

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Agronomía

Escuela de Sanidad Vegetal

TESIS DE GRADO

**Estudio en Laboratorio sobre la Tasa de Mortalidad, Tiempo de
Generación y Reproducción de Bemisia tabaci (Gennadius) en
Tomate**

**Tesista: Br. Donald Alvarenga
Asesor : Dra. Pamela Anderson**

**Managua, Nicaragua
Julio 1998**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Enriqueta Mendoza Roque, quien me ha forjado y apoyado material y moralmente toda mi vida.

A mi esposa María Cecilia Meléndez quien fue un pilar en mis estudios Universitarios.

A mis hijos Donald Enrique y Donald Ernesto Alvarenga Meléndez quienes fueron la inspiración en la culminación de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Epidemiología de Vectores de la Escuela de sanidad Vegetal, Universidad Nacional Agraria por el apoyo económico para la realización de este trabajo, y en especial a la Dra. Pamela Anderson.

A la Estación Experimental del Valle de Sébaco, por su apoyo al inicio de este trabajo.

Al Proyecto CATIE-INTA/MIP(NORAD) por el apoyo a la conclusión de este trabajo en especial al Dr. Falguni Guharay.

A ASDECOSI , al Ing. Domingo Munguía y al Sr. Otilio Velasquez por su apoyo con sus equipos.

A Concepcion Santana vega por su ayuda en los primeros años de estudios universitarios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TITULO	PAGINA
Dedicación	i
Agradecimiento	ii
Índice de Contenido	iii
Lista de Cuadros	iv
Lista de Figuras	v
Resumen	vi
Introducción	1
Objetivos	2
Materiales y Métodos	3-4
Resultados y discusión	8-15
Conclusiones	16
Recomendaciones	17
Literatura Citada	18-19

LISTA DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
1.	Longevidad de <i>Bemisia tabaci</i> a 26°C y 80% de humedad relativa en tomate en Nicaragua.	8
2.	Período de pre-oviposición de <i>Bemisia tabaci</i> en tomate a diferentes temperaturas.	9
3.	Oviposición diaria (huevos/hembra/día) en función de la edad de la hembra adulta de <i>Bemisia tabaci</i>	10
4.	Sobrevivencia de huevos en función de la edad de la hembra adulta de <i>Bemisia tabaci</i>	11
5.	Sobrevivencia de ninfas en función de la edad de la hembra adulta de <i>Bemisia tabaci</i>	12
6.	Reproducción diaria promedio de <i>Bemisia tabaci</i> en función de la edad de la hembra adulta.	13
7.	Reproducción acumulada promedio de <i>Bemisia tabaci</i> en función de la edad de la hembra adulta.	13

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1	Aspirador bucal, para captura y traslado de moscas blancas <i>B. tabaci</i>	5
2	Jaula foliar para mantener adultos de mosca blanca <i>B. tabaci</i> en una hoja	6
3	Jaula para plantas individuales para estudio de mosca blanca <i>B. tabaci</i>	7
4	Tiempo de generac33n de <i>Bemisia tabaci</i> en Nicaragua a 26⁰C y 80% de humedad relativa en tomate variedad VF 134.	11

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Epidemiología y Manejo de Virus en la Escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria en Managua. Pupas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) fueron colectados originalmente en plantas de frijol en Estelí, para después establecer una cría de mosca blanca limpia de virus, en plantas de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., variedad VF 134. El experimento se realizó durante el período de septiembre a diciembre de 1992 bajo condiciones del laboratorio con temperatura de 26°C y con 80% de humedad relativa.

El experimento consistió en colocar hembras de mosca blanca recién eclosionadas en una jaula de clip (clip cage) sobre una planta de tomate. La jaula fue retirada a las 24 horas, trasladando la hembra a una nueva planta. Se continuo transfiriendo las hembras a una nueva planta cada día hasta su muerte. Cada postura de huevos fue cuantificada y observada durante los siguientes días a fin de registrar el número de los huevos que eclosionaron a ninfas, el número de ninfas que pasaron a adultos y el tiempo transcurrido desde la postura hasta la emergencia de adultos.

En base a una longevidad promedio de 9.5 días, se determinó que la tasa mortalidad diaria es de 0.10. El período de preoviposición encontrado es menor de un día. El tiempo promedio para el desarrollo de huevo a adulto fue de 19.2 días. La tasa de oviposición diaria, la sobrevivencia de huevos y la sobrevivencia de ninfas fueron 7.6 huevos por día, 0.92 y 0.74, respectivamente. Por lo tanto se estimó la tasa de reproducción de la mosca blanca en tomate de 5.2 adultos por día.

INTRODUCCION

El tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., es una de las hortalizas más importante en Nicaragua. La producción está repartida entre consumo fresco nacional por los pequeños y medianos productores y consumo industrial (Simán & Gómez 1990). El tomate es cultivado por pequeños productores en todo el país. La producción de tomate genera ingresos a muchas familias campesinas.

Un factor de variación del rendimiento en tomate es el ataque de plagas y patógenos. Dentro de los patógenos en tomate se tienen los geminivirus transmitidos por la mosca blanca de la batata *Bemisia tabaci* (Gennadius), la cual reduce considerablemente los rendimientos. Muestreando 11 fincas en el Valle de Sébaco Siman y Gómez (1991) encontrarán que la prevalencia del virus llegaba a un promedio de más de 60% a los 60 días después del trasplante (DDT). En dos de los once casos, los productores abandonaron sus campos de tomate por encontrar 100% de sus plantas infestadas a los 45 (DDT).

En relación a un cultivo, *Bemisia tabaci* se puede comportar como un insecto plaga, un insecto vector o ambos (Anderson 1991).

Un insecto plaga tiene relación directa con el cultivo a través del perjuicio que causa y el daño que resulta del mismo. Insecto plaga es el objeto del cual se quiere proteger un cultivo, la presencia de plaga implica daño potencial. Sin embargo, en el caso de insecto vector, existen tres organismos en la relación el insecto vector, el patógeno(virus) y el cultivo. No es el insecto en este caso la plaga sino el patógeno el cual daña el cultivo. La sola presencia de un insecto vector no es un problema en sí; es contra el patógeno que hay que proteger el cultivo. El insecto vector en sí no es una plaga.

La distinción entre insecto plaga y el insecto vector es importante por dos razones. Primero el período crítico entre el insecto plaga y el insecto vector es diferente. Las plantas individualmente, son más vulnerables al perjuicio de los insectos plagas en el estado de plantula y posteriormente cuando se están formando los órganos reproductivos (Pedigo 1987, Anderson et.al. 1994).

Las plantas son relativamente tolerantes al perjuicio del insecto plaga durante su etapa vegetativa y después de alcanzar su madurez reproductiva. Una población de plantas puede compensar hasta cierto grado el perjuicio sufrido en el estado de plantula. Pero en general, el perjuicio sufrido durante la etapa reproductiva resulta en un mayor daño al cultivo. Al contrario, en virología se ha documentado que mientras más temprano el virus infesta las plantas el daño es más serio (Matthews,1991). El período crítico para proteger el cultivo contra patógenos transmitidos por insectos es durante las primeras semanas de desarrollo. Así, el período crítico o el tiempo que se debe proteger el cultivo es diferente para *Bemisia tabaci* como vector o para *Bemisia tabaci* como plaga.

Segundo, existe una relación diferente entre el número de insectos y el daño del cultivo para los insectos plagas y los insectos vectores. La relación entre el número de insectos y el daño se asume que en general es lineal, cada insecto causa un daño entre mayor el número de insectos, mayor es el daño (Flint & Van den Bosch, 1981). Esta relación lineal es la base de los cálculos para establecer el nivel de daño económico(NDE). Sin embargo la relación entre el número de insectos vectores y el daño que causa no es tan simple; y no se puede asumir una relación lineal(Pedigo 1989). Si el número de insectos vectores es alto, pero ellos no llevan el patógeno, no se producirá daño. Al contrario puede suceder que, un número bajo de insectos, si están presentes durante el período crítico y la población tiene una alta capacidad vectorial el daño resultante puede ser alto. Esto implica que los conceptos, estrategia y herramientas que se han desarrollado y se utilizan para insectos plagas, y en particular el concepto de nivel de daño económico no son apropiados para el estudio y manejo de insectos vectores.

Referente a la reproducción, la relación entre *Bemisia tabaci* y el tomate como hospedero reproductivo ha cambiado. Durante el período 1982-1984 no se encontraron ninfas de mosca blanca en las plantas de tomate en el Valle de Sébaco (Rosset 1986). Pero, desde 1989, *Bemisia tabaci* se ha encontrado reproduciendo en tomate por todo el territorio nacional (Siman y Gómez 1991, Anderson et al. 1994).

Para tomar decisiones sobre la estrategia de protección de un cultivo contra un virus transmitido por un insecto vector, es necesario entender la dispersión de patógenos. Para estudiar y entender la dispersión de un patógeno se ha desarrollado un modelo matemático (Anderson 1994). Para utilizar este modelo en un análisis del patosistema es necesario cuantificar varios parámetros entre ellos mortalidad diaria, tiempo de generación y reproducción del insecto vector.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es cuantificar la tasa de mortalidad, tiempo de generación y reproducción de *Bemisia tabaci* en tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill en Nicaragua

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Laboratorio de Epidemiología y Manejo de Virus de la Escuela de Sanidad Vegetal en la Universidad Nacional Agraria (UNA) durante los meses de septiembre a diciembre de 1992. La temperatura de laboratorio fue de 26°C y una humedad relativa de 80%.

Se colectaron hojas de frijol que no presentaron síntomas de virosis con pupas (4to. estadio) de *Bemisia tabaci* en campos de la Estación Experimental de Estelí. Estos campos no tuvieron aplicaciones de insecticidas. Las hojas fueron puestas en platos petri, con papel húmedo para mantener la turgencia de tejido y trasladadas al laboratorio donde se dejaron eclosionar las pupas. Con un aspirador (figura 1) se colectaron los adultos eclosionados y se colocaron, con una jaula de clip (figura 2), en el envés de la 4ta y 5ta hojas en plantas de frijol variedad Top Crop, dentro de una jaula (figura 3) para evitar infestación de otros insectos. Se mantuvieron 2 generaciones para observar que no se presentaron síntomas de virosis en las plantas, lo que indicó que los insectos obtenidos del campo no estaban infestados con virus.

Después que se estableció la cría de *Bemisia tabaci* en frijol, se trasladaron adultos de la cría de frijol a plantas de tomate variedad VF 134 colocando adultos en el envés de las hojas 3^a, 4ta o 5^a con una jaula de clip. De esta forma se estableció una cría de *Bemisia tabaci* en tomate.

Las plantas de tomate se desarrollaron en el invernadero de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Se trasladaron al Laboratorio para la inoculación de mosca blanca, fueron limpiadas con un pincel para eliminar cualquier insecto del invernadero. Durante el experimento las plantas se mantuvieron bajo jaulas para evitar la infección de insectos no deseados y se les dio el riego necesario.

Todos los adultos de mosca blanca fueron retirados de las plantas de tomate 24 horas antes de iniciar el experimento, para asegurar que las hembras colectadas para el experimento eran recién eclosionadas.

Una hembra recién eclosionada se colocó con una jaula de clip en el envés de una hoja de una planta de tomate variedad VF 134 con 3 a 7 hojas de desarrollo. Cada 24 horas la hembra se transfirió a una planta nueva hasta que se murió.

Cada día se revisó todas las hojas de tomate donde la hembra estaba colocada para registrar el número de huevos puestos en la hoja, el número de huevos eclosionados, el número de ninfas y el número de ninfas eclosionadas.

en un día. Mortalidad diaria puede calcular como el inverso de longevidad, es decir

$$\text{mortalidad diaria} = \frac{1}{\text{longevidad}}$$

donde, longevidad es el número de días promedio que vive un adulto, (Levis y Anderson 1991, Anderson et al 1994).

Tiempo de generación, es el número de días desde la oviposición de una hembra hasta la oviposición de su progenie. Lo anterior significa que el tiempo de generación está compuesto del tiempo de desarrollo i.e. número de días de huevo a adulto, más el período de preovipsición o bien el número de días desde que eclosiona una hembra hasta su primer oviposición.

La reproducción diaria está definida como el número de adultos que resultan de la oviposición de una hembra en un día. La reproducción, entonces, está compuesta de la tasa de oviposición diaria, i.e. el número de huevos que pone una hembra por día; la sobrevivencia de los huevos, i.e. cuántos huevos eclosionan a ninfas; y la sobrevivencia de ninfas, i.e. cuántas ninfas eclosionan a adultos. La reproducción acumulada se calcula sumando la reproducción diaria de los días 1,2, 3, hasta llegar al total de promedio días que vivió la hembra

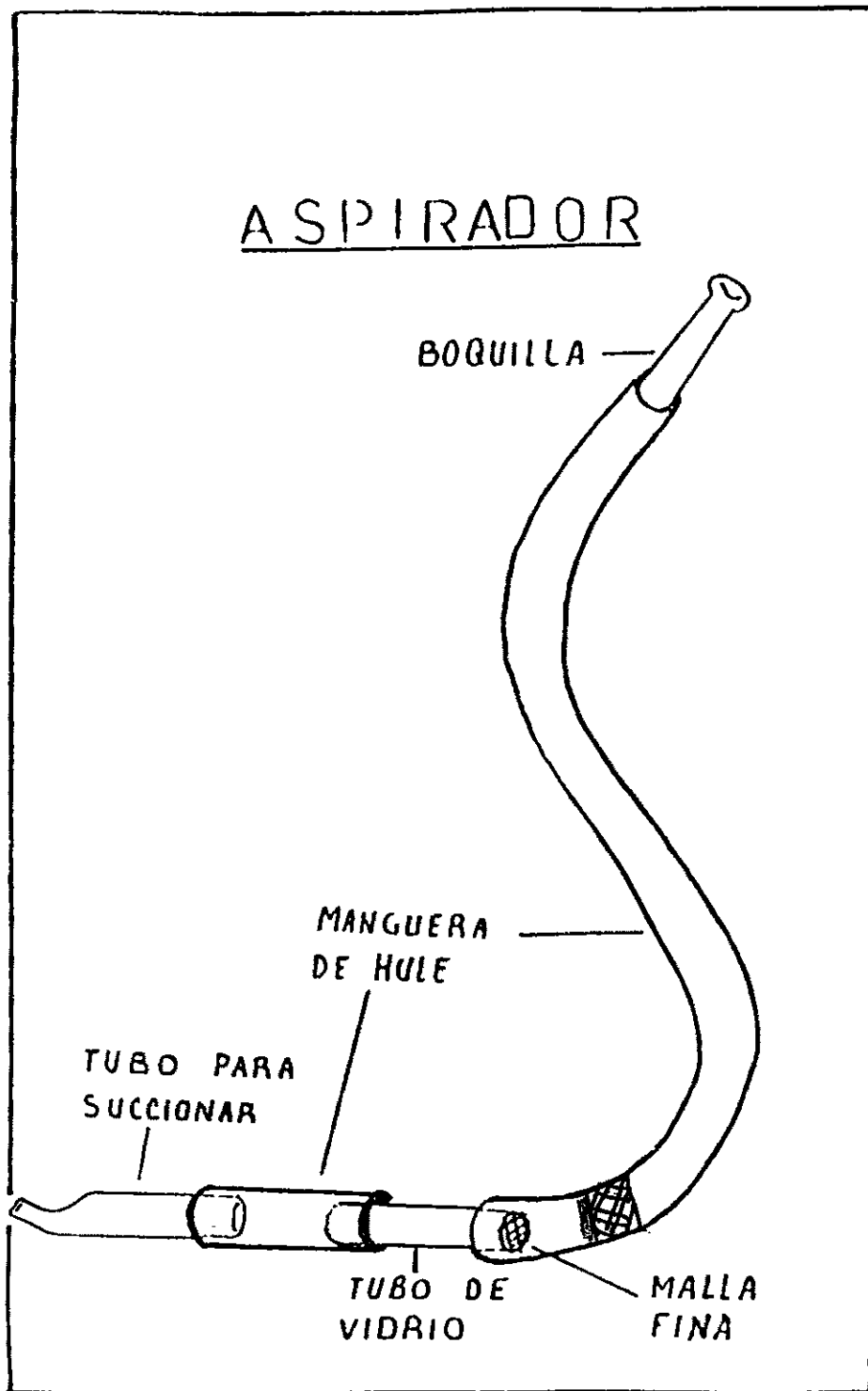


Figura 1. El aspirador utilizado para coleccionar y transferir los adultos de mosca blanca a las hojas de plantas de tomate

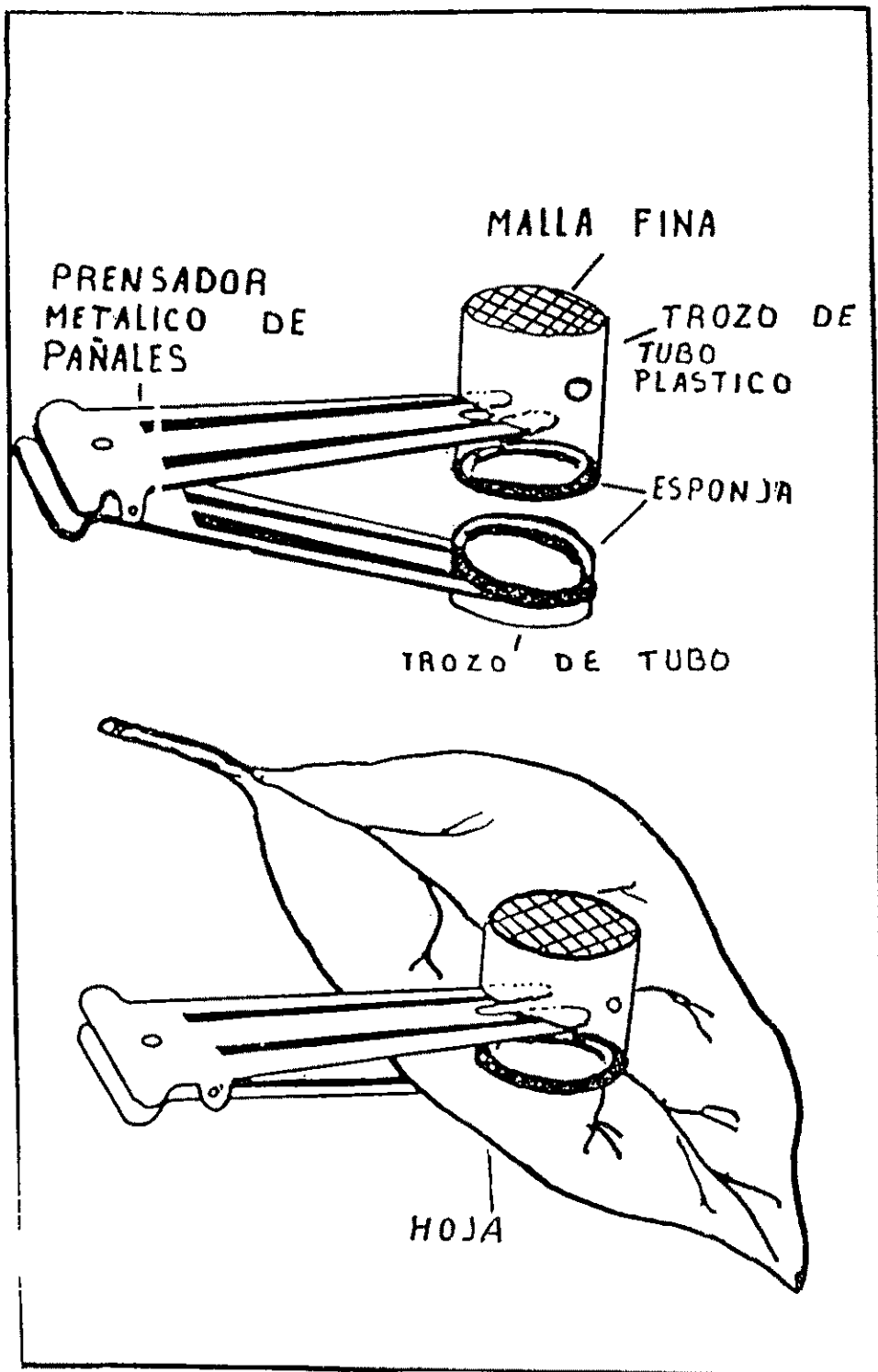


Figura 2. La jaula clip utilizada para criar la mosca blanca y estudiar la reproducción sobre las hojas de tomate

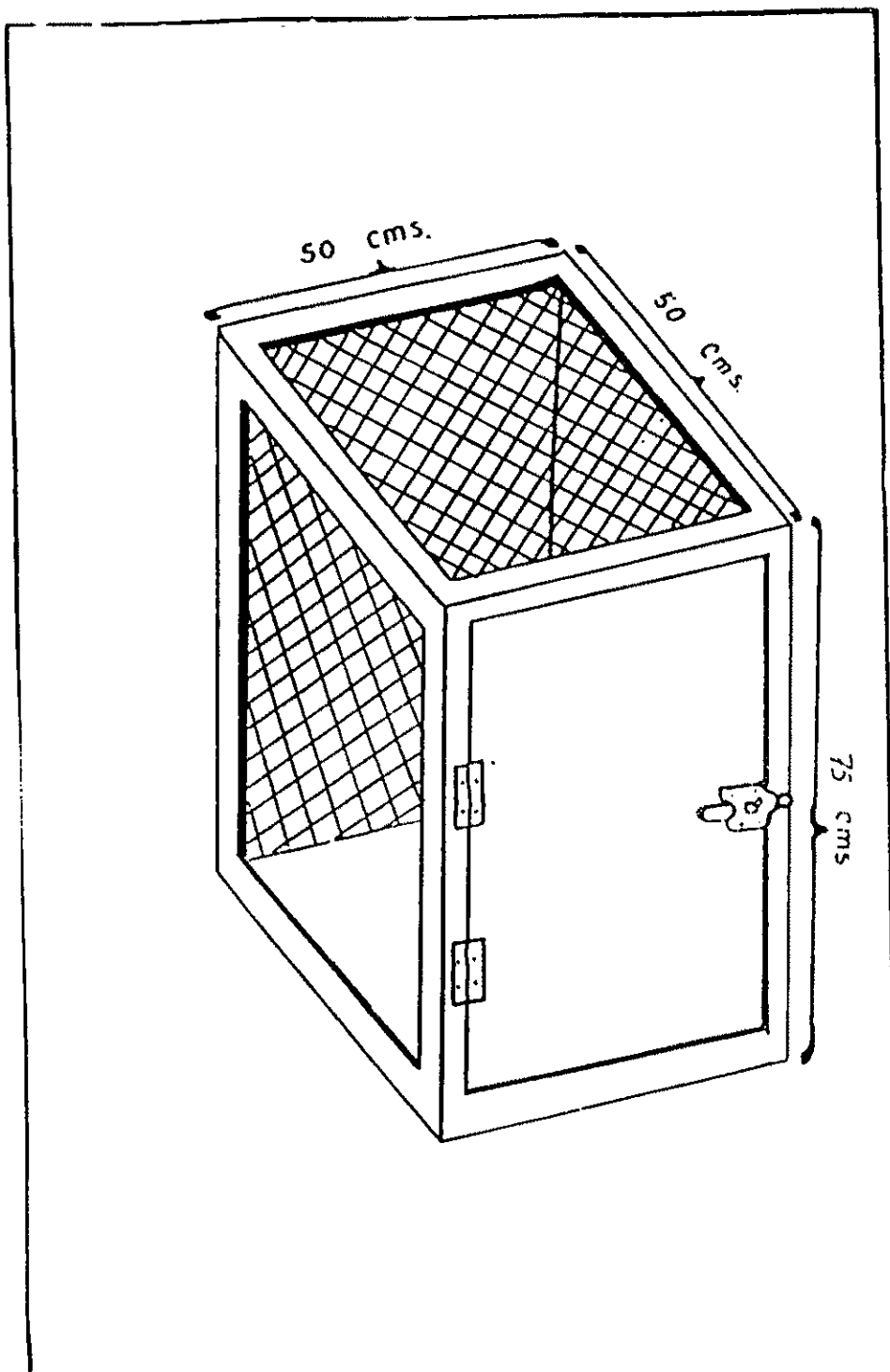


Figura 3. La jaula de madera y cedazo utilizada para encerrar las plantas de tomate y evitar infestación de otros insectos durante el estudio de la reproducción de mosca blanca

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Tasa de mortalidad diaria

De las 24 hembras utilizadas en el estudio 10 murieron de forma natural y el resto sufrieron muertes accidentales durante manipulación o por ahogamiento en gotas de aguas condensadas sobre las hojas. Por lo tanto solamente se utilizaron los datos obtenidos de los 10 casos de muerte natural para calcular la longevidad.

Cuadro 1 Longevidad de *Bemisia tabaci* a 26°C y 80% de H.R. en tomate en Nicaragua

Código de Individuos	N° de días que vivió
1	10
2	14
4	6
6	11
8	7
9	7
14	17
16	9
20	9
23	5
Número de observaciones	10
Promedio longevidad	9.5 días
Desviación Estándar	3.7 días

De los datos obtenidos de estos 10 casos, se pudo determinar que la longevidad promedio de adultos de *Bemisia tabaci* sobre la planta de tomate es de 9.5 \pm 3.72 días con un rango de 5-7 días.

En otros estudios sobre la longevidad de adultos de mosca blanca, se reportan variaciones de acuerdo a la temperatura y hospederos. Butler et al. (1983) reportaron una longevidad promedio de 8 días para los adultos de *B. tabaci* provenientes de las poblaciones criadas en algodón a 26.7 °C en el estado de Arizona de EE.UU . Batta y

Sharaf (1985) estudiando el desarrollo de mosca blanca en Jordania sobre las plantas de tomate mantenidas a una temperatura de 27°C, reportaron una longevidad de 15.1 días para los adultos. En otros estudios, Gerling et al. (1986) reporta que a diferentes regímenes de temperatura y humedad las hembras pueden vivir desde 8 días hasta 61.5 días, demostrando así la variabilidad de la biología de este insecto.

En base a la longevidad promedio de *Bemisia tabaci* en tomate de 9.5 + 3.72 días obtenido en este estudio se procedió a calcular la tasa de mortalidad diaria.

$$\text{Tasa de Mortalidad diaria} = \frac{1}{9.5} = 0.10$$

El valor de la tasa de mortalidad diaria de *Bemisia tabaci* de Nicaragua sobre planta de tomate de variedad VF 134 mantenido a las condiciones de laboratorio (temperatura de 26°C y 80% H.R) fue calculado a 0.10 o 10% de las poblaciones de adultos presentes.

2. TIEMPO DE GENERACION

2.1. Período de pre oviposición

En este experimento las hembras de *Bemisia tabaci* ovipositaron dentro de las primeras 24 horas de haber sido eclosionadas lo que nos indicó un período de pre oviposición en tomate es menor a un día en las condiciones de 26 °C y H.R. de 80%.

Cuadro 2 Período de pre-oviposición de *Bemisia tabaci* en tomate a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Periodo de Pre-oviposición	Referencia por/ Trabajando en
26	menos de 1 día	Estudio actual Nicaragua
25	1.4 días	Salas 1993 Venezuela
30	1.8 días	Hendi 1984 Egypto
28	3.3 días	Batta y Sharaf 1993 Jordania
25	3.6 días	Batta y Sharaf 1985 Jordania
24	3.8 días	Batta y Sharaf 1985 Jordania

El período de pre-oviposición de mosca blanca observado en este estudio es menor que los valores reportados en otros estudios. Salas (1993) y Hendi (1984) reportan un período pre-oviposición de 1.4 y 1.8 días en planta de tomate, Batta y Sharaf (1985) trabajando en Jordania reportan un período de 3.3 a 3.8 días sobre el mismo hospedero (cuadro 2). Sin embargo, Butler y Henneberry (1985) trabajando con *Bemisia tabaci* de Arizona en plantas de Algodón reportan el período de pre-oviposición no mayor de 1 día.

Estos resultados claramente demuestran la evidencia de la variabilidad de los parámetros biológicos de este insecto dependiendo de la raza, condiciones locales o los hospederos. El estudio actual por lo tanto contribuye poniendo en mano de los investigadores un valor preciso de este parámetro determinado con la raza local de mosca blanca y bajo las condiciones locales.

2.2. TIEMPO DE DESARROLLO

A partir de los huevos puestos por las hembras en las hojas de tomate dentro de las jaulas clip, se logró monitorear el desarrollo de 774 individuos de mosca blanca durante el estudio. En base a estas observaciones se calculó que el tiempo de desarrollo promedio de huevo a adulto, en tomate a los 26°C., duró un promedio de 19.2 ± 1.3 días.

El período de pre-oviposición obtenido en este estudio fue menos de 1 día. Por lo tanto, se estima que bajo las condiciones de este estudio el tiempo de generación de mosca blanca en plantas de tomate comprendido por el tiempo de desarrollo y el período de pre-oviposición es igual a 19.2 ± 1.3 días.

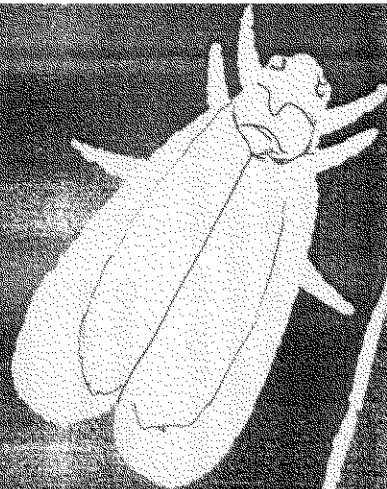
En otros estudios se han reportado valores mayores de tiempo de generación de mosca blanca en comparación con el valor obtenido en el estudio actual. Estudiando el desarrollo de mosca blanca en plantas de tomate, Lopez Avila (1986) reporta que el tiempo de generación de mosca blanca bajo las condiciones de 25°C y 75% de H.R. fue de 23.5 días, mientras que Coudriet et al. (1985) estimaron que el tiempo de generación era de 27.3 días a los 26.7°C. Trabajando bajo condiciones de invernadero, Eichelkraut & Cardona (1989) calcularon que el tiempo de generación de mosca blanca en frijol era de 25.3 días (26°C.y 67% H.R.), mientras que en condiciones del campo (24°C. Y 70% de H.R.) ese período era de 28.3 días.

Es bien documentado que el tiempo de desarrollo de *Bemisia tabaci* es determinado por la temperatura. La relación es inversa, más alta la temperatura, más corto el tiempo de desarrollo (Butler et al. 1983). También el tiempo de desarrollo de *Bemisia tabaci* es afectado por la planta hospedante (Coudriet et al 1985). Estos factores juntos con la características genéticas de las razas locales producen la variabilidad observadas en los estudios.

TIEMPO DE GENERACION

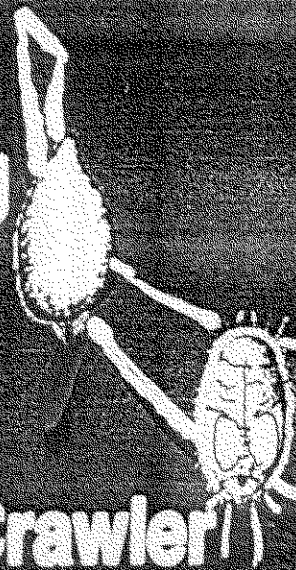
PERIODO DE PREOVIPOSICION = MENOS 1 DIA

TIEMPO DE DESARROLLO = 19.2 DIAS



Adult

Egg



Crawler

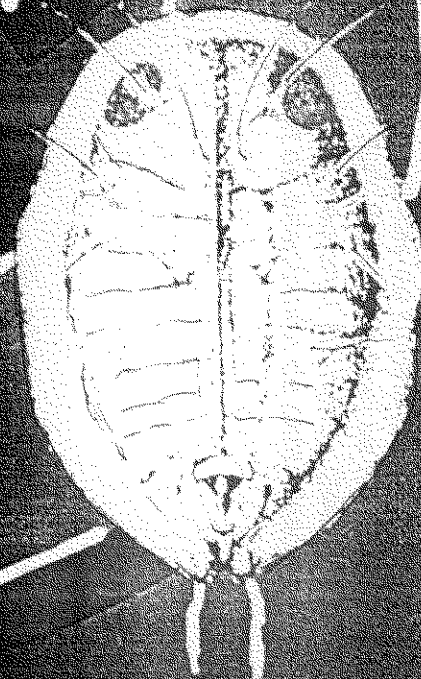
2nd



3rd



4th,
"pupa"



El tiempo de generación mas corto obtenido en este estudio bajo las condiciones de temperatura parecidas a otros estudios, indica el mayor grado de adaptabilidad de la mosca blanca sobre este hospedero y nos señala la capacidad de reproducción y aumento poblacional de mosca blanca sobre este hospedero en Nicaragua. Es importante señalar que en los años anteriores (1982-86), no se encontraban las ninfas de mosca blanca sobre las plantas de tomate en los campos de agricultores (Rosset, 1986), sin embargo desde 1989, *Bemisia tabaci* se ha encontrado reproduciendo en este cultivo por todo el territorio nacional (Siman y Gómez, 1991; Anderson et al., 1994), demostrando la capacidad de adaptación de este insecto.

3. Reproducción diaria

3.1. Tasa de oviposición diaria

Los huevos de *Bemisia tabaci* son pequeños, de color aperlados, con un pedúnculo en su base, son ovipositados en masa y en semicírculo (Butler et al., 1983). Con los adultos puestos en jaulas clip durante 1 día y posteriormente transfiriéndolas a otras jaulas, se logro cuantificar la oviposición diaria para las hembras (cuadro 3)

Cuadro 3. Oviposición diaria (huevos/hembra/día) en función de la edad (días) de la hembra adulta de *Bemisia tabaci*.

Edad	Promedio oviposición	Dev. Est oviposición	Rango oviposición	Número de hembras observadas
1	5.0	3.20	1-10	20
2	7.8	4.88	1-17	22
3	9.4	2.79	4-14	19
4	9.7	4.58	1-20	16
5	9.7	4.39	3-18	15
6	7.2	2.95	1-12	13
7	10.6	6.44	4-24	9
8	9.1	5.73	2-18	7
9	8.0	6.32	1-15	5
Global	7.6	4.95	0-24	149

El promedio de la oviposición diaria expresado en unidades de huevos/hembra/día oscilo entre 5.0 y 10.6, con un promedio global de 7.6 ± 4.95 obtenido a partir de 149 observaciones. No se observó un efecto de la edad de las hembras sobre las tasas de oviposición diaria. Oviposición promedio diaria, se calcula la media de las oviposiciones de cada día por hembras observadas. Global es la media del total de las oviposiciones observada, el cuadro refleja 9 dias, por ser este el promedio de vida que se obtuvo en el estudio.

Existe muy poco estudios que reportan valores de oviposición diarias. Para comparar los resultados de este estudio con otros, se procedió a hacer cálculos relevantes a base de los datos presentados en otros estudios. Eichekraut y Cardona (1989) reporta longevidad promedio de 14 días y oviposición acumulada de 75 huevos por lo que resulta una tasa de oviposición diaria de 5.35 huevos/hembras/días en frijol común a una temperatura de 26°C. Y 67% H.R. en el invernadero en Palmira Colombia. Salas (1993) reporta longevidad de 19.02 días y fecundidad de 194.91 huevos por hembras resultando una tasa de oviposición diaria de 10.25 huevos/hembra/días en tomate a 25°C. Y una H.R. de 65% en el laboratorio del FONAIAP, Venezuela. El valor obtenido en este estudio esta dentro del rango reportado por estos autores.

3.2 Sobrevivencia de huevos

La sobrevivencia de huevos es determinado por el número de huevos que logran a eclosionar a ninfas. Las ninfas en sus primeras horas de nacidas son móviles y muchas caen de las hojas, dificultando la estimación precisa de este parámetro. Utilizando las jaulas clip, a partir de los número de huevos puestos por las hembras y los número de ninfas eclosionadas se determinaron la sobrevivencia en función de la edad de hembra (cuadro 4).

Cuadro 4. Sobrevivencia de huevos (expresado en proporción) en función de la edad (días) de la hembra adulta de *Bemisia tabaci*

Edad	Promedio Sobrevivencia de huevos	Dev. Est. Sobrevivencia de huevos	RANGO Sobrevivencia de huevos	Número de grupos de huevos observados
1	0.94	0.127	0.62-1.00	20
2	0.88	0.220	0.27-1.00	21
3	0.90	0.178	0.38-1.00	18
4	0.85	0.288	0.00-1.00	16
5	0.91	0.183	0.33-1.00	15
6	0.92	0.179	0.36-1.00	13
7	0.98	0.045	0.89-1.00	7
8	1.00	0.000	1.00-1.00	6
9	0.96	0.040	0.93-1.00	4
Global	0.92	0.180	0.00-1.00	130

De las 130 observaciones realizadas , se logro observar una alta sobrevivencia de huevos. Los valores promedios oscilaron entre 0.85 y 1.00, con un promedio global de 0.92 ± 0.18 , no se observó ningún efecto de la edad de las hembras sobre la sobrevivencia de huevos. En base a la cifra global, se estimó hasta 92% de sobrevivencia de los huevos de *Bemisia tabaci*, bajo las condiciones de laboratorio y

sobre plantas de tomate. De cada observación de huevo puesto y huevo eclosionado se calculo el porcentaje de sobrevivencia, luego de estos datos se calculo la media para cada día de edad de la hembra, el cuadro refleja 9 días que es el promedio de longevidad de este estudio. Butler et al. (1983) reportan la sobrevivencia de huevos de *B. tabaci* criados en plantas de algodón de 0.68 y 0.75 a temperaturas de 26.7°C y 32.2°C respectivamente.

3.3 Sobrevivencia de ninfas

Posteriormente las ninfas comenzaron a alimentarse introduciendo su probosis y quedando fijas sobre las hojas como reporta la literatura. A partir de los números de ninfas eclosionados y número de adultos emergidos del mismo grupo de ninfa se calcularon la sobrevivencia de ninfas en función de edad de las hembras (cuadro 5).

Cuadro 5. Sobrevivencia de ninfas (expresada en proporción) en función del edad (días) de la hembra adulta de *Bemisia tabaci*

Edad	Promedio Sobrevivencia de ninfas	Dev. Est. Sobrevivencia de ninfas	RANGO Sobrevivencia de ninfas	Número de grupos de ninfas observados
1	0.64	0.320	0.00-1.00	20
2	0.70	0.286	0.00-1.00	21
3	0.78	0.227	0.28-1.00	17
4	0.86	0.133	0.64-1.00	15
5	0.81	0.176	0.50-1.00	15
6	0.74	0.238	0.33-1.00	13
7	0.80	0.138	0.60-1.00	8
8	0.64	0.392	0.00-1.00	7
9	0.80	0.142	0.69-1.00	4
Global	0.74	0.248	0.00-1.00	129

No se observó ningún efecto de la edad de las hembras sobre la sobrevivencia de las ninfas. El valor promedio de sobrevivencia osciló entre 0.64 y 0.84 con un promedio global de 0.74 ± 0.25 . Por lo tanto se puede estimar que bajo las condiciones del estudio, el porcentaje de ninfas que eclosionaron a adultos, i.e. la sobrevivencia de ninfas, fue un promedio de 74%. De cada ninfa observada y ninfa eclocinada por día por edad de la hembra se calculo la sobrevivencia, luego se calculo la media por día. El global fue calculado del total de toda las observaciones. El cuadro refleja 9 días que es el promedio de longevidad.

Después de haber obtenido valores de los componentes de reproducción, se procedió a calcular la tasa de reproducción diaria en base a la siguiente relación.

$$\text{Tasa de reproducción diaria} = \text{Tasa de oviposición diaria} \times \text{Sobrevivencia de huevos} \times \text{Sobrevivencia de ninfas}$$

Con una tasa de oviposición diaria de 7.6 huevos/hembra/día, sobrevivencia de huevos de 0.92, y sobrevivencia de ninfas de 0.74, la tasa de reproducción diaria resultó ser 5.2 adultos/hembra/día.

4. Curvas de fertilidad y fecundidad

En este estudio se cuantificó la oviposición diaria tanto como la sobrevivencia de huevos y ninfas en función de la edad de la hembra de *Bemisia tabaci*, lo que permitió calcular la tasa de reproducción diaria y acumulada en función de la edad de la hembra (Cuadros 6).

Cuadro 6 Reproducción diaria promedio y acumulado de *Bemisia tabaci* en función de la edad de la hembra-adulta

Edad (días)	Reproducción diaria individuos/día	Reproducción acumulada individuos
1	3.00	3.00
2	4.80	7.80
3	6.60	14.40
4	7.09	21.49
5	7.15	28.64
6	4.90	33.54
7	8.31	41.85
8	5.82	47.67
9	6.14	53.81
Promedio Total	5.14	53.81

Se puede observar que durante la vida que puede durar un promedio de 9 días, las hembras de *Bemisia tabaci* bajo las condiciones de laboratorio (26 C y 80% H.R) y sobre la plantas de tomate, pueden obtener una tasa de reproducción diaria de 3.00 a 8.3, obteniendo un promedio de 5.14 progenies/día/hembra, sumando la reproducción diaria resulta un total acumulado de 53.8 progenies durante la vida de una hembra.

Esta alta tasa de reproducción (5.4 progenies/hembra/día) y corto tiempo de generación (19.2 días) hace que las poblaciones de *Bemisia tabaci* se aumenten en forma explosiva colonizando rápidamente todas las áreas.

CONCLUSIONES

- En este estudio se encontró baja tasa de mortalidad diaria (10%) de las hembras de mosca blanca, lo que significa que cada 100 hembras de la población utilizada 10 hembras mueren diario bajo condiciones de 26° C y 80% de HR en tomate en Nicaragua.
- Tiempo de generación, en este estudio se calculó que es de 19.2 días. Esto significa que desde que oviposita una hembra y la primera oviposición de su progenia, transcurren 19.2 días.
- La reproducción promedio es de 5.2 días, esto significa que una hembra de mosca blanca origina diariamente 5.2 adultos. La reproducción acumulada es de 53.51 lo que significa que cada hembra al morir originó 53.51 adultos.

Estos resultados pueden variar por condiciones climáticas, plantas hospederas y por la plasticidad genética de *Bemisia tabaci*.

RECOMENDACIONES

Para tomar decisión sobre la estrategia de manejo de insectos vectores o insectos plaga, es necesario conocer la biología y ecología de estos organismos, por lo que se recomienda realizar estudios similares a este trabajo, bajo condiciones de campo, en diferentes regiones del país y en los cultivos que afecta la mosca blanca.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, P. K. 1991. Epidemiology of insect-transmitted plant pathogens. D.Sc. thesis. Boston, EE.UU. Harvard University. 304p.
- ANDERSON, P. K. 1994. Un modelo para la investigación en mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius). In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Ed. by L. Hilje, O. Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 27-33.
- ANDERSON, P. K.; CHAVARIA, A.; GUHARAY, F. 1994. Memoria, Taller Nacional de Mosca Blanca, 16 y 17 julio, 1992. Managua, Nicaragua, OIRSA. 7p.
- BATTA, Y.; SHARAF, N. 1985. Effect of temperature on life history of the whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. Tesis M.Sc. University of Jordan.
- BUTLER, G. D., Jr.; HENNBERRY, T. J.; CLAYTON, T. E. 1983. *Bemisia tabaci*. (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition and longevity in relation to temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* 76(2):310-313.
- COUDRIET, D. L.; PRABHAKAR, N.; KISHABA, A. N.; MEYERDIRK, D. E. 1985. Variation in developmental rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology* 14(4):516-519.
- EICHELKRAUT, K. & CARDONA, C. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *B. tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. *Turrialba (Costa Rica)* 34(1): 51-55.
- FLINT, M.L.; VAN DEN BOSCH, R. 1981. Introduction to integrated pest management. New York, Plenum Press.
- GERLING, D. 1986. Natural enemies of *Bemisia tabaci*, biological characteristics and potential as biological control agents: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17(1-2): 99-110.
- HENDI, A.; ABDEL-FATTAH, M.I.; EL-SAYED, A. 1984-1985. Biological study on the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). *Bull. Soc. Entomol. Egypt*. 65:101-108.
- LOPEZ-AVILA, A. 1986. Taxonomy and Biology. In *Bemisia tabaci*, A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. M.J.W. Cock (de.). FAO-CAB-IICA. Ascot, UK. P. 3-11.
- MATTHEWS, R.E.F. 1991. *Plant Virology*, 3rd ed. New York, Academic Press. 835p.
- PEDIGO, L.P. 1989. *Entomology and pest management*. New York MacMillan Publishing company.
- ROSSET, P. 1986. Aspectos ecológicos y económicos del manejo de plagas y los policultivos de tomate en América Central. Tesis Doctoral. Ann Arbor, MI, EEUU, University Michigan. 141 p.

LITERATURA CITADA

- SALAS, J. 1994. Biología de mosca blanca de la batata *Bemisia tabaci*. In Memoria, II Taller Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus. Ed. by A. Rojas, G. Varela, N: Valle, A. Chavarría. Managua, Nicaragua, OIRSA. p. 60.**
- SIMAN, J.; GOMEZ, D. 1990. Diagnóstico de tomate en pequeña producción. Managua, Nicaragua, MIP-CATIE.**
- SIMAN, J.; GOMEZ, D. 1991. Diagnóstico fitosanitario de invierno sobre tomate en la sexta región Matagalpa. Managua, Nicaragua, MIP-CATIE.**