

CICLO DE VIDA, HABITOS Y ENEMIGOS NATURALES DE *Liriomyza sativae*
Blanchard (DIPTERA: AGROMYZIDAE), MINADOR DEL FRIJOL

Ana M. de la Cruz R.*

César Cardona J.**

Jaime de la Cruz L.***

COMPENDIO

El presente estudio se realizó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Palmira. Se consideró como objetivo principal el estudio biológico del minador del frijol *Liriomyza sativae* Blanchard, en condiciones controladas de invernadero y sus enemigos naturales. Se hizo la descripción morfológica de todos los estados de desarrollo del insecto y de los daños ocasionados por el adulto. Igualmente se midió la duración del ciclo de vida en condiciones controladas; temperatura promedio 24.7°C y humedad relativa 64.3 o/o. La duración promedio de los estados de desarrollo fue: huevo, 2.6 días; en conjunto los tres instares larvales, 4.6 días; prepupa, 5 horas y 20 minutos; pupa, 9.1 días; adulto hembra, 19.9 días y adulto macho 13.6 días. El promedio de huevos totales ovipositados por hembra copulada fue 279.3 y por hembra virgen 172.3 huevos. El porcentaje de huevos fértiles por hembra copulada fue 79.4 o/o y el tiempo promedio de oviposición para hembra copulada fue 16.4 días y para hembra virgen 19.11 días. Los adultos pueden copular varias veces con la misma ó diferente pareja. No hay partenogénesis. Se encontraron dos parásitos: *Opius* sp., un parásito de larvas que emerge de la pupa y *Diglyphus begini*, parasitando larvas y un predador de adultos *Drapetis (Elaphropeza)* sp. Entre las plantas cultivadas y silvestres que hospedan al *L. sativae* se encontraron: hierba mora (*Solanum nigrum*), sandía (*Citrullus lunatus*), pepino (*Cucumis sativus*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*).

ABSTRACT

This study was carried out at the Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Palmira, Colombia. The main purpose was to study biology and natural enemies of the bean leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard, under controlled conditions. Morphological descriptions of the life stages and damage of *L. sativae* were made. The life cycle was conducted at 24.7°C and 64.3 o/o relative humidity. Average duration of the eggs was 2.6 days; the three larval instars, 4.6 days; prepupa, five hours and 20 minutes; pupa, 9.1 days; female adult, 19.9 days male adult, 13.6 days. Mated females laid an average of 279.3 eggs with 79.4 o/o of fertility. Virgin females laid an average of 172.3 eggs. Average oviposition time for mated females was 16.4 days and for virgin females was 19.1 days. Adults can mate several times with the same or different pair. There is not parthenogenesis in this species. Two parasites of *L. sativae* were found: *Opius* sp, a larval parasite that emerges from the pupa and *Diglyphus begini*, a larval parasite. A predator of adults, identified as *Drapetis (Elaphropeza)* sp., was also found. Four host plants of the leafminer were found among cultivated and wild plants: hierba mora (*Solanum nigrum*), watermelon (*Citrullus lunatus*), cucumber (*Cucumis sativus*) and snap beans (*Phaseolus vulgaris*).

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. A. A. 6713, Cali, Colombia

*** Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

1. INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris*), una de las leguminosas que se cultiva a gran escala, se considera como un producto casero obligado en la dieta de la mayoría de los habitantes de América Latina; por lo que se constituye en cultivo de gran importancia, especialmente como sustituto de las proteínas de origen animal. En Colombia el área destinada para este cultivo es relativamente grande, pues ocupa aproximadamente unas 200 000 ha, de las cuales el 98 o/o es de ladera. Como regla general, en los cultivos de consumo se presentan problemas por insectos plagas en todo ciclo fisiológico, incrementado por el continuo uso de insecticidas que pueden ocasionar daños a la entomofauna benéfica, y por lo tanto reducir considerablemente los rendimientos.

Uno de los insectos que afectan al cultivo en Colombia y otros países de América Latina es el minador de las hojas, *Liriomyza sativae* Blanchar. Los estadios larvales se alimentan del tejido parenquimatoso de la hoja, y por consiguiente destruyen gran cantidad de cloroplastos necesarios para los procesos de respiración y transpiración de la planta. Esto provoca un desequilibrio fisiológico y disminuye la formación de hidratos de carbono necesarios en la planta para efectuar sus procesos de floración y fructificación (Cortes, 1975).

Actualmente la información en Colombia sobre el minador *L. sativae* es muy escasa; por esta razón se realizó el presente trabajo de investigación, con el objeto de tener mayor conocimiento, como también la búsqueda de sus enemigos naturales, con el fin de contribuir a la solución de problemas que se presentan por el ataque de esta plaga.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1. Técnica experimental

El primer paso del trabajo, realizado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT, consistió en establecer una cría

masal del insecto en condiciones controladas (24.7° C y 64.3 o/o HR), sobre la variedad de frijol Bat-41.

2.1.1. Ciclo de vida en cuarto ambiental

Para el desarrollo del ciclo de vida, se utilizó una jaula enmallada, donde se introdujeron las plantas, las cuales se infestaron con 3000 adultos de *L. sativae* provenientes de la cría masal. El período de exposición de las plantas fue de 36 horas, con un fotoperíodo de 24 horas. Luego se tomaron muestras al azar de hojas, las cuales se observaron al estereoscópio para detectar huevos y con una aguja de disección se sacaron 50 de ellos para hacer las mediciones correspondientes.

Cuando eclosionaron los primeros huevos se inició el estudio de los diferentes estados inmaduros. Diariamente se tomaron hojas de frijol y se hicieron observaciones al microscopio sobre 30 individuos. Se anotó en cada caso el estado de desarrollo de los mismos y se hicieron las mediciones morfológicas correspondientes.

La determinación del número de instares de la fase larval se hizo estadísticamente por la morfometría del esqueleto cefalofaríngeal (Lawrence, 1979), tomando como dimensiones básicas la longitud y ancho de los ganchos bucales. Se separaron las larvas de acuerdo con el tamaño y así se estableció el número de instares.

Para determinar el estado de prepupa se anotó el día que dejó de alimentarse y emergió de la mina, se dejó llegar a adulto y se describió la morfología de estos dos estados.

El número de días a emergencia del adulto se determinó por medio de la fórmula:

$$A_j = \frac{Z (i \times N_i)}{N_i}$$

i = día (después de infestación) en que hay muda al estado j .

N_i = número de individuos que mudan en el día i al estado j .

A_j = tiempo promedio requerido para que el insecto pase de un estado al siguiente.

Duración = $A_{j+1} - A_j$

J = estado (1 = huevo, 2 = larva I, 3 = larva II, ...)

La formula A_j calcula la fecha promedio de muda (ponderado por el número de individuos que mudan) para cada estado. Luego por diferencias sucesivas se estimó la duración de cada estado

2.1.2. Relación de sexos

La relación de sexos se determinó revisando la genitalia de los adultos.

2.1.3. Longevidad y fecundidad

Para determinar la curva de oviposición, se tomaron 60 parejas recién emergidas, distribuidas en 30 plantas de 20 días. Cada pareja se colocó en una jaula pinza, la cual coge la lámina de la hoja. Diariamente se retiró el tejido de la hoja que se encontraba dentro de la jaula pinza, cambiando este a una nueva área. Por medio de un estereoscópio, se contó el número de huevos puestos. Estas hojas se conservaron en cajas de petri sobre papel filtro humedecido y también diariamente se observaron para determinar el número de larvas emergidas y así obtener el porcentaje de fertilidad de los huevos. La longevidad se midió por el tiempo de duración del adulto.

2.1.4. Alimentación y oviposición

Para estudiar la forma de alimentación y oviposición se colocaron individualmente 30 hembras y 30 machos recién emergidos en jaulas pinzas, en plantas de fríjol joven. En el laboratorio se observó la diferencia del daño causado por alimentación al de oviposición.

2.1.5. Partenogenesis

Para estudiar la posible partenogénesis, se separaron individualmente 150 pupas. A medida que iban emergiendo los adultos se sexaron, se seleccionaron 30 hembras colocadas cada una en jaulas pinzas en plantas de fríjol joven. Cada tercer día se rotaban de sitio, con el fin de observar si había posturas y determinar la fertilidad de las mismas.

2.2. Reconocimiento de enemigos naturales

Para reconocer la intensidad y población de los parasitoides y predadores, se hicieron observaciones en el campo y se colectó material infestado, separando huevos, larvas y pupas de *L. sativae*.

2.3. Hospedantes

El reconocimiento de plantas hospedantes alternas se realizó en los alrededores del sitio de trabajo.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Cría masal

El éxito de una cría empieza con el establecimiento de ella. Una vez establecida la cría, para su buen funcionamiento hay que tener en cuenta tres factores: mantenimiento de los hospedantes: las plantas utilizadas como hospedantes se conservaron en condiciones asépticas, libre de ácaros y hongos; mantenimiento de la jaula: la jaula puede variar de forma y tamaño dependiendo de la cantidad de insectos que se necesite. El mejor método para colectar pupas fue el de cortar las hojas que contenían larvas de último instar, colocandolas en una bandeja, para facilitar la recolección cuando pasen al estado de pupa; temperatura y humedad: la temperatura y humedad promedio se mantuvieron al mismo nivel durante todo el desarrollo de la investigación (24.68° C y 64.31 o/o HR), obteniendo con estas condiciones buenos resultados.

3.2. Biología

La duración promedio de los estados de *L. sativae* en condiciones controladas de invernadero fue: huevo, 2.6 días; larva, 4.6 días; prepupa, 5 horas y 20 minutos; pupa, 9.1 días; adulto hembra, 19.9 días y adulto macho 14.6 días.

Las dimensiones promedias del huevo fueron 0.221 mm de longitud y 0.126 mm de anchura (Cuadro 1). *L. sativae* oviposita individualmente bajo la epidermis del haz de las hojas. El corión es transparente, liso, delgado y de forma elipsoidal y el huevo es de color blanco lechoso. Cuando está listo para eclosionar se observa el movimiento de las mandíbulas de las larvas intentando romper el corión.

Para emerger, la larva rompe el corión mediante un par de estructuras de color negro bien quitinizadas, denominadas mandíbulas o ganchos bucales. Estas mandíbulas van unidas a su base sostenidas por un especie de brazo, también quitinado, con su movimiento parejo y vertical permite la ruptura del corión (Fig. 1).

La larva de *L. sativae* recién emergida ó de primer instar es casi translúcida, inmediatamente comienza a minar la hoja; a medida que avanza en la destrucción del mesófilo de la hoja, la larva aumenta de tamaño (Cuadro 1), y su coloración varía de verde clara a amarilla oscura. Todo el estado larval transcurre debajo de la epidermis de la hoja, mas exactamente en el parénquima de empalizada.

La determinación de los instares se logró por medio de la medición de los ganchos bucales. Debido al crecimiento alométrico de la especie, se encontraron tres tamaños marcadamente diferente (Cuadro 1).

La larva es del tipo vermiforme, ápoda, acéfala, casi cilíndrica, en su tercer instar es de color amarillo intenso que por movimientos de contracciones corporales se puede desplazar a través del parénquima. La larva consta

de 11 segmentos, dorsalmente se observa un par de espiráculos en el primer segmento torácico y otro par en el último segmento.

El estado de prepupa empieza cuando la larva deja de alimentarse y hace una pequeña perforación en la epidermis de la hoja para emerger de la mina por medio de movimientos de contracción. Cuando logra salir, la larva se desplaza por la superficie de la hoja buscando como protegerse de la luz, hasta que finalmente se inmoviliza y se va cubriendo con el pupario, una envoltura quitinosa.

La pupa de *L. sativae* es de tipo coartacta. Está cubierta por el pupario formado por el integumento del último estado larval, la longitud promedio fue de 1.558 mm y la anchura 0.692 mm (Cuadro 1). El pupario es casi cilíndrico y segmentado, se angosta un poco en los extremos y está dorsalmente arqueado; posee un par de espiráculos anterior y otro par posterior; en cada espiráculo posterior, tiene 3 especies de bulbos de color negro (Fig. 2). Inicialmente el pupario es de color amarillo intenso, luego adquiere coloración mas oscura.

Cuando el adulto está bien formado empieza el proceso de emergencia que consiste en el rompimiento del pupario por su extremo anterior, por medio del pitilium. Recién emergido del pupario es muy activo, pero su cuerpo es blando y húmedo; al cabo de una hora toman su coloración final.

La cabeza es de color amarillo fuerte y la frente se proyecta ampliamente hacia arriba de los ojos, estrechándose por debajo de ellos (Spencer, 1973). El aparato bucal es chupador esponjoso, alrededor de los ojos se encuentran las sétulas orbitales esparcidas y reclinadas. El tercer segmento antenal es pequeño, redondo, amarillo y pubescente. De este segmento antenal sale una arista bastante pubescente de color negro.

El adulto posee dos segmentos torácicos, de color negro brillante, el pronotum y el mesonotum; el tercero, el metanotum es amarillo;

toda la zona pleural es predominantemente amarilla, con algunas áreas oscuras; la mesopleura se caracteriza por tener una pequeña mancha oscura en la mitad inferior; el esternon es completamente amarillo con una mancha negra triangular en la parte central.

Las alas tienen una longitud promedio de 1.30 mm y 0.58 mm de anchura (Cuadro 1), la celda discal es pequeña, lo cual concuerda con lo dicho por Spencer y Stegmaier (1973).

El abdomen de los adultos de *L. sativae*, consta de 9 segmentos abdominales pubescentes: los primeros 6 conforman el abdomen propiamente dicho y los 3 últimos la genitalia. Dorsalmente el abdomen en su mayor parte es negro con algunas zonas centrales del primero y segundo urotergito de color amarillo, la parte ventral es de color amarillo intenso.

La diferencia entre macho y hembra sólo es notoria en el estado adulto, ya que la hembra es más pequeña y sus tres últimos segmentos abdominales terminan en un ovipositor largo y bien quitinizado. En el macho los tres últimos segmentos abdominales son pequeños y apicalmente quitinizados. Como característica morfológica externa, la genitalia masculina (Fig. 3) es la más importante en la identificación de las especies (Spencer y Stemaier, 1973).

En adultos emergidos de pupas recolectadas del campo la relación hembra: macho fue de 1: 0.7 y en adultos emergidos de pupas de la 1° y 2° generación recolectadas en el invernadero la relación fue 1: 0.9.

3.3. Alimentación y oviposición

En el proceso de alimentación y oviposición del adulto hembra, ésta hace un pequeño daño, con el aparato ovipositor, sobre el haz de la hoja. Las perforaciones, son casi redondas, con un diámetro promedio de 0.264 mm. Hay gran diferencia entre el daño que hace para su alimentación y el que hace para su oviposición. Cuando está

lista para ovipositar y ha escogido el mejor sitio, toca la superficie de la hoja con el ovipositor y sólo hace un movimiento de inyección, permaneciendo inmóvil mientras expulsa el huevo, el cual queda insertado ligeramente bajo la epidermis por lo cual este daño es un poco alargado y mide en promedio 0.323 mm de largo por 0.122 mm de ancho, en el fondo de esta cavidad deposita el huevo. El macho no causó daño sobre la hoja, ya que se alimenta de los líquidos exudados por las hojas y retoños y de las excavaciones hechas por la hembra.

La larva causa al comienzo una pequeña mina muy tenue en forma de serpentina, a medida que la larva aumenta de tamaño y pasa por los diferentes instares, la mina se destaca más; el recorrido no tiene dirección fija sino zigzagante. La larva para alimentarse hace un movimiento vertical de las mandíbulas y va raspando el parenquima, obteniendo de esta manera su alimento; a través del recorrido de la larva se observa en la mina un hilo de excrementos.

La cópula puede durar de 30 a 40 minutos, llegando en algunos casos hasta una hora. Una vez finalizada, el macho se aleja y la hembra entra en reposo, por corto tiempo. Los adultos, hembra o macho, pueden copular varias veces, con diferentes parejas durante su longevidad.

Las hembras pueden colocar huevos un día después de su emergencia en la mayoría de los individuos, con retrasos en algunos casos van hasta 10 días de pre-oviposición. El promedio total de huevos por hembra copulada fue de 279.3 y por hembra virgen de 172.3 (Fig. 4). En cuanto al tiempo promedio de oviposición, para hembras copuladas fue de 16.4 días y para las hembras vírgenes de 19.1 días. El tiempo promedio de post-oviposición para hembras copuladas fue 1.2 días y de 1.7 días para hembras vírgenes.

En las observaciones sobre partenogénesis se comprobó que las hembras vírgenes ovipositaron, pero los huevos no fueron fértiles.

Cuadro 1

Tamaño promedio de los diferentes estados de desarrollo de *Liriomyza sativae* en frijol a 24.7° C y 64.3 o/o HR

Estado	DIMENSIONES EN MILIMETROS ± DESVIACION STANDARD			Mandíbulas		
	N	Largo	Ancho	N	Largo (x 10 ⁻³)	Ancho (x 10 ⁻³)
Huevo	51	0.219 ± 0.012	0.125 ± 0.014			
Larva I	56	0.415 ± 0.091	0.141 ± 0.027	31	0.0203 ± 1.08	0.0136 ± 1.08
II	33	0.793 ± 0.214	0.251 ± 0.049	19	0.0324 ± 3.17	0.0177 ± 1.47
III	47	1.646 ± 0.360	0.491 ± 0.113	26	0.0559 ± 5.09	0.0261 ± 2.63
Pupa	52	1.558 ± 0.114	0.692 ± 0.057			
Adulto hembra	30	1.61 ± 0.073				
macho	26	1.34 ± 0.055				
Ala	35	1.30 ± 0.052	0.580 ± 0.073			

N : Número de individuos estudiados

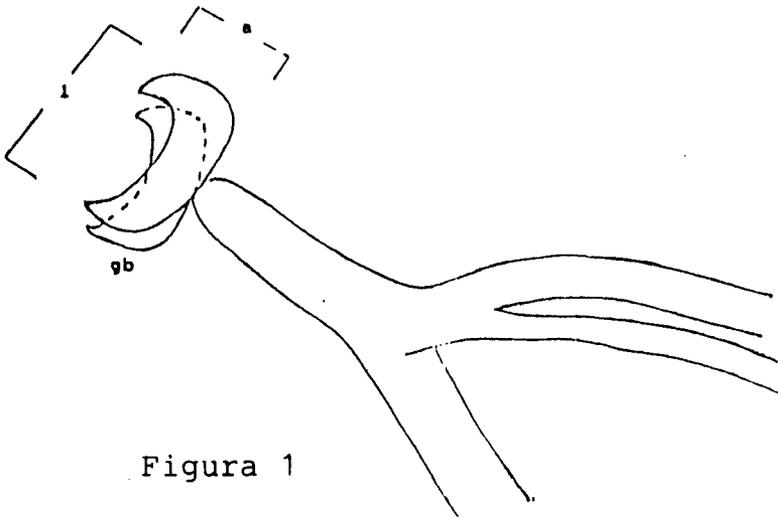


Figura 1



Figura 2

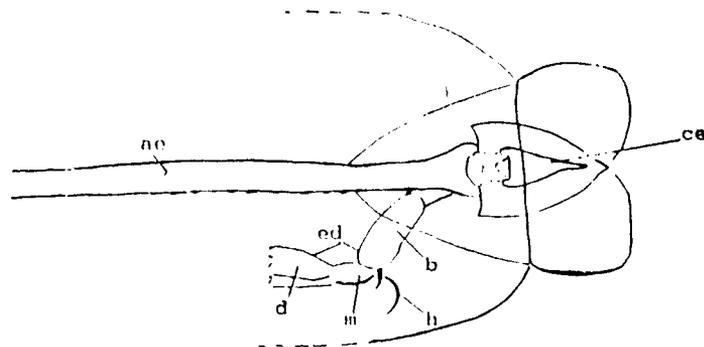


Figura 3

- Figura 1 L. sativae : Esqueleto cefalofaringeal: gb, ganchos bucales; l, longitud; a, anchura.
- Figura 2 L. sativae : espiráculo posterior de la pupa.
- Figura 3 L. sativae : genitalia del macho: ed, edeago; d, distifalo; m, mesofalo; h, hipofalo; b, basifalo; ae, apodema edeagal; ce, cápsula edeagal.

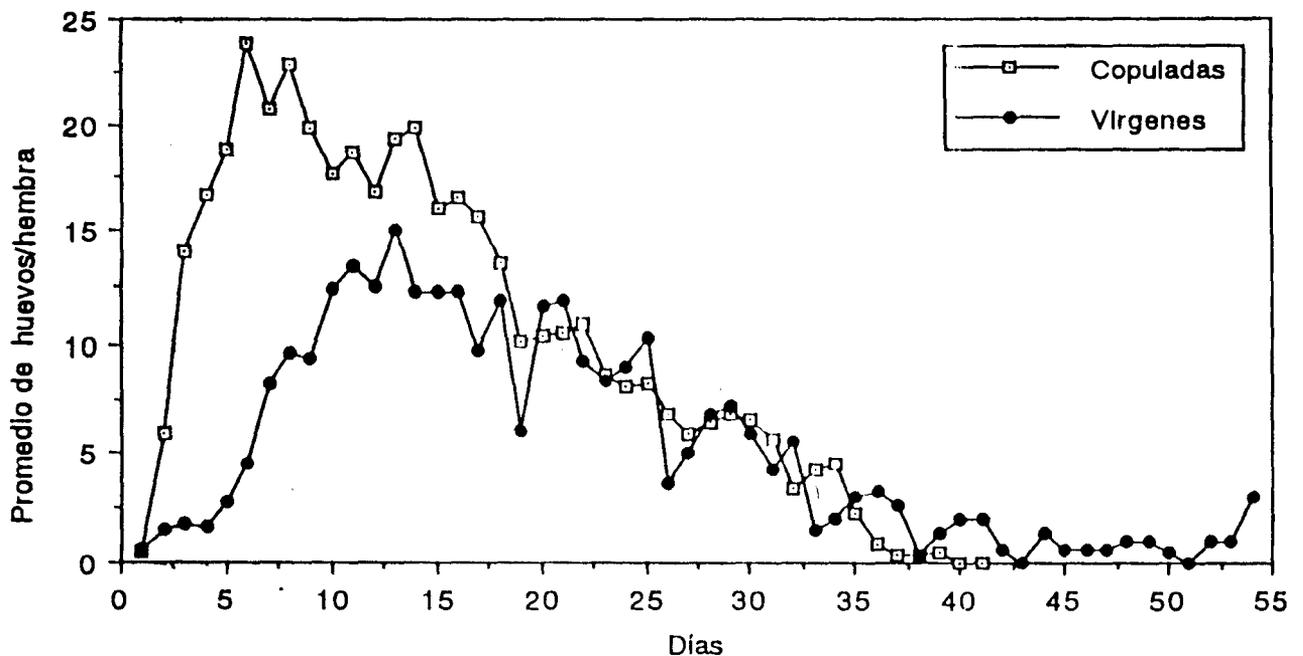


Figura 4. Oviposición diaria de hembras de *L. sativae* en frijol (Promedio de 87 hembras copuladas y 35 hembras vírgenes).

En cuanto al total de los huevos puestos por hembra virgen fue 38.3 o/o menos que el total de huevos puestos por hembra copulada.

El porcentaje de fertilidad de huevos por hembra, se mantuvo entre 61.4 o/o y 100 o/o, con un promedio de 79.5 o/o. Este porcentaje de fertilidad va disminuyendo cuando la hembra ha tenido sólo una cópula.

3.4. Enemigos naturales

En un cultivo de fríjol localizado en las instalaciones del CIAT se encontraron dos parasitoides y un predador que contribuyen al control de las poblaciones de *L. sativae*.

Los parásitos pertenecientes al orden Hymenoptera fueron: *Opius* sp. (Braconidae), parasitoide de larvas que emerge de la pupa. El otro parasitoide de larvas fue *Diglyphus begini* (Ashmead) (Eulophidae). El predador de adultos encontrado pertenece a la especie *Drapetis (Elaphropeza) sp. cerca flavidus* Williston (Dipt. Empididae).

3.5. Hospedantes

Las plantas cultivadas y silvestres aledañas a los cultivos del fríjol que hospedaron al *Liomyza sativae* fueron la Solanaceae hierbamora (*Solanum nigrum americanum*), las Cucurbitáceas sandía (*Citrullus lunatus*) y el pepino (*Cucumis vulgaris*) y la leguminosa habichuela (*Phaseolus vulgaris*).

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El ciclo de vida promedio, en condiciones controladas de invernadero, fue: huevo, 2.6 días; larva, 4.6 días; prepupa, 5 horas y 20 minutos; pupa, 9.1 días; adulto hembra, 19.9 días y macho, 13.6 días.
- 4.2. Debido a que el ciclo de huevo a pupa es tan corto (promedio 16.3 días) y a que la hembra tiene un tiempo de preoviposición de 1.3 días, se pueden presentar varias generaciones hasta cuando el fríjol llegue a su madurez fisiológica.

- 4.3. Esta plaga se puede criar fácilmente en condiciones controladas de invernadero a temperatura promedio de 24° C y humedad relativa de 64 o/o.
- 4.4. Por medio de la morfometría del esqueleto cefalofaríngeal, se pudo detectar la ocurrencia de tres instares larvales.
- 4.5. La diferencia entre macho y hembra sólo es notoria en el estado adulto, ya que la hembra es más grande y su abdomen termina en un ovipositor largo y bien quitinizado de color negro. En el macho, el último segmento abdominal es pequeño, apicalmente quitinizado.
- 4.6. Además del daño que hace la larva, el adulto ocasiona dos tipos de daño: por alimentación, de forma redondeada, y por oviposición, de forma alargada.
- 4.7. El promedio total de huevos ovipositados por hembra copulada fue de 279.3 y por hembra virgen 172.3.
- 4.8. El porcentaje de fertilidad de huevos disminuyó cuando la hembra ha tenido sólo una cópula; si esta se mantiene en constante relación con el macho el porcentaje se mantiene en un 79.48 o/o.
- 4.9. En material colectado en el campo se encontraron dos parasitoides: *Opius* sp. un parásito de larva que emerge de la pupa y *Diglyphus begini*, parasitando larvas y un predador de adultos, *Drape-tis* (*Elaphropeza*) sp.

- 4.10. Entre las plantas cultivadas y silvestres que hospedan al *L. sativæ* se encontraron: hierba mora (*Solanum nigrum*), sandía (*Citrullus lunatus*), pepino (*Cucumis sativus*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*).

5. BIBLIOGRAFIA

1. CORTES, R. S. Evaluación de insecticidas sistémicos para el control del minador de la hoja del frijol (*Liriomyza munda*). In: REUNION ANUAL DEL PROGRAMA CENTRO AMERICANO DE MEJORA-MIENTO DE CULTIVOS ALIMENTICIOS - PCCMCA; 21, Santa Tecla, El Salvador, 1975.
2. LAWRENCE, P. O. Immature stages of the caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. The Florida Entomologist. Vol. 62, n. 3. p. 214-219. 1979.
3. SPENCER, K. A. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, 1973. p. 418. (Ser. Entomologica, vol. 9).
4. SPENCER, K. A. Agromyzidae (Diptera) of Colombia, including a new species attacking potato in Bolivia. Revista Colombiana de Entomología. vol. 10, n. 1/2. p. 3-33. 1984.
5. SPENCER, K. A. and STEGMAIER, C. E. Jr. Agromyzidae of Florida with a supplement a species from the Caribbean. Arthropods of Florida and neighboring land Areas. Vol. 7, p. 1-205. 1973.