varias actividades de importancia las cuales se detallan con cada uno de sus aspectos y características relevantes.

1. EMERGENCIA DEL ADULTO

Segun Byrne *et al.* (1991), la mayoría de adultos emergen por la mañana. Este proceso depende de la temperatura, emergiendo inicialmente a altas temperaturas, y suspendiéndose cuando la temperatura baja alrededor de 17°C. A cuatro horas de su emergencia la “mosca blanca del camote” se encuentra lista para volar (a 27°C), aunque en repollo este proceso es mucho más largo de 16-58 horas a 10-25°C. En el periodo de pre-vuelo el adulto se alimenta y se aplica cera externamente. En Cooperative Research on *Bemisia tabaci* (BIRU), (1992) se indica que la longevidad del adulto de *B. tabaci* es entre 10 y 22 días, en tanto que Echeikraut y Cardona (1989), mencionan que la esperanza de vida para machos es de 11 días y 14 días para la hembra.

Hoffman y Byrne (1986), afirman que la temperatura tiene un marcado efecto en el momento que precede a la emergencia del adulto de la “mosca blanca”. El éxito en la eclosión del insecto es grande cuando la temperatura es moderada y la humedad relativa es alta, lo cual es una situación común en las horas tempranas de la mañana, que además puede ofrecer una ventaja selectiva para *B. tabaci*. El patrón de eclosión del adulto de las especies de “mosca blanca” observado por algunos investigadores en el campo y laboratorio sugieren un ritmo circadiano endógeno que gobierna el proceso de eclosión, las observaciones revelaron que el ritmo de emergencia persiste bajo condiciones de luz continua y oscuridad continua. Ellos mencionan además que existe un ritmo circadiano en *B. tabaci* que es también apoyado por la regla de Aschoff la cual sostiene que los animales diurnos tienen un Tau (periodo rítmico de libre-corrido) en condiciones de DL (luz continua) así como DO (oscuridad continua), el periodo de 23 h bajo luz y 27.5 h bajo oscuridad observados en su experimento concuerda con esta teoría. Así parece que *B. tabaci* tiene adoptado un patrón en el comportamiento de eclosión, dirigido a la emergencia en horas de la mañana. Como todo ritmo circadiano, una de las principales ventajas de esta estrategia corresponde con un elevado número de individuos que obviamente facilitan el encuentro de sexos y el apareo. La eclosión por la mañana también dispone a *B. tabaci* para tomar ventaja del periodo óptimo de las condiciones ambientales para cuando la temperatura es baja y la humedad es alta.

2. ALIMENTACION

Price (1984), menciona que los aspectos de comportamiento ecologico estan cubiertos por un amplio rango de tópicos en los cuales se involucran todos los estados del ciclo de vida de un insecto. Todos los dias un organismo debe de esforzarse por obtener suficiente alimento. El comportamiento completo de alimentacion es una actividad vital para la mayoría de los organismos en uno u otro estado. La obtención de alimento como el encuentro de sexos, son tópicos que están relacionados con el umbral de estrategias de forrajeo. La pregunta de como un insecto obtiene su alimento puede ser dividida en dos grandes estrategias: 1) Los aspectos fisiologicos de la busqueda y reconocimiento del alimento, el cual es complejo entre individuos, 2) La seleccion del alimento mas adecuado y la decisión del momento oportuno para la explotacion de este alimento.

Walker y Perring (1994), mencionan que la actividad de alimentación esta relacionada con la penetración del estilete de *B. argentifolii*, en cuyo movimiento se determinó que existe una frecuencia de honda sonora regular o alterna despues de algunos minutos de la penetración. Esto sugiere que la frecuencia de honda en mención es producida durante la penetración del estilete en la epidermis, mesofilo y parénquima vascular. Diferencias en la ocurrencia del retro parcial del estilete en la alimentación de la "mosca blanca" en diferentes especies de plantas indican que existe un efecto con relación a la habilidad del insecto para localizar el floema. Entre los resultados obtenidos se menciona que una vez aceptada la planta por parte de la "mosca blanca", la selección del lugar de oviposición puede ser determinado por factores nutricionales, o la simple posición dentro de la planta. El insecto tiene como hábito comun congregarse a lo largo de la vena principal o secundaria para alimentarse u ovipositar.

Byrne y Bellows (1991), reportan que en general, las "moscas blancas" se alimentan de la savia del floema, el principal nutriente transportado en fluido de las plantas. Esto es efectuado por medio de la inserción de un largo y delgado estilete bucal dentro del tejido de la planta, para luego ubicar el tejido vascular; por la puncturación de la pared del floema basal, ellas comienzan a accesar a la fuente de alimento rico en carbohidratos (azucares) y aminoácidos (nucleo para la construcción de bloques de proteina). La bomba cibarial de ambos estados (ninfa y adulto), en conjunto con la presión turgente de la planta son usados para ingerir el alimento.

Mc Auslane (1996), sobre la base de sus observaciones sugiere que existe un estímulo tigmotáctico importante durante la alimentación-oviposición, las líneas de pubescencia y de pelos dispersos provee mas estímulos tácticos que las plantas glabras. En hojas jóvenes de soya muy pubescentes, los tricomas se cierran

alimentándose las ninfas esencialmente en 90 grados a la superficie de la hoja (datos no publicados) interfiriendo así con su acceso al tejido vascular. No obstante la pubescencia de la soya puede ser manipulada para incrementar la resistencia a "mosca blanca" en la medida que esta condición no altere la susceptibilidad a otras plagas o eficacia de los agentes del control biológico, serán necesarias más investigaciones cuidadosas.

Henneberry y Yee (1996), mencionan que la Trehalosa ha sido identificada como el azúcar más abundante en la mielecilla responsable de mucha bellota de algodón manchada por adultos de *B. tabaci*. Es conocido que las diferencias en la composición de la mielecilla azucarada pueden ser resultado de la alimentación de *B. tabaci* en diferentes plantas hospederas por la composición del azúcar del floema de estas plantas.

3. APAREO

En relación al comportamiento de apareo Gameel (1974), afirma que el adulto de *Bemisia tabaci* es capaz de copular después de emergido de la cápsula pupal. El macho siempre es agresivo e insistente y continúa siguiendo a la hembra de muy cerca. El descubrimiento del sexo opuesto es hecho fácilmente por los hábitos gregarios del insecto. Algunos individuos recién emergidos quedan en parejas. El macho reconoce a la hembra tocando con sus antenas todas las partes de su cuerpo. Si más tarde está listo para el apareo, estaciona el cuerpo y no cambia su posición normal. Aprovechando el macho aparearse continuamente por 20 minutos. El macho levanta sus alas y empuja el extremo caudal de su abdomen bajo las alas de la hembra, quien voltea y levanta su genitalia externa ligeramente hacia arriba, más tarde será introducido el pene dentro de la abertura de la genitalia de la hembra.

4. OVIPOSICION

Esto varía entre las diferentes especies de "mosca blanca" y puede también diferir cuando la misma especie deposita sus huevos en hojas con superficies de características diferentes. Por ejemplo, la "mosca blanca del invernadero" deposita sus huevos en círculo en hojas lisas, porque mantiene sus apéndices bucales insertados y rota alrededor de ellos. Cuando son hojas pubescentes esto no es posible, por tanto no hay patrones para la oviposición. La "mosca blanca del arrayán" oviposita en un lado y en el margen de hojas jóvenes únicamente en árboles de cítricos. La "mosca blanca del camote" (*Bemisia tabaci*) deposita únicamente pocos huevos en la hoja, ellos emergen y entonces se desarrollan, permitiendo luego el desarrollo del resto de huevos. De este modo la descendencia tendrá a disposición abundante fuente de

alimentos para completar su desarrollo¹

Gameel (1974), menciona que la hembra usualmente deposita sus primeros huevos en el envés de la hoja en la cual emerge, trasladándose luego a las hojas jóvenes en lo alto de la misma planta o de otra cercana donde más huevos serán ovipositados que en las hojas viejas, en donde los adultos no infestarán por más tiempo. La atracción de la "mosca blanca" adulta por la hoja es posiblemente una combinación de geotropismo y selección nutricional para la alimentación y sitio de cría. Esta especie oviposita indiscriminadamente sobre la superficie de la hoja de sus plantas hospederas. La posición de la hembra mientras oviposita es muy característica, ella se estaciona con el estilete insertado dentro del tejido de la hoja, el abdomen es movido ligeramente de arriba hacia abajo y finalmente la punta del ovipositor atraviesa la epidermis de la hoja. El fluido pegajoso es secretado previamente a la oviposición. Los huevos serán guiados lentamente, con su peciolo saliendo de una fina abertura hecha en la superficie de la hoja. El ovipositor será levantado y el huevo puesto perpendicularmente a la superficie de la hoja, quedando en el mismo lugar; algunos huevos son depositados por la hembra en lugares protegidos. La extensión del área de oviposición es determinada por la naturaleza de la hoja, sea esta lisa o pubescente. Investigaciones realizadas por Gameel (1974), determinaron que *B. tabaci*, es capaz de ovipositar en grupo una media de 160.43 huevos.

Hussain y Trehan, citados por Dominguez *et al* (1991), establecieron que en cautiverio un máximo de 119 huevos fueron puestos en 18 días por una sola hembra. El número promedio de huevos puestos en un período de 24 horas fue de 6 y 8, y con un máximo de 16 durante 2 años.

Cooperative Research on *Bemisia tabaci* (BIRU), (1992), mencionan que la fecundidad es alta, variando entre 30 y 300 huevos por hembra.

Gameel (*op cit*), menciona que el hambre detiene a la hembra en su oviposición y que esta actividad es únicamente posible si logra alimentarse de la planta. Los huevos son alargados de forma oval con un pedicelo el cual lleva en una delgada pared una ampolla terminal para mantener el balance de agua. Cuando es depositado en la superficie de la hoja, el peciolo penetra la epidermis por una abertura formada por la punta del ovipositor y el paso del parénquima esponjoso. Durante el acto de oviposición, la hembra secreta un fluido para el pegamento del huevo. El sistema reproductor se encuentra ubicado en la cavidad del cuerpo cercano al sistema digestivo, y está constituido por un par de ovarios conectados por sus

¹ hagler@prnmet.com. A look at Biology and Life Cycle of Whiteflies

respectivos oviductos a un delgado ducto. La ovulación es común a la edad de tres días.

Walker y Perring (1994), determinaron que existe una frecuencia de honda de sonora emitida durante la oviposición de la “mosca blanca” (*Bemisia argentifolii*), cuando la hembra penetra la planta con su ovipositor; luego otra frecuencia es identificada cuando el pedicelo del huevo fue insertado dentro de la hoja y finalmente la “mosca blanca” retira su abdomen fuera de la superficie de la hoja, finalizando el contacto físico entre el huevo y el ovipositor. Ocasionalmente la “mosca blanca” inicia el comportamiento de oviposición (plegando el abdomen ventralmente y presionando el extremo del mismo contra la superficie de la hoja), colocando un huevo por postura. Se menciona que *B. argentifolii* oviposita más durante frecuencias de hondas sonoras continuas o uniformes y rara vez durante regulares o alternas (ingestión del floema) y fue común la oviposición al minuto de iniciada la penetración. Las ninfas de este insecto son sésiles con excepción del recién nacido que tiene movilidad y es extremadamente pequeño haciéndosele difícil moverse de la hoja en donde es ovipostado. Por esto la correcta selección del hospedero durante la oviposición es un asunto de vida o muerte para la prole de la hembra, haciendo la oviposición más que la alimentación, un excelente indicador de la aceptación de la planta hospedera.

5. COMPORTAMIENTO DE VUELO DE MOSCA BLANCA

Blackmer y Byrne (1993), reportaron que una hembra adulta de “mosca blanca” pesa alrededor 50 μg (esto es 50 millonésimas de un gramo) y los machos pesan alrededor de la mitad del peso de la hembra. Ambos sexos son de menos de 2 mm. de largo. Además determinaron que la “mosca blanca” puede mantener el vuelo hasta por un periodo cercano a 3 horas. Su vuelo no es particularmente poderoso pero es suficiente como para transportar al insecto fuera de la región; los insectos inician el vuelo alrededor de la planta en donde se alimentan (en el límite del estrato de la planta). En un día con ligera brisa, el insecto puede moverse en el aire, siendo arrastrado muchos kilómetros. Una comprensión del comportamiento de vuelo de “mosca blanca” es importante para los productores quienes desean un plan para sus futuros cultivos, para minimizar la inmigración de las “moscas blancas” de poblaciones cercanas. Es también interesante obtener un profundo conocimiento de la biología de este insecto, y establecer la influencia de las plantas hospederas, edad y otros factores de su ambiente. Blackmer y Byrne (1995), demostraron que las “moscas blancas” pueden mantener el vuelo por una hora y son más activas para el vuelo cuando el adulto es de cinco días de edad. Después de esto los músculos del vuelo se debilitan por histólisis de sus tejidos y la habilidad para el vuelo es severamente disminuida. Experimentos de laboratorio con una jaula especialmente diseñada para la evaluación del vuelo (cámara vertical), demostraron que la “mosca blanca” presenta dos tipos de vuelo, uno es el vuelo trivial que es definido como un vuelo de corta distancia

y es el que realiza el insecto dentro de la misma planta. Mientras que el otro tipo de vuelo es definido como vuelo migratorio, en el cual el insecto se dispersa atraído por la luz del día. En esta investigación ellos simularon la luz verde como la planta y la luz blanca como la luz del día. Después de un periodo de tiempo estos insectos demostraron más atracción por la luz verde y su vuelo comenzó a ser más errático, antes de que ellos eventualmente se posaran, pudiendo aterrizar en ambiente de luz verde.

Migración es el fenómeno de distribución que envuelve independientemente a la mayoría de los órdenes de insectos según Johnson et al, citados por Dingle (1996)

De acuerdo con Dingle (1996), la dispersión es un término incluido dentro del comportamiento de vuelo migratorio y trivial (los insectos pueden dispersarse por cualquier lado, o por locomoción promedio). La dispersión es más simplemente definida como movimiento que resulta en un incremento en la distancia media entre individuos.

Estudios realizados por Blackmer y Byrne (1993), en "Estudios de Migración en el campo", determinaron que la "mosca blanca" fue pasiva. Demostrando por medio de los análisis estadísticos que existe una distribución focalizada del insecto en el campo.

6. COMUNICACION INTRA ESPECIFICA

Lewis (1984), afirma que el oído traduce el sonido en impulsos nerviosos. En el proceso, se absorbe energía de la onda de sonido y convierte esto en energía mecánica, la cual actúa como un estímulo adecuado en las neuronas sensoras y dirige una descarga neural. La función del oído es considerada de relevancia biológica. El oído es definido por el autor como una estructura que detecta ondas de sonido. Una onda de sonido es el resultado del movimiento dentro de un gran fluido, causando un cambio en el volumen y presión en el fluido el cual es propagado como una onda a una velocidad característica.

De la literatura revisada sobre "mosca blanca", no se ha reportado información sobre comunicación que emitan estos insectos. Sin embargo dentro del orden Homoptera sí se han desarrollado investigaciones en Cicadidae.

Bailey (1991), menciona que en *Cystosoma saundersi* (Cicadidae), el macho emite un sonido para llamar a la hembra al apareo. Indicando que existe una competencia con los demás machos de su misma especie para lograr el sitio óptimo que le permita aparearse exitosamente. El sitio de llamado debe poseer

características específicas como lo es su ubicación, debe ser a la altura media de la rama para lograr que su sonido sea escuchado por la hembra. Por otro lado la duración del sonido es otro factor que puede afectar el éxito del apareo. El autor, demostró en su estudio que un sonido persistente no es el preferido por la hembra.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y METODOS

1. UBICACION Y CARACTERIZACION DEL AREA DE TRABAJO

La presente investigación se desarrolló en el Insectario del Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, a una altura de 48 msnm y coordenadas geográficas de 08°58'55" de latitud y 79°32'0" de altitud, entre marzo de 1997 y abril de 1998

Para la realización del presente estudio se acondicionó un área de aproximadamente 10 metros cuadrados, diseñando una estructura metálica con una cubierta de lámina transparente para la protección de las lluvias, bajo la cual se ubicaron inicialmente dos jaulas de 0 60x0 60x0 60 metros de dimensión cada una, éstas se acondicionaron de tal manera que permitiera el desarrollo de la investigación Para forrar las jaulas se utilizó organza de 38 líneas por cm , colocando además mangas de manta en las puertas de cada una de ellas, todo con el objetivo de facilitar la manipulación de insectos y plantas Por otro lado se construyeron conjuntamente dos casas de mallas cada una con área similar a la de la estructura metálica, con el objetivo de disponer una para la cría de "mosca blanca" y la otra para mantener plantas sanas (Fig 1 y 2)

2. PRODUCCIÓN DE PLANTAS LIBRES DE INSECTOS

En la cría de *B. tabaci* se utilizó como hospedero el tomate (*Lycopersicon esculentum*), y Berenjena (*Solanum melongena*) por ser consideradas la primera más afectada por la plaga y la segunda una planta más resistente que la primera y con área foliar mayor para criar las poblaciones de "mosca blanca" El tomate era de crecimiento determinado y en la mayoría de las pruebas fue utilizada la variedad Entero Grande y en menor grado T-7 y Hyppel. para este propósito se produjeron plantas sanas, a partir de un semillero que se instaló en donde no fuese afectado por organismos extraños (plagas y enfermedades) Las variedades de berenjena utilizadas fueron de Early Long Purple y Black Beauty

El trasplante de las plántulas de tomate y berenjena se efectuó cuando tuvieron aproximadamente 30 días (dos hojas verdaderas) Luego fueron trasplantadas a bolsas de polietileno de 22 86 x 27 94 cm , (9 x 11"), rellenas con tierra preparada previamente (con abono orgánico) hasta la mitad de su capacidad, luego se colocaron en la casa de malla dispuesta para la producción de plantas sanas Las plantas así desarrolladas fueron utilizadas para las diferentes pruebas de comportamiento de forrajeo de *Bemisia tabaci* y para el mantenimiento de la cría de "mosca blanca"



Fig. 1: Estructura metálica con techo de lámina transparente, diseñada para la protección de las jaulas con plantas sanas y cría en área aledaña al Insectario.



Fig. 2: Casa de mallas utilizadas en el desarrollo de plantas sanas (derecha) y cría de "mosca blanca" (izquierda).

3. MANTENIMIENTO DE COLONIAS DE *Bemisia tabaci*

El pié de cría de “mosca blanca”, se inició en una jaula (0.60 x 0.60 x 0.60 metros), y luego trasladado a la casa de malla. El pequeño pié de cría inicial, fue incrementado mediante colectas de campo de la Zanguenga, Chorrera y del área experimental del Instituto de Investigaciones Agropecuarias en Divisa, se colectaron hojas con estados inmaduros provenientes de cultivo de melón y de plantas de tomate respectivamente (Fig.3).



Fig. 3: Aspecto general de la parcela de melón en Zanguenga, Chorrera, en donde se colectaron estados inmaduros de “mosca blanca” para el pié de cría.

El material colectado fue colocado en bolsas plásticas y éstas a su vez depositadas en una hielera, para ser llevadas al laboratorio, colocándose el material en cajas de emergencia, ubicadas en el Insectario (Fig. 4), los adultos obtenidos se introducían en la casa de malla.

Las plantas que llegaron a la madurez fisiológica o bien que eran afectadas por organismos extraños o enfermedades eran reemplazadas por plantas nuevas.



Fig. 4: Cajas de emergencia utilizadas para la obtención de adultos de “mosca blanca”

4. PRODUCCION DE *Bemisia tabaci* DE EDAD CONOCIDA

Para la evaluación del comportamiento de forrajeo del insecto se procedió a identificar pupas avanzadas o a punto de emerger; éstas de coloración intensamente amarillas, presentan thecas alares, densamente cubiertas de cera que le dan apariencia algodonosa (Fig.5). Luego de emergido el adulto, se separaba de la planta con un pincel Nº 00000 para ser usado en cada una de las pruebas.

5. ACTIVIDAD DIARIA DE *Bemisia tabaci*

Plantas de tomate y berenjena, con pupas a punto de emerger, fueron utilizadas para el inicio de las pruebas; ubicando en las plantas machos, hembras o parejas según el caso, mediante la ayuda de un pincel. Basándose en el tamaño, se identificaron los sexos (hembra más grande que el macho), los que fueron usados para evaluar el comportamiento de forrajeo en la planta por períodos de 24 horas, realizando observaciones cada 15 minutos en horas de luz y cada 30 minutos en la noche. En la mayoría de las pruebas se utilizaron 3 plantas de tomate y 3 de berenjena, provenientes de la casa de malla. Esta última actividad se realizaba por la mañana, aproximadamente entre las 7:30 y las 8:30. Colocando luego las plantas en un lugar abierto para su evaluación, cada una de las plantas era identificada con una letra (Fig.6).



Fig. 5: Características morfológicas de la "pupa" de "mosca blanca"



Fig. 6. Plantas de berenjena y tomate utilizadas en las pruebas de comportamiento de forrajeo de *B. tabaci*

La edad de las plantas utilizadas fue de 40 a 70 días después del trasplante. Con una frecuencia aproximada de cada 3 horas fue tomada la temperatura.

Con el objeto de confirmar y apoyar las observaciones de comportamiento del insecto realizadas en la planta, las observaciones se efectuaron con un estereoscopio, y un micro sistema de video, grabándose cada una de las actividades observadas (Fig. 7). Es importante mencionar que la observación en las horas de oscuridad se realizó con el auxilio de una linterna de mano, tratando que el rayo de luz no impactara directamente al insecto

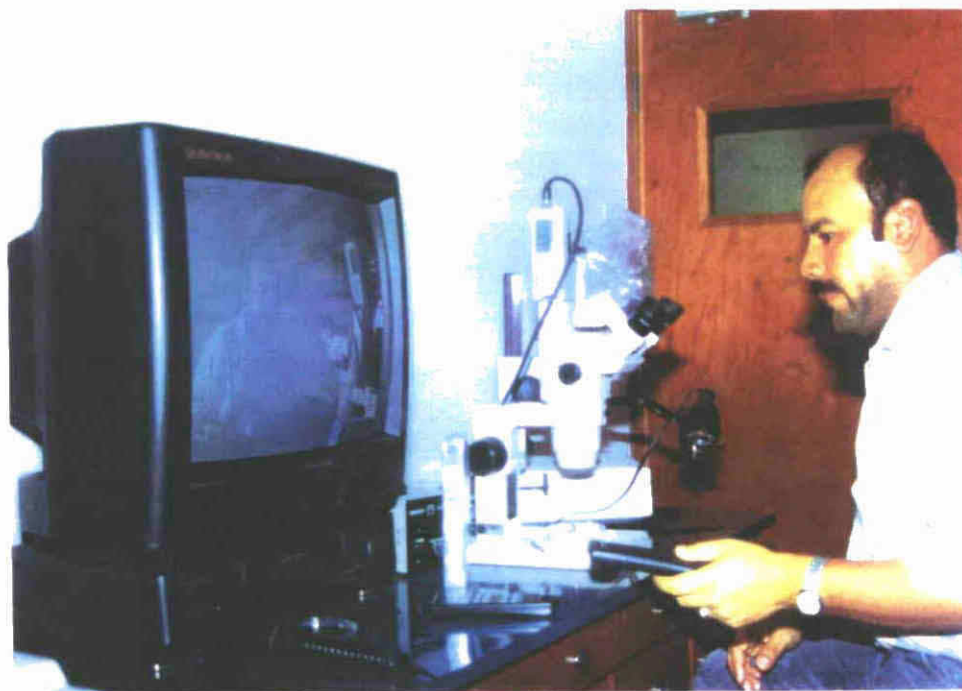


Fig. 7: Comportamiento de forrajeo de *B. tabaci* utilizando el micro sistema de video.

Definición de Códigos Asignados a las Actividades Diarias de *Bemisia tabaci*

Con la finalidad de permitir una mas rápida identificación de las actividades, cada una de ellas fue codificada de la forma que se detalla a continuación:

- A: Actividad de alimentación.
- B: Actividad de deambular.
- C: Actividad de apareo.
- D: Actividad de emigración hacia fuera de la planta.

- E: Actividad de intento por parte del macho por aparearse y de rechazo por parte de la hembra.
- F: Actividad de acicalamiento
- G: Actividad en la cual el insecto es perturbado al intentar observarlo con la lupa.
- H: Actividad en la que el insecto migra (vuela) dentro de la planta de una hoja hacia otra.
- I: Actividad de excreción del insecto la cual es acompañado con un aleteo (aleteo-excreción).
- L: Selección del sitio de alimentación
- M: Retracción del estilete, (también denominado descanso).

6. COMPORTAMIENTO DE VUELO

Para la evaluación de las características de vuelo de *Bemisia tabaci*, se marcaron los insectos siendo inactivados en el congelador por un minuto, posteriormente con la ayuda de un estereomicroscopio, se colocó una marca de tinta china (negra, verde y roja), en el mesonoto con un pincel N° 00000 a fin de causar el menor daño al insecto, separando las parejas por color en frascos con un trozo de follaje (Fig. 8). Luego se instaló un grupo de plantas de berenjena y tomate (aproximadamente 70), dentro de la casa de malla, disponiéndolas en círculo y con una planta de tomate en el centro la cual sirvió de dispersión para los individuos marcados.



Fig. 8 : "Moscas blancas" marcadas en región del mesonoto con tinta china

Luego de disponer las plantas en círculo se colocó el abanico a una distancia de 1 y 2 metros de la planta de liberación, se midió el flujo de aire producido por cada una de las tres velocidades del abanico (1, 2, y 3) Las liberaciones se efectuaron por pareja marcada con la misma tonalidad para cada una de las pruebas Se accionó el abanico por periodos de 15 y 30 minutos Al final de cada prueba fueron aspiradas las "moscas blancas" presentes en el lugar de liberación (planta de tomate) y en las plantas del círculo, revisándose los insectos en el laboratorio a través del estereoscopio Para esta última revisión los insectos eran muertos por congelamiento

Se efectuaron seis pruebas en tres fechas diferentes El día 3 de Abril de 1998 se realizó la prueba de comportamiento de vuelo de *Bemisia tabaci*, iniciándose a las 11 15 a m , en el Insectario, dentro de la casa de malla, antes del inicio de la prueba se evaluó la dirección y el flujo de aire con un anemometro, determinándose la ausencia de viento en el interior de la casa de malla, en este ensayo fueron realizadas dos pruebas

PRUEBA 1 Planta de liberación a dos metros del abanico En el estrato medio de la planta fue liberada una pareja de "mosca blanca" marcada con negro y otra pareja verde El flujo utilizado fue la mínima que ofrecía el equipo (vel "3" = < 2 m/s) y el tiempo de flujo fue de 15 minutos

PRUEBA 2 Planta a un metro y una velocidad máxima (vel "1" = 25-28 m/s), para un macho negro y una hembra roja, el tiempo de flujo fue de 30 minutos

El día 5 de abril de 1998, se montó una segunda sesión donde se efectuaron tres pruebas, iniciadas a las 8 15 a m y finalizando a la 1 p m en esta ocasión el desglose fue el siguiente

PRUEBA 1 Planta a dos metros del abanico para un macho verde Se activó el abanico a velocidad mínima (vel "3" = < 2 m/s), el tiempo de flujo fue de 15 minutos

PRUEBA 2 Planta a dos metros del abanico para 1 ♂ y 1 ♀ negros, con una velocidad intermedia (vel "2" = < 2 m/s) por 30 minutos

PRUEBA 3 Planta a dos metros del abanico para una hembra roja, con una velocidad máxima (vel "1" = 4-5 m/s) durante 15 minutos

El 19 de abril de 1998 una segunda sesión de vuelo, con una sola prueba, planta a dos metros del abanico para una pareja marcada con verde y a una velocidad máxima (4-5 m/s), por un tiempo de 30 minutos La prueba inició a las 9 00 a m

7. PRUEBA DE COMUNICACION INTRAESPECIFICA

Con el propósito de estudiar la existencia de un comportamiento de comunicación de *Bemisia tabaci*, se realizó una prueba preliminar con un amplificador y una aguja de tocadiscos monoestereofónica dentro de una cámara acústica diseñada con el objetivo de evitar interferencias (Fig 9) La aguja al tocar la superficie de la hoja transmite las vibraciones sonoras producidas por el insecto, la hoja utilizada fue de berenjena

8. TASA DE OVIPOSICION Y ESPERANZA DE VIDA

Con el objetivo de evaluar el potencial reproductivo y longevidad de *Bemisia tabaci*, se estableció un ensayo preliminar, colocando en micro jaulas macho, hembra y parejas Cuatro jaulas fueron colocadas en una cámara bioclimática (Fig 10 a) y cinco micro jaulas dentro de un cubículo (Fig 10 b), sin aire acondicionado, para ambos lugares fue medida periódicamente la temperatura Las pruebas se realizaron entre los días del 7 al 30 de abril de 1998 Diariamente eran revisadas las plantas, retirando previamente los insectos y eliminando los huevos luego de ser contados Hecho esto los mismos especímenes adultos eran colocados en la planta para continuar las observaciones de oviposición.

9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION OBTENIDA

La información resultante de las pruebas de comportamiento fueron registradas en hojas de laboratorio diseñadas para tal fin Para el análisis de la información se utilizó un Procesador Pentium 133 MH y el Programa Excel 97 y Harvard Graphics 4.0 para Windows 95



Fig. 9 : Equipo utilizado para las pruebas de comunicación intraespecífica.



Fig. 10.a: Cámara Bioclimática utilizada en pruebas de la capacidad de oviposición de *B. tabaci*



Fig. 10.b: Microjaulas instaladas en cubículo, para la evaluación del comportamiento de oviposición de *Bemisia tabaci*.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS Y DISCUSION

Este trabajo se llevó a cabo en dos ambientes, uno en un área aledaña al Insectario, bajo condiciones no controladas a una temperatura promedio de 28.7 ± 9.28 °C variando entre 18.8°C y 38.6°C, y en el laboratorio del Programa de Maestría (ambiente con aire acondicionado), bajo una temperatura promedio de 20 ± 6.7 °C, variando entre 18.6°C y 26.4°C, también se realizaron pruebas bajo condiciones controladas en la cámara bioclimática. Todo esto se efectuó entre marzo de 1997 y marzo de 1998.

El comportamiento de forrajeo de *B. tabaci* fue caracterizado en las actividades de emergencia, alimentación (A), desplazamiento del insecto (B), apareo (C), migración (D), rechazo de apareo (E), acicalado (F), emigración dentro de la planta (H), excreción de mucosidad (I), selección del sitio de alimentación (L), retracción o retiro del estilete (M). La descripción secuencial de cada una de las actividades mencionadas se presentan a continuación, en base a los resultados obtenidos en 19 fechas de observación.

PROCESO DE EMERGENCIA DEL ADULTO

La emergencia del adulto de *B. tabaci* es definida aquí como el proceso mediante el cual el individuo neonato (recién emergido), es separado de la "capsula pupal", convirtiéndose en una forma teneral es una condición corta de imago que se da inmediatamente después de la emergencia, cuando no ha terminado de endurecer el ectoesqueleto y no ha adquirido su color definitivo, (Torre-Bueno, 1950)

El proceso se inicia con movimientos peristálticos del farate, visible dentro del ectoesqueleto del cuarto estado larval o "pupa". Según Byrne (1991), la "pupa" se caracteriza por su forma expandida con procesos dorso-laterales a manera de espinas, en este periodo se inicia la apolisis. Concluido este proceso, se observa la forma característica de farate que presenta ojos rojos y cuerpo amarillo. Completándose en este último estado la apolisis. Esto coincide con las observaciones realizadas en donde en este estado se presentan movimientos peristálticos del protórax del farate, que concluyen con el inicio de la histogénesis. El proceso de emergencia culmina cuando el individuo teneral despliega totalmente sus alas.

En el presente trabajo se observó que la emergencia del adulto de *B. tabaci* es realizada por las mañanas, de siete intentos de obtener individuos neonatos por la tarde, todos resultaron en fracaso. Esto coincide con lo afirmado por Hoffman y Byrne (1986), quienes mencionan que el insecto presenta un aparente ritmo

circadiano con relación a la emergencia por las mañanas, que concede una ventaja estratégica de la obtención de amplias poblaciones y facilita las actividades para un apareo sexual

Cuando las condiciones son propicias, el individuo teneral se posa muy cerca de la exuvia hasta finalizar el despliegue de sus alas. Inmediatamente emergido el insecto presenta una tonalidad amarilla en todo su cuerpo, las alas desplegadas son inicialmente hialinas, lo cual coincide con lo afirmado por Azab *et al*, citado por Dominguez *et al* (1991), tornándose blanquizas aproximadamente 9 a 10 horas después de emergido

El tiempo de emergencia del adulto de "mosca blanca" fue entre 22 y 30 minutos. Estas evaluaciones fueron realizadas en las instalaciones del Programa de Maestría, con la ayuda de un micro sistema de video, bajo una temperatura de 18.6 a 26.4 °C. Li (1989), menciona, que 10 minutos después de la emergencia (separación de la "cápsula pupal"), el insecto inicia la expansión de sus alas, requiriendo de 15 minutos para completarla, este estudio fue realizado bajo condiciones de temperatura de 22 a 32°C y humedad relativa de 50 a 80%

COMPORTAMIENTO DE ALIMENTACION

La alimentación realizada por el adulto de *B. tabaci* es identificada como el proceso mediante el cual ingiere su alimento, que corresponde al floema de la hoja

Luego que el insecto ha desplegado sus alas está listo para iniciar la alimentación, las observaciones realizadas permiten establecer que los adultos no se alimentan antes de que esto ocurra, lo que probablemente es debido a que no ha finalizado el endurecimiento del rostrum. Las características particulares de cómo el insecto realiza el proceso de ingestión es descrito primeramente como una selección del sitio de alimentación. Una de las observaciones relevantes fue que el adulto siempre buscó un lugar cercano a la nervadura central de la hoja para alimentarse. Como se observa en el Cuadro I el insecto dedica un apreciable parte del tiempo a la alimentación. Finalizada la emergencia, es iniciada la alimentación, siendo el macho quien la interrumpe primero para buscar aparearse, entre las 8-10 AM, antes que inicien los primeros desplazamientos de la hembra. El desplazamiento es mayor para el macho entre 9-11 a.m., y la hembra de 8-11 a.m. Los máximos valores fueron de 8-9 a.m. para el macho y de 11 a.m. para la hembra (Fig 11). La alimentación es continua y la finalización de este proceso no pudo ser definido. La excreción del insecto fue observada como un movimiento peristáltico del abdomen, acompañado de una rápida excreción de mucosidad. Esta actividad sucedió simultáneamente con

CUADRO I COMPORTAMIENTO DE ALIMENTACION (A), DESPLAZAMIENTO (B), APAREO (C), Y EMIGRACION (D) DE *Bemisia tabaci* EN TOMATE Y BERENJENA.

TIEMPO	2/03/98		2/03/98		28/02/98		7/03/98	7/03/98		
	HEMBRA	HEMBRA	MACHO	MACHO	HEMBRA	HEMBRA	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	HEMBRA
9 30AM	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9 45	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10 00	A	C	A	C	A	B	A	B	A	A
10 15	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10 30	A	B	A	A	C	A	A	A	A	A
10 45	B	D	B	D	E	B	C	C	A	A
11 30	C	-	C	-	C	A	-	-	A	C
11 45	-	-	-	-	-	A	-	-	C	-
12 00	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
12 30PM	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
1 00	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
1 30	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
2 00	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-
2 30	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-

CUADRO I COMPORTAMIENTO DE ALIMENTACION (A), DESPLAZAMIENTO (B), APAREO (C) Y EMIGRACION (D) DE *Bemisia tabaci* EN TOMATE Y BERENJENA. CONTINUACION

TIEMPO	31/11/97			29/11/97	7/12/97	7/12/97	1/11/97	1/11/97
	MACHO	MACHO	MACHO	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	MACHO
9 30AM	A	A	A	A	A	A	A	A
9 45	A	A	A	A	A	A	A	B
10 00	A	A	B	B	A	A	A	A
10 15	A	A	A	C	A	A	A	A
10 30	A	A	A	-	B	B	A	A
10 45	A	B	A	-	A	A	A	A
11 30	A	H	C	-	A	A	A	A
11 45	A	C	B	-	A	A	A	A
12 00	A	B	A	-	A	A	A	A
12 30PM	A	A	A	-	A	A	A	A
1 00	A	A	B	-	A	A	C	C
1 30	A	A	A	-	B	A	A	A
2 00	A	A	E	-	A	A	A	B
2 30	B	A	A	-	A	A	C	C
3 00	A	A	A	-	A	A	-	-
3 30	A	E	A	-	A	A	-	-
4 00	A	B	A	-	C	C	-	-
4 15	A	A	A	-	-	-	-	-
4 30	A	B	B	-	-	-	-	-
4 45	C	A	A	-	-	-	-	-

la alimentación. El insecto ocupa la mayor parte de su tiempo en alimentarse, la eficiencia de esta actividad es cuestionada por su duración. De acuerdo a las observaciones efectuadas en el presente trabajo, gran parte del tiempo el insecto se encuentra en posición de alimentación pero la falta de excreción de mielecilla en ese periodo, no permite asegurar que todo este tiempo es realmente usado en esta actividad, no fue posible determinar si una vez inserto el estilete, el insecto se encuentra alimentandose, o esta es una

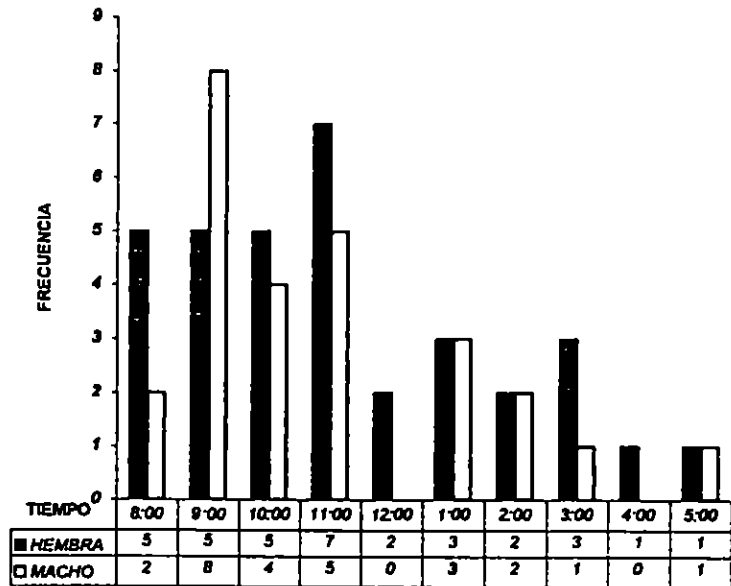


Fig. 11 Frecuencia de desplazamiento de *B. tabaci* a diferentes horas del día en tomate y berenjena, 1997-98

estrategia para evitar el desgaste de energía utilizada en el proceso de insertar y retraer el estilete, o el estilete es mantenido inserto para sostenerse en el sustrato Walker y Perng (1994), determinaron que existe una relación de ondas sonoras de baja frecuencia cuando la "mosca blanca" (*B. argentifolii*) penetra con su estilete a través de la epidermis, mesófilo y tejido vascular, mientras que la frecuencia de onda alta es relacionada con la ingestión del floema, produciéndose entonces la excreción de la mielecilla, estos autores determinaron que en 35 horas de observación microscópica del comportamiento de alimentación de *B. argentifolii*, 19 horas son usadas en el proceso de penetración del estilete (frecuencia baja), y 8 08 horas de ingestión del floema (frecuencia alta), esto confirma que el insecto consume mucho más tiempo en romper el tejido hasta llegar al floema. En nuestras observaciones logramos constatar que la "mosca blanca" realiza la actividad de alimentación simultáneamente con la de acicalamiento. En relación con todas las otras actividades observadas, tanto el macho como la hembra de *B. tabaci* fueron más frecuentemente observados alimentándose, y esta actividad representó el 48 43% para el macho y el 50 02% para la hembra, del total de horas de observaciones (Cuadro II)

CUADRO II: COMPORTAMIENTO DE ALIMENTACION DE *B. tabaci*, EN BASE AL TOTAL DE OBSERVACIONES REALIZADAS, 1997-98

	Nº HORAS	%	MAXIMA	%	MINIMA	%
MACHO	325 75	48 43	21 5	-	0 5	10
HEMBRA	619 25	50 02	22	2 23	0 25	-

DESPLAZAMIENTO DEL ADULTO

La actividad de desplazamiento es definida como el movimiento de un punto de origen hasta otro. El inicio de esta actividad es asociado con la búsqueda de un sitio adecuado para alimentarse, aparearse y ovipositar. Las observaciones realizadas nos permiten establecer que el macho presenta mayor movilidad ya que 4 62% del total de sus

actividades corresponde a desplazamiento, en tanto que para las hembras esta actividad representa tan solo el 2 79%, el macho en un periodo de 24 horas de observación dedico 3 75 horas a la actividad de desplazamiento como máximo (Fig. 12). Las temperaturas (Cuadro III), en este periodo fueron entre 25°C y 38 6°C, la influencia de las mismas fue evaluada, resultando que no exista un efecto sobre la actividad de desplazamiento del insecto (Fig. 13). El macho fue mas movil entre 25-27 C° y la hembra entre 30-32 C°. Estos resultados se basan en especimenes individuales y parejas, por lo que pueden diferr de otros estudios, asi, Gameel (1974), menciona que los habitos gregarios de la "mosca blanca", inhuje la realizacion de algunas actividades entre ellas la del desplazamiento

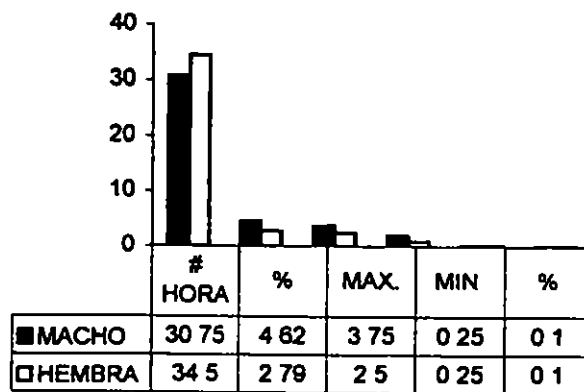


Fig. 12. Desplazamiento de *B. tabaci*, en berenjena y tomate, 1997-98

CUADRO III TEMPERATURAS REPORTADAS (C°) DURANTE EL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO DE *B tabaci*, EN TOMATE Y BERENJENA, 1997-98

HORA	7 A.M	8	9	10	11	12	1PM	2	3	4	5	6
29/11/97	-	-	27.2	-	31.8	-	34.2	-	-	-	28.4	-
31/11/97	-	-	-	30.3	-	29.9	31	-	-	27.4	26.4	-
7/12/97	19.4	-	-	20.4	-	20.2	-	-	21	-	21	20
26/12/97	-	-	29.4	31.4	32.2	35.8	35.4	-	36	35	-	28.2
20/02/98	-	-	-	35	-	33.4	-	-	-	-	-	-
28/02/98	-	26.4	29.2	31.2	-	-	37.2	36.4	32.4	34.4	-	30.6
2/03/98	27.8	-	30	30.6	-	-	37.4	-	37	-	32	30.4
7/03/98	28.4	28.4	29.2	-	34.2	-	35.4	38.6	32	34	32.2	30.4
10/03/98	-	-	18.6	-	18.8	-	19.2	-	-	19.6	19.2	19.4
17/03/98	26.4	-	-	22.8	21	-	-	-	20.2	-	-	-
21/03/98	-	19.6	-	-	-	-	-	-	-	-	20.2	20.4
3/04/98	-	-	-	-	32.8	33.6	-	-	-	-	-	-
5/04/98	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**CUADRO III TEMPERATURAS REPORTADAS (C°) DURANTE EL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO DE *B tabaci*, EN TOMATE Y BERENJENA, 1997-98
CONTINUACION**

7	8	9	10	11	12	1 00 AM	2	3	4	5	6	7
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	25.2	26.4	-	-	-	-	-	-	24.2	-	-	-
20	-	20	-	-	-	-	-	19	18.8	-	-	-
28	26.6	26.4	26	25.8	-	25.4	25	24.4	24.8	24.4	25	24.8
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	27.8	27.2	-	26.6	-	-	25.4	-	24.6	-	-	-
27.8	-	-	-	26.6	26.4	-	25.6	-	-	-	-	25.4
-	-	27.4	-	-	-	26.2	-	25.8	-	-	25	-
-	-	19.4	-	-	-	-	-	19.4	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	19.4	19.4	-	-	-	-	-	20	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPORTAMIENTO DE APAREO

El apareo es definido como la actividad de copulación, unión de sexos para la reproducción según Torre-Bueno (1950)

La mayoría de las evaluaciones de apareo fueron realizadas en horas de la mañana. El macho luego de

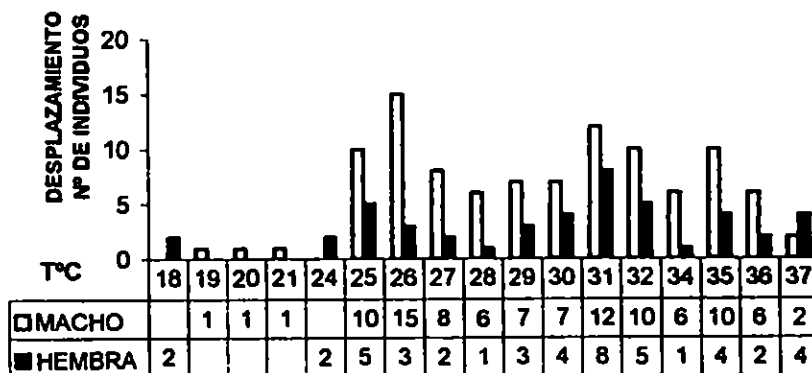


Fig 13 . Efecto de la temperatura en el desplazamiento *B. tabaci*, en tomate y berenjena, 1997-98

alimentarse camina hasta donde se encuentra la hembra, iniciando un cortejo, que consiste en tocar el cuerpo de la hembra con antenas y patas anteriores en todo el contorno, como consecuencia la hembra puede aceptar el apareo en cuyo caso el macho se ubicará en posición lateral si la hembra está dispuesta ocurrirá que levantará el ala para que el macho introduzca su abdomen presentándose a continuación la cópula, que es el acople mecánico del macho y la hembra, que puede ser caracterizado por el aleteo del macho sobre el dorso de la hembra. Esto coincide con lo mencionado por Li (1989) sobre el movimiento del par de alas del macho ubicadas en el lado cercano a la hembra, las cuales son utilizadas para cubrir a la hembra coincidiendo este suceso con la apertura del clasper de la hembra y la introducción del aedagus del macho.

Un comportamiento que sucede luego de finalizado el apareo, es la búsqueda del macho de la parte trasera o abdomen de la hembra, se supone que lo hace con el propósito de alimentarse de la micella excretada por la hembra. En ocasiones el adulto tiende a reunirse probablemente con la finalidad de incrementar sus temperaturas, situación más frecuente en horas nocturnas, lo que para algunos observadores pudiera inducir a confusión con otras actividades como es el caso del apareamiento. Las observaciones demostraron que en ocasiones se presentó un rechazo por parte de la hembra manteniendo el ala fijada al substrato de la hoja para evitar que el macho introduzca su abdomen por debajo, o simplemente se retira de la presencia del macho. Una de las razones del rechazo de apareo es debido posiblemente al desarrollo incompleto de la madurez de la hembra, necesitando de alimentarse para completarlo, deduciéndose entonces que son individuos sinovigénicos.

El hábito de congregarse de *B. tabaci*, le permite el fácil encuentro de pareja. El apareo se presentó en un periodo entre 10 00 am., y 4 00 pm, no así horas nocturnas en donde se ve disminuida la actividad del insecto. Considerándose entonces a la “mosca blanca” como un insecto de actividad diurna. Siendo la norma que el macho deje de alimentarse para buscar a la hembra la cual se mantiene alimentándose. De las doce observaciones realizadas en el presente estudio, en ocho oportunidades el macho cumplió con este procedimiento y la hembra en siete (Cuadro I)

Bajo las condiciones del presente trabajo todo el proceso de apareo tiene una duración aproximada de 4 a 5 minutos, y dentro de este periodo la cópula, caracterizada por el aleteo del macho sobre el dorso de la hembra, fue aproximadamente de 3 minutos, Li (1989), menciona que a una temperatura de 22 a 32°C, la cópula ocupa menos de 20 segundos, en contraste con los resultados obtenidos en este trabajo con un mayor tiempo de cópula y bajo un rango mayor de temperatura entre 18-38°C, el valor máximo de apareos en 24 horas de evaluación fue de dos (Cuadro I)

Del total de actividades realizadas por la “mosca blanca” el 0.24% fue dedicado a apareo, de un total de 12 apareos evaluados (Cuadro IV)

CUADRO IV. COMPORTAMIENTO DE APAREO DE *Bemisia tabaci*, EN TOMATE Y BERENJENA

	FRECUENCIA	TIEMPO HRS	%	MAX	%	MIN	%
APAREO	12	3	24	2	421	1	21

La actividad catalogada como “Rehuso del apareo”, fue significativa para la hembra 0.4% y para el macho represento el 0.26% (Cuadro V)

CUADRO V REHUSO DE APAREO DE *Bemisia tabaci* EN TOMATE Y BERENJENA, 1997-98

	FRECUENCIA	TIEMPO(HRS)	%
HEMBRA	20	5	0.4
MACHO	7	1.75	0.26

COMPORTAMIENTO DE OVIPOSICION

Se define como el acto de depositar los huevos por la hembra. De acuerdo con las observaciones realizadas, en el presente trabajo los huevos son normalmente encontrados en la cara inferior de la hoja, sin embargo cuando las densidades poblacionales son muy elevadas pocos huevos se encuentran en la cara superior de la hoja. En el envés no parece existir una preferencia por área en particular para la oviposición y los huevos pueden ser distribuidos en forma dispersa aunque ocasionalmente son ubicados en hilera (Fig 14).



Fig. 14: Distribución de los huevos depositados en el envés de la hoja por “mosca blanca”

COMPORTAMIENTO DE ACICALADO DE LA “MOSCA BLANCA”:

Definida como la acción del insecto por esparcir y acomodar cera en todo su cuerpo en movimientos secuenciales de las tibias de las patas posteriores, medias y anteriores, dado que el individuo neonato es desprovisto de cera. El acicalamiento únicamente fue evaluado con detenimiento en las pruebas realizadas con la ayuda del micro-sistema de video. Esta actividad se produce durante el día indistintamente en cualquier lugar, no se realizó en un periodo específico y se presentó con intervalos frecuentes. El primer acicalamiento se

produce cuando el insecto neonato comienza a desplegar, sus alas en esta ocasión las tibiae de las patas posteriores son deslizadas sobre la superficie dorsal de las alas

La cera es producida por órganos *cerari* ubicados en la superficie de los *sterna* abdominales por lo que la colecta se inicia con la fricción de las tibiae de las patas posteriores la que depositan sobre el dorso de las alas, luego las patas medias colectan parte de la cera de las patas posteriores trasladándola a las patas anteriores que la esparcen sobre el resto de la cabeza

Entre las distintas actividades, el acicalamiento ocupa el 32.2 % del total del tiempo observado para la hembra, y el macho presenta

mayor acicalamiento durante las 24 horas con 42.2% (Fig 15) De todas las pruebas en que se el evaluó acicalamiento unicamente tres observaciones fueron hechas por la madrugada, indicándonos esto que esta actividad es diurna Una actividad aislada o escasamente observada fue la limpieza de los apéndices bucales

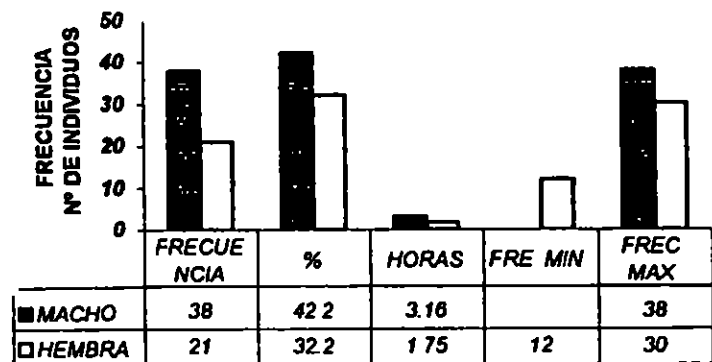


Fig 16 Comportamiento de acicalado de *B. tabaci*, en berenjena y tomate, 1997-98

ACTIVIDAD MIGRATORIA DE *B. tabaci*

Es definida como la actividad del vuelo del insecto La migración de *B. tabaci* fue evaluada en este trabajo, fundamentalmente bajo dos condiciones

La migración del insecto de la planta en estudio y la migración dentro de la planta Ambas migraciones sucedieron con mayor frecuencia cuando el insecto fue evaluado en forma individual La migración de *B. tabaci* representó el 0.6% de la actividad total del macho y 0.36 % para la hembra (Fig 16)

COMPORTAMIENTO DE VUELO DE *B. tabaci*

De las evaluaciones del comportamiento de vuelo de *B. tabaci* efectuadas en el área aledaña al insectario dentro de la “casa de malla” dispuesta para el desarrollo de plantas sanas, se tiene que únicamente en dos pruebas el insecto no emigró de la planta de liberación. El primer caso corresponde a una

exposición del insecto a velocidades menores de dos metros por segundo, durante 15 minutos y a una distancia del abanico de dos metros. En el caso complementario se presentó a una velocidad de 4-5 metros por segundo, durante 30 minutos a una distancia de dos metros del abanico. En las cuatro pruebas restantes se constató que la “mosca blanca” emigró de la planta de liberación ayudada por las ráfagas del viento.

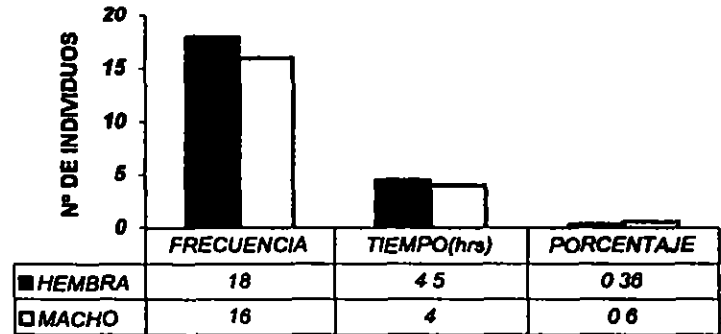


Fig 16 Emigración de *B. tabaci*, en tomate y berenjena, 1997-98

TASA DE OVIPOSICION Y ESPERANZA DE VIDA DE *Bemista tabaci*

Por medio de pruebas en micro-jaulas fue evaluada la capacidad de oviposición de *B. tabaci*, una revisión cada dos a tres días fue efectuada. Las evaluaciones se realizaron del 7 al 30 de abril, a temperatura promedio de $27.6 \pm 0.78^{\circ}\text{C}$, para el ambiente de la cámara bioclimática con una mínima de 25.4 y máxima de 29.2°C . El ambiente en el cubículo presentó una temperatura promedio de $27.1 \pm 2.2^{\circ}\text{C}$, una mínima de 25.4 y máxima de 33.6°C , las plantas evaluadas en este lugar fueron codificadas como A, B, C, D y E y las plantas restantes (F, G, H, I, J, K y L) se evaluaron en la Cámara Bioclimática.

La tasa de oviposición observada por “mosca blanca” en la Cámara Bioclimática, fue mayor a 24 y 48 horas desde su nacimiento con promedios de 143 y 64 respectivamente, luego a las 72 horas se inicia un descenso en el número de huevos depositados a un valor de 10 (Fig 17). En el cubículo, la mayor oviposición se presentó a las 24 horas con un promedio de 136 huevos, seguido de una ligera reducción a las 48 horas con 105 huevos posteriormente disminuyó el número de huevos a 7.

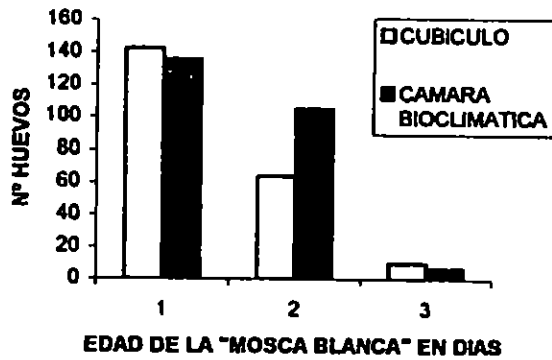
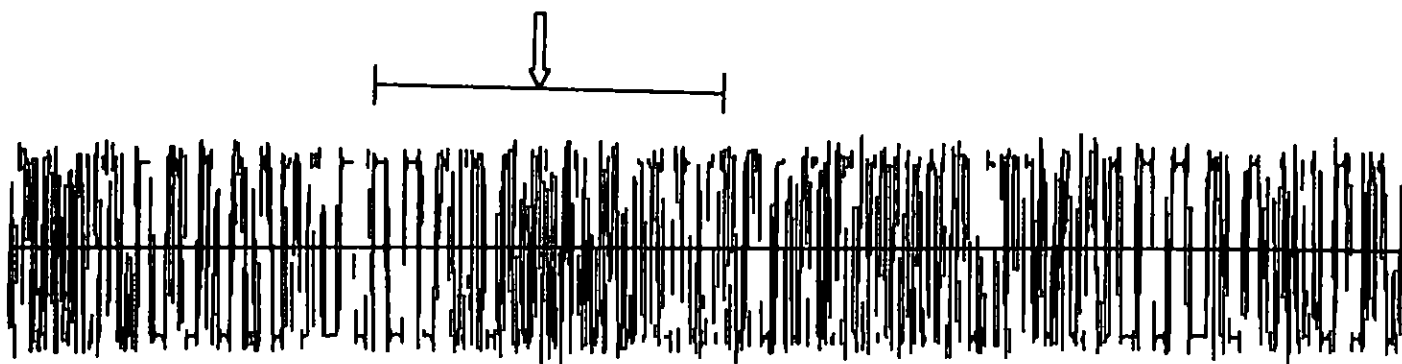


Fig.17. Tasa de oviposición de *Bemisia tabaci*, en berenjena, abril de 1998

La esperanza de vida fue determinada para un solo macho que vivió 22 días bajo las condiciones de temperatura de la Cámara Bioclimática

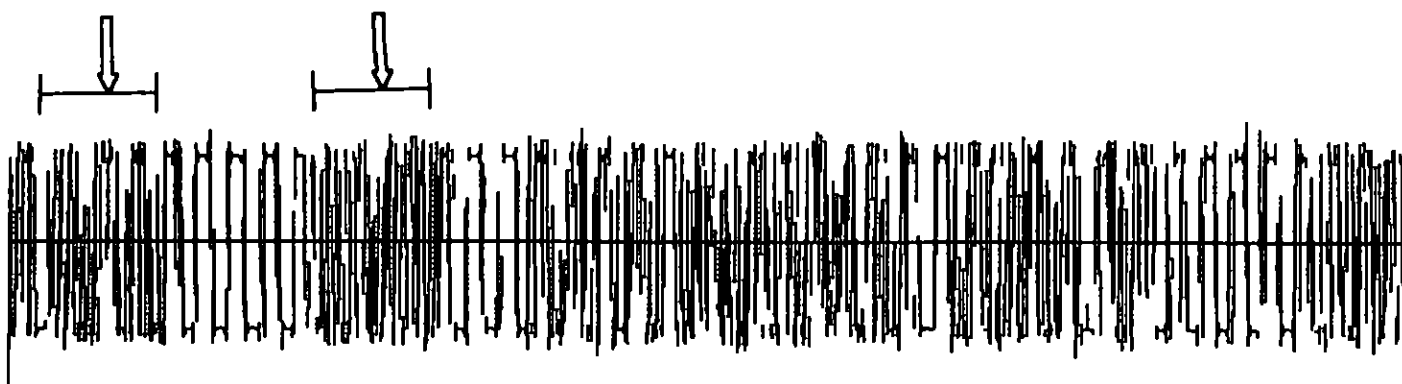
COMUNICACION INTRAESPECIFICA

Las pruebas de comunicación intraespecifica permitieron determinar que existe un sonido producido por la "mosca blanca", haciendo usode un programa de sonido "Creative® Sound Blaster 16 Wave Studio, en un Procesador Pentium en el cual fueron filtrados los sonidos extraños, lográndose graficar la frecuencia de sonido (Figs 18,19 y 20)



0.56 sec. Mono 8bits

Fig. 18 Frecuencia de sonido emitida por una pareja de "mosca blanca, determinandose un sonido que probablemente este relacionado con la alimentaci3n ("Glu - Glu")



8.41 sec. Mono 8bits

Fig. 19 Frecuencia de sonido emitida por un grupo de "moscas blancas", ("Glu - Glu")

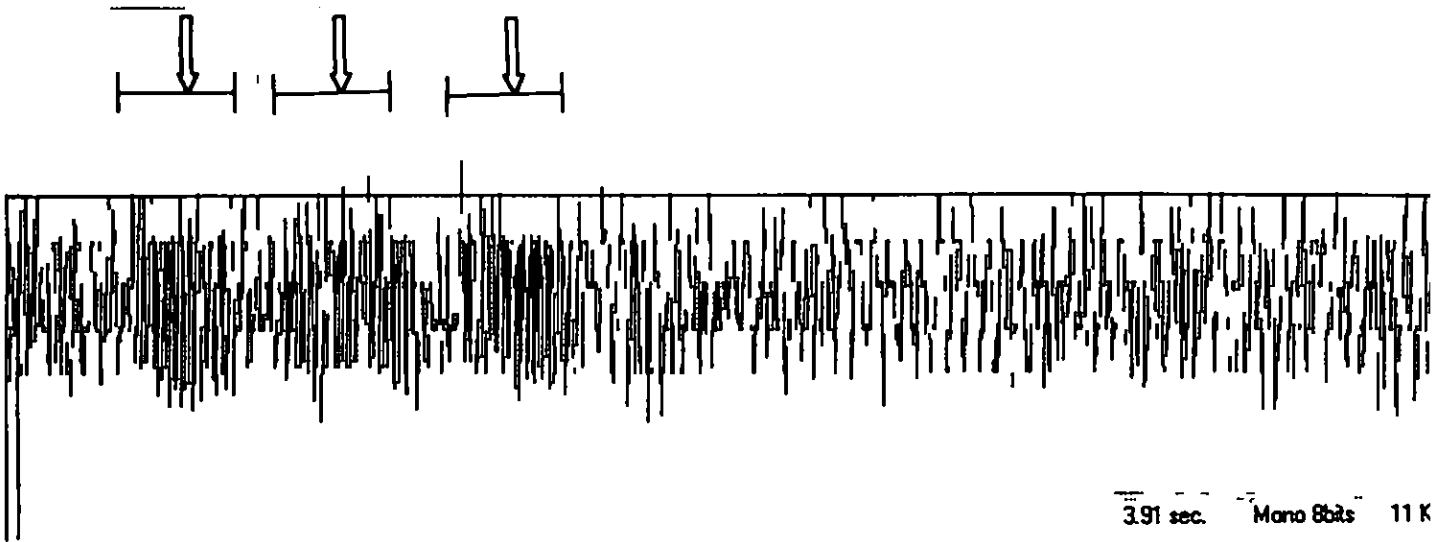


Fig. 20 Frecuencia emitida por una pareja de "mosca blanca", dispuesta para el apareo, ("Crwn - Crwn - Crwn")

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones y limitaciones del presente trabajo se puede concluir que:

- 1- La emergencia del adulto se inicia con un movimiento peristáltico del farate y concluye cuando el individuo despliega sus alas, este proceso se realiza por las mañanas lo cual toma entre 22-30 minutos y alcanza su madurez de 9-10 horas después de haber emergido.
- 2- Una vez alcanzada la madurez el adulto inicia su alimentación, actividad que ocupa la mayor parte de su tiempo (48.43% para el macho y 50.02% la hembra); en este proceso emite hondos sonoros; el proceso de alimentación sólo es interrumpido en el macho para desplazarse en busca de pareja.
- 3- Los adultos se desplazan a distancias muy cortas; en este proceso el macho es mas activo que la hembra (4.62% y 2.79% respectivamente); los machos fueron mas móviles a temperaturas de 25-27°C y 30-32°C.
- 4- El apareamiento se inicia con un cortejo del macho que puede o no ser aceptado por la hembra, si es aceptado se inicia la cópula, durante la cual el macho aletea sobre el dorso de la hembra. Esta actividad se efectúa entre 10 am. a 4 pm. Todo el proceso tiene una duración de 4-5 minutos. En un período de 24 horas sólo se observó un máximo de dos apareos. Esta actividad representa el 0.24% de todas actividades que efectuaron estos insectos.
- 5- Las hembras depositan sus huevos en la cara inferior de las hojas en forma indiscriminada.
- 6- El acicalamiento es una actividad constante del insecto por cubrirse de cera en el tagma abdominal, la hembra dedica mas tiempo que el macho a esta actividad (1.24% y 0.67% respectivamente).
- 7- La actividad migratoria es mas frecuente en los individuos solitarios que cuando se encuentran acompañados; por lo que de acuerdo a las observaciones se puede deducir que el vuelo dispersal es inducido a la búsqueda de pareja

que a una fuente de alimento ya que el macho es mas activo que la hembra (0.6% y 0.36% respectivamente)

- 8 La intensidad del viento dentro de los parámetros medidos en el presente trabajo (5 metros por segundo), no parece tener influencia como estímulo para la dispersión.
- 9- La hembra deposita la mayoría de los huevos dentro de las 24 horas posteriores a su emergencia como adulto, declinando en forma moderada al segundo día para decaer bruscamente al tercer día y no se registro ovoposición en hembras de 4 días de edad. Esta característica corresponde a especies muy agresivas como es el caso del insecto en estudio. El macho tiene una esperanza de vida de 22 días

RECOMENDACIONES

- 1- **Habiendo detectado que el insecto produce sonido se hace necesario realizar estudios más específicos para determinar el grado de comunicación entre los sexos**

- 2- **El acicalamiento parece tener una relación estrecha en la comunicación de sexos por lo que es probable que la cera utilizada para tal fin contenga alguna sustancia química que le permita identificarse, por lo que se recomienda analizar su composición.**

- 3- **Sobre la base de las observaciones de campo se sabe que las poblaciones de este insecto son severamente afectadas por la precipitación, por lo que se recomienda analizar el efecto mecánico sobre el comportamiento de *Bemisia tabaci***

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- BAILEY, J. 1991. Acoustic Behaviour of Insects An evolutionary perspective, Chapman and Hall London, p 5 -13
- BLACKMER, J. L. and BYRNE D. N. 1993 Flight behaviour of *Bemisia tabaci* in a vertical flight chamber effect of time of day, sex, age and host quality Physiological Entomology p 224 - 229
- BLACKMER, J L. and BYRNE, D. N. 1995. Behaviour, morphological, and Physiological Traits Associated with Migratory *Bemisia tabaci* (Homoptera Aleyrodidae) Vol 8(2) p 252 - 255
- BYRNE, D. N and BELLOWS, T.S. 1991. Whitefly biology Annual Review of Entomology 36 431 - 457
- CABALLERO, R. 1992. Whiteflies (Homoptera Aleyrodidae) from Central America and Colombia, including slide- mounted pupal and field keys for identificación, field characteristics, host, distribution natural enemies, and economics importance M Sc Thesis, Kansas State University, Manhattan, Kansas 201 p
- COOPERATIVE RESERCH (B.L.R.U.) 1992. *Bemisia tabaci* in Brownsville and Texas, U E p 1-2
- DINGLE, H. 1996. Migration the biology life on the move, Oxford University Press Inc New York, U E p 23
- DOMINGUEZ, J., IRAHETA, R.; SERMEÑO, J. 1992. Multiplicación y liberación de parasitoides de *Bemisia tabaci* en tomate *Lycopersicon esculentum* en El Salvador Tesis Ing Agr Universidad de El Salvador p 16
- EICHELKRAUT, K ; CARDONA C. 1989 Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la "mosca blanca" *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera Aleyrodidae), como plaga del frijol común Turrialba (C R.) 26(2) 205 -207

- **GAMEEL, O. 1974.** Some aspects of the mating and oviposition behaviour of the cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) Rev Zool Afr 88 784 - 788

- **HAGLER, J. @ PRIMENET :** A look at Biology and life cycle of whiteflies

- **HENNEBERRY, T. ; YEE, WEE L.1996.** Diurnal field patterns of Honeydew sugar secretion by *Bemisia argentifolii* (Homoptera. Aleyrodidae) Nymphs on Cotton. Environmental Entomology 25(4) 776-782

- **HOFFMAN, J. and BYRNE, D. N. 1986.** Effect of temperature and photoperiod upon adult eclosion of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* Entomol Experimental Appl 42 139 - 143

- **LEWIS, T. 1984.** Insect communication Entomology Department Royal Entomological Society of London Academic Express England p 51 -53

- **LI, T. 1989** Courtship and Mating Behaviour of *Bemisia tabaci*, (Homoptera Aleyrodidae) Environmental Entomology 18(5) 801 -805

- **Mc AUSLANE, H. 1996.** Influence of Leaf Pubescence on Ovipositional Preference of *Bemisia argentifolii* (Homoptera Aleyrodidae) on Soybean Environmental Entomology 25(4) 834-841

- **PRICE, P. 1984.** Insect ecology, Publication A Wiley - Interscience, New York p 359 -374

- **TORRE - BUENO. 1950.** Glossary of Entomology, Brooklyn Entomological Society, Brooklyn , N Y 8 y 196 p

- **VALDERRAMA, A. y VELASQUEZ, A. 1994.** Estudio de la transmisión de virus por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. Homoptera Aleyrodidae y algunos hospederos de un Gemminivirus del tomate. *Lycopersicon esculentum*. Tesis Facultad de Ciencias Naturales y Exactas Universidad de Panamá, Panamá p 1-56

- **WALKER, G. P; FERRING, T. 1994.** Feeding and Oviposition Behaviour of whitefly,(Homoptera Aleyrodidae) Interpreted from AC Electronic Feeding Monitor Waveforms Entomological Society of America. 87(3) 363- 374