

UNIVERSIDAD DE PANAMA

MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA AGRICOLA

*Liriomyza trifolii* (Burgess) (DIPTERA: AGROMYZIDAE),  
MINADOR DE LA CEBOLLINA (*Allium fistulosum* L.)  
EN PANAMA.

Viodelda Lee de Chong

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

1988

T.M.

1 AGO. 1968

Obs. del Autor

*Liriomyza trifolii* (Burgess) (DIPTERA: AGROMYZIDAE),  
MINADOR DE LA CEBOLLINA (*Allium fistulosum* L.) EN  
PANAMA.

TESIS

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

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO  
DIRECCION DE POSTGRADO

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

Aprobado

_____	Asesor
<i>González de Chávez</i>	Comité
<i>[Signature]</i>	Comité

231748

## AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente al distinguido Profesor Cheslavo A. Korytkowski, del Programa de la Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, por su inapreciable dirección y asesoramiento en la elaboración del presente trabajo, por la identificación taxonómica de la especie en estudio, por la toma de todas las fotomicrografías y por brindarnos su apoyo en múltiples aspectos relacionados a esta investigación.

Hago igualmente extensivo este agradecimiento a las siguientes personas:

A P. M. Marsh del Systematic Entomology Laboratory Res. Div. USDA, Beltsville, Maryland 20705, por la identificación del parasitoide *Opius* sp.

A la Profesora M. A. Correa, Curadora del Herbario del Departamento de Botánica de la Universidad de Panamá, por la identificación de plantas hospederas.

Al Ing. T. H. Su, Jefe de la Misión Agrícola de la República de China en Panamá, por informarnos sobre la especie y variedad de cebollina cultivada.

A la Prof. C. Vergara del Departamento de Botánica de la Universidad de Panamá, por su apoyo técnico en la preparación de placas de tejido vegetal.

## DEDICATORIA

A mi querido esposo Alfonso y a mis hijos Gustavo y Edgardo, por su apoyo, paciencia y comprensión durante estos largos años.

## CONTENIDO

	Página
Agradecimiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
Contenido.....	iii
Índice de cuadros.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	x
Summary.....	xi
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA DE <i>L. trifolii</i> (Burgess). 4	
Morfología.....	4
Sistemática.....	7
Biogeografía.....	9
Biología y comportamiento.....	12
Caracterización de la mina.....	13
Plantas hospederas.....	14
Enemigos naturales.....	16

	Página
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>19</b>
Colecta de material biológico.....	19
Micropreparado del macho.....	20
Micropreparado de la hembra.....	21
Identificación.....	21
Estudio morfológico.....	22
Ciclo de vida.....	25
Caracterización de la mina.....	28
Plantas hospederas.....	30
Daño y estado fisiológico susceptible de la planta.....	31
Enemigos naturales.....	32
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>34</b>
Sistemática.....	34
Morfología del adulto.....	37
Terminalia de la hembra.....	38
Morfología de la larva.....	44
Morfología del puparium.....	54
Ciclo de vida.....	57
Caracterización de la mina.....	66
Plantas hospederas.....	70
Daño y estado fisiológico susceptible de la planta.....	74

	Página
Enemigos naturales.....	77
CONCLUSIONES.....	79
LITERATURA CITADA.....	81
APENDICE.....	86

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
I. Medidas de esqueletos cefalofaríngeos de <i>L. trifolii</i> (en milímetros).....	50
II. Medidas de puparia de <i>L. trifolii</i> (Burgess) en milímetros.....	55
III. Duración del estado de huevo de <i>L. trifolii</i> a temperaturas de 21° a 29° centígrados.....	59
IV. Duración del estado de huevo y larva de <i>L. trifolii</i> a temperaturas de 21° a 29° centígrados.....	62
V. Duración del estado de pupa de <i>L. trifolii</i> a temperaturas de 21° a 29° centígrados.....	64
VI. Ubicación de minas de <i>L. trifolii</i> en hojas de <i>A. fistulosum</i> L.....	71
VII. Evaluación de preferencia alimenticia de <i>L. trifolii</i> .....	73
VIII. Efecto de una población natural de <i>L. trifolii</i> sobre plántulas de <i>A. fistulosum</i> ...	76
IX. Porcentaje de parasitismo en <i>L. trifolii</i> por <i>Opius</i> sp.....	78

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema de máscara facial, vista ventral.....	24
2. Medidas del esqueleto cefalofaríngeo.....	24
3. Esquema del área anal de larva III.....	24
4. Organo estridulatorio: "Lima".....	35
5. Pleura abdominal del macho.....	35
6. "Raspador" en fémur posterior del macho.....	35
7. Adulto, vista dorsal.....	37
8. Distiphallus, vista ventral.....	37
9. Distiphallus, vista lateral.....	37
10. Terminalia de la hembra.....	39
11. Raster, vista dorsal.....	39
12. Espermatecas.....	39
13. Terminalia de la hembra, vista lateral .....	40
14. "Raster", vista lateral; "guía de huevo".....	40
15. "Guía de huevo", ampliada.....	40
16. Estilete del ovipositor, vista ventral.....	42

Figura	Página
17. Estilete del ovipositor, vista dorsal.....	42
18. Trichobothria del cercus.....	42
19. Seta apical del cercus.....	42
20. Apice del estilete, sternito.....	42
21. Apice del estilete, tergito.....	42
22. Esqueleto cefalofaríngeo de larva I.....	46
23. Esqueleto cefalofaríngeo de larva II.....	46
24. Esqueleto cefalofaríngeo de larva III.....	46
25. Región anterior de larva I.....	46
26. Región anterior de larva II.....	46
27. Esqueleto cefalofaríngeo de larva III, vista dorsal.....	47
28. Esqueleto cefalofaríngeo de larva III, vista lateral.....	47
29. "Máscara facial" de larva III, vista antero- ventral.....	48
30. Detalle de "máscara facial".....	48
31. Espiráculos anteriores.....	51
32. Espiráculos caudales.....	51
33. Esquema de larva III.....	51
34. Región caudo-ventral de larva III.....	51

Figura		Página
35.	Banda de espículas intersegmentales.....	51
36.	Planta sana de <i>A. fistulosum</i> L.....	67
37.	Minas de <i>L. trifolii</i> .....	67
38.	Corte transversal de hoja de cebollina mos- trando tejidos afectados por la mina.....	69
39.	Detalle del mesófilo de la hoja.....	69

## Resumen

En el presente trabajo *Liriomyza trifolii* (Burgess) se reporta por primera vez en Panamá atacando primordialmente a *Allium fistulosum* L., cebollina.

Se redescrive a la hembra en base a la terminalia, así como a la larva de tercer estadio; se trata brevemente al macho.

*A. fistulosum* y *A. cepa* son los hospederos favoritos en Panamá. En condiciones de campo, plantas de 21 días permitieron el establecimiento del insecto. Bajo condiciones de laboratorio, se observó que el período de incubación del huevo fue de 52.6 grados-día o 3.7 días; el ciclo combinado de huevo y larva fue de 115.9 grados-día o 7.6 días; la duración del estado de prepupa fue de 3.8 horas; el período pupal requirió 117.3 grados-día o 9.1 días. El ciclo de desarrollo completo desde huevo hasta la emergencia del adulto utilizó 233.2 grados-día en 16.7 días.

El daño hecho por la larva solitaria ocurre en el parénquima en empalizada, formando una mina cuyas características se describen, afectando un área promedio de  $42.5 \pm 10.4$  milímetros cuadrados por mina.

*Opius* sp. fue el único parasitoide recuperado de las pupas de *L. trifolii* (Burgess) obtenidas de minas en el cultivo de cebollina.

## Summary

*Liriomyza trifolii* (Burgess) is reported here for the first time in Panama, mainly attacking *Allium fistulosum* L., (Spring onion).

The female terminalia is redescribed as well as the third instar larva; the male is briefly treated.

*Allium fistulosum* and *A. cepa* are the favorite hosts in Panama. Under field conditions, 21 days old plants allowed the development of the insect. Under laboratory conditions the observed duration for the egg stage was 52.6 degree-days above 10.0°C or 3.7 days; the observed combined egg and larval development was 115.9 degree-days or 7.6 days; the prepupae stage duration was 3.8 hours. The duration of the pupal stage was 117.3 degree-days or 9.1 days. The life cycle from egg to adult was completed in 232.2 degree-days or 16.7 days.

The damage of *L. trifolii* occurs in the palisade parenchima affecting  $42.5 \pm 10.4$  square millimeters per mine.

Only *Opius* sp. was reared from *L. trifolii*, as a parasite of the pupae obtained from mines in Spring onion.

## INTRODUCCION

Las larvas de insectos minadores de hoja se desarrollan en un microambiente limitado por la epidermis superior e inferior de la hoja. Hay cuatro órdenes taxonómicos que incluyen a insectos con este tipo de hábitos: Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera; entre ellos los Agromyzidae ocupan una posición preponderante.

Los Agromyzidae son conocidos principalmente como minadores de hojas; sin embargo, hay especies que se reportan como barrenadores de tallos de plantas herbáceas y otras perforan el interior de botones florales, semillas y raíces. La familia está distribuída en todas las regiones biogeográficas, se las encuentra desde el Norte, en Groenlandia, hasta la Patagonia e islas al Sur de Nueva Zelandia en el Sub-Antártico (Spencer y Steyskal, 1986). Hasta el momento se han reportado 2450 especies (Parrella, 1987), pero se estima que esto corresponde a la mitad del total de Agromyzidae (Spencer y Steyskal, 1986).

*Liriomyza* Mik representa uno de los géneros más grandes, con 300 especies descritas, 54 de las cuales han sido reconocidas para la región Neotropical (Spencer, 1984). El género incluye algunas especies polífagas que causan los daños económicos más severos entre los minadores de hojas, destacándose en América *L. trifolii* (Burgess), *L. sativae* Blanchard y *L. huidobrensis* (Blanchard). En este género se dan considerables confusiones taxonómicas debido al cripticismo de los adultos, por lo cual las identificaciones requieren de un cuidadoso análisis de la genitalia del macho. (Spencer, 1965), (Korytkowski, 1972).

La importancia económica de *L. trifolii* (Burgess) se ha magnificado en los últimos diez años por su dispersión explosiva con crisantemos, desde Florida a diversas partes del mundo (Spencer, 1984). En la actualidad se observa un aumento progresivo de los minadores de hojas en algunos cultivos hortícolas en muchos países incluyendo a Panamá, debido en parte a la práctica moderna de aspersiones preventivas de insecticidas que destruye a sus enemigos naturales (Johnson et al., 1983), al posible desarrollo de resistencia a muchos insecticidas registrados comercialmente (Parrella, 1985) y al escaso conocimiento de la biología específica de cada minador (Parrella, 1987).

Numerosos estudios sobre taxonomía y biología de Agromyzidae han sido efectuados en la región Neotropical, sin embargo en Panamá el grupo no ha sido estudiado en la misma magnitud; por ello se realizó el presente trabajo cuyos objetivos fueron los siguientes:

1. Identificar la especie o complejos de especies de *Liriomyza* Mik que afectan *Allium fistulosum* L., (cebollina).
2. Caracterizar a las hembras de las especies involucradas.
3. Describir la morfología externa de la larva de tercer estadio.
4. Caracterizar el daño a los tejidos de la hoja de *Allium fistulosum* L. causado por la actividad del insecto.
5. Evaluar el efecto de *Liriomyza* sobre plantas de *A. fistulosum* L. en su fase de establecimiento.
6. Inventariar la incidencia de parasitoides sobre las especies minadoras que afectan al cultivo.

## REVISION DE LITERATURA

### Morfología

Las especies incluidas en el género *Liriomyza* Mik se reconocen por presentar setulae orbitales reclinadas, la costa (C) extendida hasta la vena M 1+ 2 y el scutellum amarillo; sin embargo, especies de Colombia así como de California presentan scutellum negro como es el caso de *L. nigra* Spencer, *L. nigriscutellata*, Spencer y *L. nigri-ssima*, Spencer (Spencer, 1973). Von Tschirnhaus en 1971 (en Spencer, 1981) encontró un órgano estridulatorio en la pleura abdominal, que conjuntamente con el aspecto del distiphallus del macho permiten definir a las especies de *Liriomyza* relacionadas con otros géneros cercanos.

Spencer (1965) caracteriza a *Liriomyza trifolii* (Burgess) por presentar órbitas amarillas, ambas setas verticales sobre fondo amarillo; segmentos antenales amarillo claro, el tercero con pubescencia apical; mesonotum gris negruzco, polinoso; setulae acrosticales en

tres a cuatro hileras en la región anterior, reducida a dos en la región posterior del scutum; ángulos post-alares amarillos; sternopleura negra, con sólo el margen superior amarillo; abdomen con tergitos amarillos, de tonalidad variable en los márgenes posterior y laterales; coxas amarillas, femora amarillos con ligeras estriaciones parduscas, tibiae y tarsi más oscuros, pardos; alas de 1.25 milímetros de longitud en machos a 1.9 en hembras, celda discal pequeña, última sección de M 3+4 tres veces el largo de la penúltima. Genitalia del macho: distiphallus hialino, dividido en dos mitades simétricas, ligeramente variables en forma y longitud, mesophallus siempre delgado y alargado; basiphallus hialino en su porción distal, más definido en la base; surstyli con una espina bien desarrollada y con dos setas delgadas; saco espermático hialino, delgado y relativamente pequeño; phallophorus, epiphallus y funda del phallus característicos de la especie (Spencer, 1965).

#### Morfología de larva y puparium

Los primeros trabajos sobre la morfología de larva Agromyzidae fueron realizados por De Meijere, sobre especies Holárticas, entre 1925 y 1950; luego fueron

continuados por Hering entre 1955-1957 (Spencer y Steyskal, 1986). Una clave para géneros fue hecha por Frick (1952) considerando aspectos de los ganchos mandibulares y aparato cefalofaríngeo. Allen (1957) estudió la morfología de la larva Agromyzidae. Sasakawa (1961) hizo descripciones de especies del Japón. Beri en 1971, describió estadios inmaduros de Agromyzidae de la India (en Beri, 1974). Singh e Ipe en 1973 presentan una clave ilustrada de dichas especies (en Spencer y Steyskal, 1986).

Algunos aspectos de los estados inmaduros de *L. trifolii* (Burgess) han sido descritos por Mora y Mosquera (1984), quienes caracterizan brevemente los tres estadios larvales basándose en diferencias de los ganchos mandibulares y del cuerpo, así como de la coloración de la larva.

Hay escasa información disponible sobre el estado de pupa. Allen (1957) describió características generales del pupario de Agromyzidae. Vélez, Madrigal y Morales (1980a) caracterizan la forma y tamaño de la pupa de *L. trifolii* (Burgess). La pupación ocurre dentro del integumento del último estado larval, que se endurece por deposición de calcosferitas formadas en el cuerpo graso de la larva según Keilin 1921 (en Allen, 1957).

## Sistemática

La sistemática de Agromyzidae se basó exclusivamente en la morfología externa de los adultos; la asociación de las especies con sus hospederos fue implementada posteriormente por Hering en 1957 (Spencer y Steyskal 1986).

Frick (1952) inició una nueva era en el estudio de los Agromyzidae al plantear la utilización de la terminalia del macho como el caracter taxonómico primario; además efectuó una evaluación taxonómica de los caracteres morfológicos tanto para adultos como para estados inmaduros proveyendo así las bases para los subsiguientes trabajos.

Nowakowski en 1962 (en Spencer, 1981) enfatizó que la terminalia del macho es peculiar para cada especie, analizó la tendencia evolutiva e inició así una separación filética de grupos afines, considerando además hábitos y hospederos.

Spencer en el período comprendido entre 1963 a 1986 ha desarrollado las bases del sistema de clasificación para la familia, el cual está basado primordialmente en caracteres de la terminalia del macho.

La morfología del ovipositor (Sasakawa, 1961), (Knodel y Poe 1982, en Parrella 1987) y de las larvas (Allen, 1957), (Frick, 1952), (Beri 1983, en Parrella 1987) son líneas de trabajo que parecen ser promisorias.

En la actualidad se vienen desarrollando otras alternativas de trabajo, complementarias al método usual de identificación, que consisten principalmente en: electroforesis (Menken y Ulenberg, 1983), microscopía electrónica de barrido (Zehnder, Trumble y White, 1983) y análisis citológico de los cromosomas de las glándulas salivares de la larva (Spencer, 1981).

La especie *Liriomyza trifolii* fue descrita por Burgess en 1880 en el género *Oscinis* en base a material criado de minas de *Trifolium repens* L. en el distrito de Columbia, Washington D.C., Estados Unidos de América y transferida al género *Liriomyza* por De Meijere en 1925 (Spencer, 1965).

Spencer (1963) trata a los Agromyzidae de la región Neotropical, reportando 32 especies para *Liriomyza*; sin embargo *L. trifolii* no es incluida en esta revisión. En este trabajo cita erróneamente a *L. archboldi* Frost.

*L. trifolii* (Burgess) frecuentemente confundida con *L. munda* Frick, es reconocida como especie válida por Spencer (1965) aunque estrechamente asociada con ella, por la si-

militud de la terminalia del macho y a las variaciones poblacionales debidas quizás a la polifagia o posiblemente a una especiación incipiente; en este mismo trabajo reconoce que la especie citada previamente por él en 1963 como *L. archboldi* Frost corresponde realmente a *L. trifolii*. Además *L. allivora* Frick 1955, minador de la cebolla en Iowa es sinonimizada con *L. trifolii* (Burgess) (Spencer, 1965).

#### Biogeografía

El género está bien representado en las regiones Neotropical, Holártica y Australiana (Spencer y Steyskal, 1986). *Liriomyza* Mik incluye más de 300 especies, 54 reportadas para la región Neotropical (Spencer, 1984). De las 2450 especies descritas en la familia Agromyzidae, sólo a 11 se les considera polífagas, cinco de ellas corresponden al género *Liriomyza* (Parrella 1987).

*L. barrocoloradensis* (Frost) fue descrita para Panamá en el género *Agromyza* por Frost (1936) y reubicada en el género *Liriomyza* por Spencer en 1963 (Spencer, 1963). *L. sativae* Blanchard fue reportada para Panamá por King y Saunders (1984).

Spencer (1983) determinó 33 especies de *Liriomyza*

para Costa Rica reconociendo a *L. huidobrensis*, *L. sativae* y *L. trifolii* como las especies más dañinas. En Colombia, se han reconocido 20 especies para el género *Liriomyza* Mik (Spencer, 1984).

Según Parrella (1987), *Liriomyza trifolii* (Burgess), es nativa de la parte sur del Neártico, y hasta hace algunos años tenía una distribución limitada al Neártico y Neotrópico, ahora puede ser considerada casi cosmopolita y una plaga principal en cultivos ornamentales (Parrella, 1987). En Centro y Sur América ha sido reportada para Venezuela (Spencer, 1973), Costa Rica (Spencer, 1983), Colombia (Spencer, 1984), Bahamas y probablemente se encuentra en todo el Caribe (Spencer, 1984).

Parrella (1982), Spencer y Steyskal (1986) y otros investigadores plantean la hipótesis de que la especie fue dispersada a mediados de la década de los años '70, mediante crisantemos procedentes de Florida a California en la costa oeste de los Estados Unidos de América, a Kenya en Africa y desde allí a varios países de Europa Occidental que importan crisantemos tales como Inglaterra, Francia y Holanda.

## Biología y comportamiento

La biología y comportamiento de los Agromyzidae han sido estudiados por diversos autores, bajo variadas condiciones, incluyendo trabajos iniciales realizados por Webster y Parks en 1913 y Smulyan en 1914 (en Beri, 1974), y más recientemente las investigaciones de Allen (1957), Oatman y Michelbacher (1958, 1959), Tauber y Tauber (1968), Sehgal (1971).

Un método para la crianza de minadores Agromyzidae fue descrito por Freeman y Guyton (1957).

El único reporte sobre la biología de *L. trifolii* en cebolla, *Allium cepa*, es el de Harris y Tate (1933) quienes estudiaron a la especie como *Agromyza pusilla*.

Aspectos de la biología de *L. trifolii* (Burgess) en crisantemo han sido estudiados por: Smith et al. 1962 (en Spencer 1981), Prieto y Ulloa (1980), Vélez, Madrigal y Morales (1980a), Charlton y Allen (1981), Mora y Mosquera (1984).

Zoebisch et al. (1984) investigaron la preferencia oviposicional y el desarrollo larval de *L. trifolii* (Burgess) en malezas.

Parrella, Robb y Bethke (1983) evaluaron al crisantemo, apio y tomate como hospederos para *L. trifolii*.

Charlton y Allen (1981), Schuster et al. (1982), Parrella, Robb y Bethke (1983), han señalado que las características biológicas de *L. trifolii* (Burgess) varían en diferentes plantas hospederas y reportaron longevidades promedios del adulto de catorce días en crisantemo y diez días en tomate.

Parrella (1984) sugirió que 26.7 grados centígrados es la temperatura óptima para la pupación y emergencia del adulto.

Leibee (1984) investigó la influencia de cinco temperaturas constantes selectas sobre el desarrollo del insecto en apio, que requirió un promedio de 284.13 a 352.3 grados-días en 14.0 a 64.0 días.

Miller e Isgar (1985) determinaron en *Dendrothema*, crisantemo de tallo sencillo, el desarrollo del insecto a temperaturas cíclicas y constantes; consideraron que las discrepancias entre los resultados de diferentes autores pueden ser causadas por la manera de medir temperaturas más que a diferencias reales causadas por las respuestas a las plantas hospederas.

Parrella (1987) considera que las variaciones observadas en la relación entre temperatura, desarrollo y umbral de desarrollo puede ser causada por las plantas hospederas y la metodología experimental.

El tipo de heridas causadas a las plantas hospederas por la oviposición y el comportamiento de la alimentación han sido descritos por Oatman y Michelbacher (1958); Mora y Mosquera (1984); Parrella (1987).

#### Caracterización de la mina

La larva forma un túnel o mina al alimentarse de los tejidos de la hoja entre la epidermis superior e inferior, que por su forma, posición y tamaño constituyen un patrón característico de la especie (Spencer y Stegmaier, 1973), (Spencer y Steyskal, 1986).

*L. trifolii* forma una mina alargada o de tipo "serpentina" en el haz o superficie superior de la hoja (Spencer, 1981).

Parrella et al. (1985) determinaron que para crisantemo el área promedio de una mina de *L. trifolii* es de 121 milímetros cuadrados.

Los efectos de las minas de *Liriomyza* spp. sobre la tasa fotosintética en crisantemo fueron analizados por Parrella et al. (1985), determinando además que las especies difieren en su preferencia por distintas secciones del mesófilo de la hoja.

### Plantas hospederas

*Liriomyza trifolii* (Burgess) es una especie con amplio rango de hospederos. Stegmaier (1966) identificó a 55 hospederos incluidos en diez familias para el área de Florida; señaló que también infesta a numerosas malezas y plantas nativas, manteniendo poblaciones continuas aún en ausencia de los cultivos. Posteriormente, Spencer (1984) indica que se conocen 400 especies hospederas de *L. trifolii* (Burgess), pertenecientes a 17 familias.

En Florida y California el daño principal ocurre en crisantemo, *Chrysanthemum morifolium* Ramat, sin embargo los investigadores enfatizan que "un hospedero favorito e inesperado es *Allium*" (Spencer y Steyskal, 1986). También se reportan daños importantes en apio y tomate según Schuster 1981 (en Parrella 1984).

En Costa Rica, *L. trifolii* (Burgess) está presente en crisantemo, cebolla, frijol y tomate (Spencer, 1983). Vélez, Madrigal y Morales (1980b) trabajando en crisantemo, no encontraron hospederas alternas cultivadas o silvestres de *L. trifolii* en el Oriente de Antioquia, Colombia. En Venezuela la plaga parece limitarse a *Allium schoenoprasum* L., de acuerdo a Zambrano (Spencer, 1973).

Parrella, Robb y Bethke (1983) concluyeron que el

crisantemo, apio y tomate satisfacen en orden decreciente los requisitos de desarrollo del insecto, basándose en el número de perforaciones de alimentación, así como en el promedio de huevos viables por hembra.

Zehnder y Trumble (1984) determinaron que *L. trifolii* (Burgess) y *L. sativae* Blanchard prefieren respectivamente a apio y tomate, si ambos cultivos están presentes en un ecosistema agrícola.

Spencer (1984) en Colombia, puntualizó la aparente concentración de las poblaciones de *L. trifolii* en los hospederos hortícolas y en diez hospederos alternos en las vecindades inmediatas.

*Liriomyza trifolii* (Burgess) es de gran trascendencia en los cultivos industriales de flores debido a los exigentes criterios que han sido establecidos para su comercialización y exportación. El daño más evidente se manifiesta en la disminución de la cantidad y calidad de las flores (Vélez et al. 1980a). Por efecto de esta plaga la industria del crisantemo del estado de California de los Estados Unidos de América, perdió aproximadamente 93 millones de dólares en el período comprendido entre 1981-1985 (Parrella, 1987).

*L. trifolii* (Burgess) es el minador de mayor importancia económica en apio, *Apium graveolens* L. y

tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller en el estado de Florida de los Estados Unidos de América, (Schuster, en Parrella 1984).

Parrella (1987) señala que la incidencia de los minadores de hojas del género *Liriomyza* puede causar transmisión de enfermedades, destrucción de semilleros, reducción de rendimientos de los cultivos, aceleramiento de la caída de hojas, reducción del valor estético de las plantas ornamentales y restricción cuarentenaria. Las raspaduras y las áreas minadas de las hojas por el insecto causan una reducción en la fotosíntesis y afectan el crecimiento de la planta, sobre todo si la población de minadores es elevada (Parrella et al., 1985). Sin embargo ha sido difícil asociar con exactitud las reducciones en el rendimiento del cultivo con niveles específicos de la actividad de los minadores (Parrella, 1987).

#### Enemigos naturales

Los principales enemigos naturales de los Agromyzidae son parasitoides Hymenoptera que ovipositan en larvas que alcanzan a empupar y los adultos emergen de los puparios así formados (Griffiths 1962, en Stegmaier 1966). Este

autor además reportó que en Inglaterra los Braconidae representan entre 60-70% de todos los parasitoides criados de *Agromyzidae* y el resto corresponde a Chalcidoidea.

Entre los parasitoides de *Liriomyza* para la región Neotropical, De Santis (1979) cita al género *Halticoptera* de la familia Pteromalidae y a *Cirrospilus*, *Diglyphus*, *Chrysocharis*, *Dydimotropis* y *Euparacrias* de Eulophidae.

Los parásitos de *L. trifolii* (Burgess) en Florida, según Stegmaier (1966) (1972), corresponden a *Opius* de la familia Braconidae; *Chrysocharis*, *Closterocerus*, *Derostenus*, *Diglyphus*, *Mirzagrammosoma* de la familia Eulophidae y *Halticoptera* de la familia Pteromalidae.

Prieto y de Ulloa (1980) en Cauca, Colombia, reportaron que los parásitos más comunes de *L. trifolii* pertenecen a la familia Eulophidae, con una frecuencia del 92% sobre el total de los parásitos encontrados, en tanto que *Opius* sp. constituye el ocho por ciento del total.

Trumble y Nakakihara (1983) en California determinaron para el cultivo de apio, que los parasitoides criados de *L. trifolii* y *L. sativae* corresponden a los géneros *Diglyphus*, *Chrysonotomyia* y *Chrysocharis* de la familia Eulophidae, *Halticoptera* de la familia Pteromalidae y *Opius* de la familia Braconidae. Dichos autores también determinaron que en dos años consecutivos de muestreo, 90% de las

larvas de *L. trifolii* estaban parasitadas al momento de la cosecha.

Hills y Taylor (1951), Jensen y Koehler (1970) y Trumble y Nakakihara (1983) consideran que los parasitoides son una alternativa promisoría para el control de minadores en varios cultivos.

## MATERIALES Y METODOS

### Colecta de material biológico

Los adultos y larvas utilizados para los estudios de morfología fueron obtenidos de muestras procedentes del Valle de Antón, (Provincia de Coclé), Calzada Larga y ciudad de Panamá (Provincia de Panamá). En cada localidad se colectaron hojas con minas, las que fueron ubicadas en bolsas de polietileno de 30 x 50 centímetros, identificadas con una etiqueta y trasladadas al laboratorio. Las hojas se colocaron en placas "Petri" de 100 milímetros o en bandejas de material plástico de 36 x 46 centímetros, de acuerdo al tamaño de la muestra. En todos los casos se colocó un trozo de papel absorbente y en temporada seca se le añadió una mota de algodón humedecido con agua para evitar la deshidratación de la muestra; además se instaló una malla de alambre de un hilo por centímetro cuadrado con el fin de que la muestra

quedara aislada del fondo, permitiendo a las larvas caer libremente para empupar. El material biológico fue observado diariamente hasta la obtención de las pupas, las cuales fueron trasladadas a bolsas de polietileno de 17 x 22 centímetros e instaladas en grupos no mayores de 100 por bolsa. Los adultos obtenidos se conservaron en etanol 10% y algunos fueron montados en alfileres "minuten" para preservarlos en seco.

#### Micropreparado del macho

Para los estudios de morfología e identificación, machos procedentes de las localidades de colecta fueron disectados en el extremo basal del segundo segmento abdominal. Una vez seccionado el espécimen, se le adjudicó una etiqueta con un número clave al igual que para la porción abdominal que incluía nombre del hospedero, fecha y localidad de colecta. La sección abdominal se trató con una solución de hidróxido de potasio al 5% al calor evitando la ebullición, por cuatro a cinco minutos. Luego la muestra se transfirió a un plato Syracuse de 50 milímetros de diámetro, donde fue lavada con agua destilada para eliminar el exceso de hidróxido de potasio; de allí se le trasladó a un portaobjeto excavado con

glicerina para proceder a su disección. Mediante la ayuda de leznas finas hechas con "minuten" y con la ayuda de un estereoscopio Nikon SMZ-2B bajo 25-50 aumentos, se procedió a separar el post-abdomen, el cual fue montado ventralmente en un portaobjeto plano con medio de Hoyer y etiquetado con los datos de colecta.

#### Micropreparado de la hembra

Para realizar el micropreparado se trabajó con especímenes recién muertos, de modo que las membranas del cuerpo no estuviesen rígidas. El espécimen fue colocado en un estereomicroscopio para proceder a su disección a 25-50 aumentos. Con una lezna se sujetó el tórax y con una "pinza de relojero" N°5 se sujetó los cerci halando lentamente hacia afuera, de modo que el octavo y noveno urómero quedaran extendidos; luego se procedió a efectuar el tratamiento en la misma forma que para el macho.

#### Identificación

La identificación a nivel de especie se efectuó considerando como caracter taxonómico primario las estructuras de la terminalia del macho, en especial la

forma del distiphallus; como caracteres taxonómicos complementarios se verificó la coloración amarilla del margen posterior del ojo, las setas verticales externa e interna sobre fondo amarillo y el tono gris negruzco del mesonotum.

Las identificaciones de *L. trifolii* (Burgess) fueron ejecutadas con la asistencia del Profesor C. A. Korytkowski. Los especímenes identificados y micropreparados de la genitalia montados en medio de Hoyer, han sido depositados en la colección de referencia del Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, Panamá R. de P..

#### Estudio morfológico

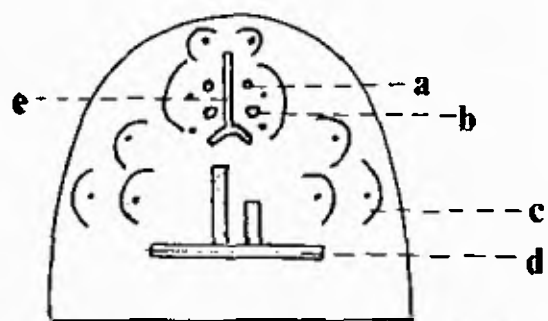
Para el estudio de la morfología de la hembra de *L. trifolii* (Burgess) se consideró solamente caracteres de la terminalia, basado principalmente en Sasakawa (1961), analizándose los siguientes aspectos: longitud y forma del estuche, características del apodema del ovipositor, longitud total del ovipositor, octavo y noveno urómero, considerados desde el extremo apical del estuche hasta el extremo final de los cerci; forma y tamaño de la spermatheca, medido en los puntos máximos de largo y ancho; longitud, forma y características del noveno

urómero; características y chaetotaxia del ápice del ovipositor; forma, tamaño y chaetotaxia de los cerci.

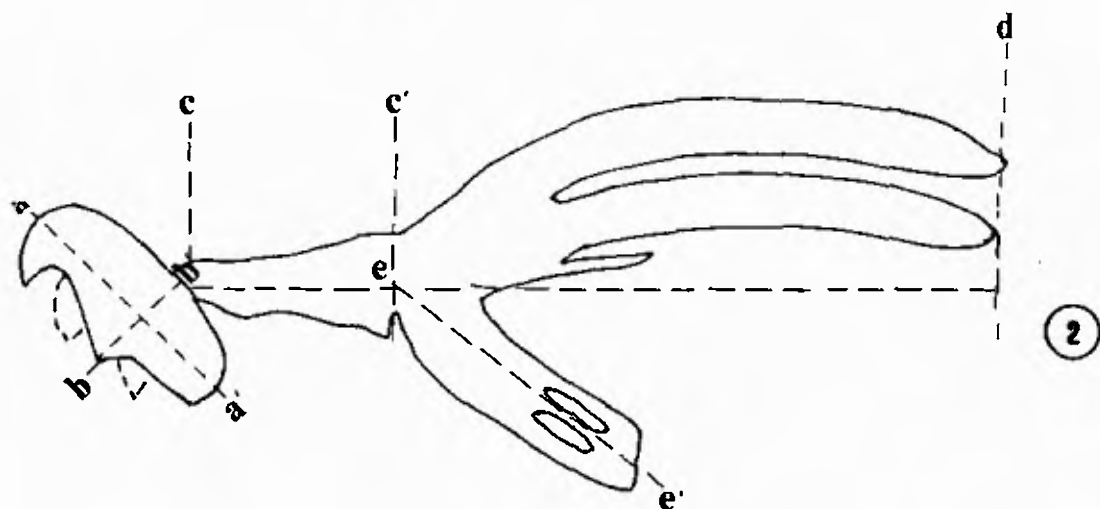
Para este trabajo se realizaron esquemas con una cámara lúcida Nikon Opti-Phot montada en un microscopio Nikon Opti-Phot. Las fotografías se tomaron con una cámara Nikon FE-2 montada en un tubo fotográfico sobre un microscopio Nikon Alpha-Phot YS, bajo aumentos de 40X y 100X; se empleó película Kodak Panatomic X, ASA 32.

Las larvas fueron obtenidas de plantas de *Allium fistulosum* L. colectadas como ya se indicó. Para el estudio de la morfología se utilizaron larvas de tercer estadio, así como los ganchos mandibulares correspondientes a los tres estadios.

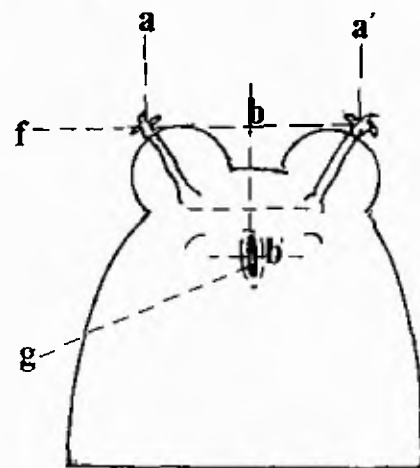
Las larvas fueron caracterizadas en base a los criterios determinados por Frick (1952) y Allen (1957), considerando los aspectos de forma, tamaño y coloración general, máscara facial (Fig. 1: pág. 24); ganchos y esqueleto cefalofaríngeo (Fig. 2: pág. 24), en éste último se tomó en cuenta la longitud máxima del gancho (Fig. 2, a-a': pág. 24), ancho medido desde el ápice del diente dorsal hasta el margen posterior (Fig. 2, b-b': pág. 24), número de dientes, longitud del esclerito labial (Fig. 2, c-c': pág. 24), longitud del esqueleto cefalofaríngeo medidos desde el extremo apical del esclerito labial hasta



1



2



3

Figs. 1-3. Larva III. 1: Esquema de máscara facial, vista ventral, a) antena, b) palpo maxilar, c) papila sensorial, d) esqueleto cefalofaríngeo, e) esclerito longitudinal; 2: Medidas del esqueleto cefalofaríngeo; 3: Vista ventral del esqueleto cefalofaríngeo.

el extremo caudal del proceso dorsal (Fig 2, c-d: pág.24), longitud relativa del proceso dorsal con respecto al proceso ventral (Fig. 2, c'-d/e-e': pág. 24), forma y número de bulbos de los espiráculos torácicos y caudales, distancia entre los espiráculos caudales (Fig 3, a-a': pág. 24), distancia entre los espiráculos caudales y la apertura anal (Fig. 3, b-b': pág. 24) y espículas de la membrana intersegmental.

#### Ciclo de vida

*Liriomyza trifolii* (Burgess) fue estudiada en Laboratorio en los meses de enero a julio de 1986. Como planta hospedera se utilizó *Allium fistulosum* L., cebollina, conocida en Inglés como "Welsh onion" o "Spring onion", que presenta las características de la cebolla, a excepción del bulbo, que es ligeramente más ancho que el "cuello" (Bailey, 1968).

Plantas de cebollina de 35-45 días de edad, sembradas en vasos térmicos de poliestireno de diez onzas, se expusieron al ataque de *Liriomyza trifolii* (Burgess) durante un período de siete horas, en un pequeño huerto localizado en la ciudad de Panamá. Luego se transportaron

las plantas al Laboratorio de Entomología donde se mantuvieron en un cubículo con aire acondicionado provisto de luz artificial durante diez horas diarias. Se observaron con una lupa de diez aumentos, dos veces diarias, intentándose determinar los puntos de oviposición que no pudieron ser reconocidos, por lo que el período de incubación del huevo se consideró al tiempo comprendido entre el momento en que se colocaron las plantas en el área infestada por *Liriomyza*, hasta la aparición de las primeras minas. El período larval fue medido desde la aparición de las primeras minas hasta la salida de la larva de tercer estadio de la mina. En el período previo a la salida de las larvas, las plantas se colocaron sobre una bandeja para facilitar su recuperación mediante un pincel N°0 y transferidas a platos "Petri" para registrar los períodos de prepupa y pupa, anotándose la hora de emergencia y la hora de su empupamiento, que se estableció al endurecerse el ectoesqueleto. En el cálculo de la duración del estado de pupa se incluyó el período de que corresponde a la prepupa, considerándose así el período pupal desde la salida de la larva de tercer estadio hasta la emergencia del adulto. Las pupas fueron transferidas a bolsas plásticas pequeñas debidamente rotuladas, provistas con un papel absorbente e instaladas de

modo que quedaran aisladas del ataque de hormigas, en una bandeja apoyada sobre recipientes con agua. Una vez que se inició la emergencia, los adultos fueron extraídos mediante un tubo aspirador y transferidos a un frasco letal donde fueron sexados.

La temperatura en el laboratorio varió de 20 a 29 grados centígrados, ocurriendo la temperatura mínima en la madrugada, entre 02:00 a 03:00 de la mañana y la temperatura máxima entre las 14:00-15:00 horas.

Debido a que la temperatura es el factor principal en el control del crecimiento de los insectos, se midió el desarrollo en unidades de grados-día ( $^{\circ}\text{D}$ ), que es la cantidad de calor que se acumula durante un período de 24 horas cuando la temperatura promedio es mayor al umbral mínimo de desarrollo (IPM Manual Group 1985); para estimar el número de grados-día acumulados en un determinado día se utilizó la fórmula :

$$\frac{^{\circ}\text{C máximo} + ^{\circ}\text{C mínimo}}{2} - ^{\circ}\text{C umbral mínimo} = \text{grados-día}$$

Como temperatura base o temperatura umbral mínima de desarrollo se utilizó  $10.0^{\circ}\text{C}$  obtenida por Parrella (1984).

### Caracterización de la mina

Los estudios se realizaron en un cubículo del Insectario del Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, localizado en la ciudad de Panamá. Un termómetro de máxima y mínima con columna de alcohol fue utilizado para determinar las temperaturas máxima y mínima diarias; el aire acondicionado del cubículo fue regulado alrededor de 26 grados centígrados. Se utilizó luz artificial por diez horas diarias para simular el fotoperíodo y permitir un desarrollo adecuado de las plantas. Como hospedero se utilizó cebollina, *Allium fistulosum* L. c.v. "Pei-Tsun" de 40-60 días de edad, sembradas en vasos de poliuretano de 10 onzas, desarrolladas en ambiente natural externo y observadas por cuatro días previos al ensayo con el fin de garantizar la ausencia de *Liriomyza*. Las jaulas de oviposición fueron confeccionadas con frascos de un galón provistos de una red de malla fina de organza, de diez líneas por centímetro cuadrado, con una abertura pequeña de acceso para el tubo aspirador. Se colocaron dos plantas de cebollina en cada jaula de oviposición que se regaron diariamente o según se consideró necesario; posteriormente fueron expuestas a cuatro hembras y dos machos durante 12

horas. Las plantas fueron examinadas diariamente y se tomaron muestras los días tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho y nueve a partir del inicio de la exposición de las plantas al ataque.

Con el fin de determinar el área foliar consumida por cada estadio larval, se recortaron 50 trozos de hojas conteniendo minas, que se disecaron por dos días y se pegaron en hojas de papel Bond. Luego estas muestras se fotocopiaron en papel acetato con el fin de proyectarlas y ampliarlas con un retroproyector, empleándose al mismo tiempo un papel milimetrado, de modo que se pudiera determinar el área en milímetros cuadrados con la mayor precisión posible.

En plantas de *Allium fistulosum* L., independientes de su edad y estado fisiológico, se evaluó la preferencia de *L. trifolii* sobre la porción de hoja más apetecida para la oviposición; para tal fin se colectaron hojas con minas, midiéndose la longitud total y estableciéndose rangos de cinco centímetros; luego se contaron las minas en dichos rangos.

Para determinar los tejidos del mesófilo que ingiere la larva, se cortaron hojas minadas en secciones transversales finas, aproximadamente de 0.2-0.3 milímetros, con una hoja de afeitar, bajo estereomicroscopio. Los cortes

se observaron al microscopio compuesto para determinar las áreas afectadas. Se determinó la forma de la mina y la disposición del material fecal.

#### Plantas hospederas

El reconocimiento de plantas hospederas se realizó en huertos de *Allium fistulosum* y sus alrededores. Se colectaron muestras de todas las plantas donde se observaron minas que se guardaron en bolsas de polietileno; al mismo tiempo se colectaron partes reproductivas y otras hojas de las plantas afectadas, con el objeto de identificarlas con la ayuda de la Profesora M. Correa, Curadora del Herbario de la Universidad de Panamá. Las muestras traídas del campo fueron colocadas en platos de "Petri" debidamente rotulados, a los que se les introdujo papel absorbente en el fondo para controlar la humedad. Diariamente se revisaron los platos y se añadió algunas gotas de agua cuando fue necesario. Luego de la emergencia, los adultos se trasladaron a un frasco letal con acetato de etilo y se montaron en alfileres entomológicos para su identificación.

### Daño y estado fisiológico susceptible de la planta

Con la finalidad de determinar el momento en que la planta de cebollina permite el establecimiento de poblaciones de *L. trifolii*, se montaron dos ensayos, uno en laboratorio y otro de campo.

Ensayo de laboratorio- Se prepararon 50 envases de poliuretano de diez onzas de capacidad con tierra suelta; en cada envase se colocaron 3-4 semillas de *Allium fistulosum* L. c.v. Pei-Tsun los cuales se instalaron en un área abierta contigua al laboratorio, dentro de una jaula de 76.5 centímetros de largo por 36 centímetros de alto por 41 centímetros de ancho, recubierta con malla de organza de diez hilos por centímetro cuadrado.

Una vez que las plantas alcanzaron diecisiete días de desarrollo desde la germinación, se introdujeron en la jaula 30 hembras y 26 machos de *L. trifolii* los cuales permanecieron confinados por cuatro días. Terminado el periodo de exposición se procedió a eliminar a todos los individuos que aún permanecían vivos. Concluido el periodo de infestación, las jaulas con las plantas fueron conducidas a un cubículo donde se les acondicionó con luz artificial por un periodo de diez horas diarias, efectuándose una evaluación por día con el fin de detectar la

presencia de minas.

Ensayo de campo- Se seleccionó un área de tres metros cuadrados ubicada en la ciudad de Panamá; dentro del área experimental se seleccionaron dos metros cuadrados donde se instalaron plantas de aproximadamente 110-120 días de edad, algunas de ellas con minas de *L. trifolii* en desarrollo, con la finalidad de permitir una rápida infestación. Luego de tres semanas se observó un incremento en el número de minas hasta alcanzar una intensidad de cuatro minas por hoja. Una vez conseguida una fuerte infestación se procedió a sembrar en el metro restante del terreno. La germinación fue registrada a los tres días de la fecha de siembra. Las observaciones se iniciaron a partir del séptimo día de la germinación, prosiguiéndose diariamente hasta la fecha en que se detectó que las primeras larvas completaron su desarrollo.

#### Enemigos naturales

Con el fin de detectar los enemigos naturales de *L. trifolii* se tomaron muestras de hojas con minas activas que se confinaron en platos "Petri" que servían como cajas de emergencia. Se revisaron diariamente para registrar la

emergencia de *Liriomyza* y sus parasitoides.

El porcentaje de parasitismo efectivo se calculó en base a la emergencia de adultos mediante la expresión siguiente (Trumble y Nakakihara, 1983):

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de parasitoides adultos}}{\text{N}^\circ \text{ de minadores adultos} + \text{N}^\circ \text{ de parasitoides adultos}} \times 100 = \text{\% de parasitismo efectivo}$$

Se obtuvo así información sobre el "parasitismo de la pupa", eliminando los efectos de enfermedad, muerte prematura de la larva por deshidratación de la hoja y otros factores que pueden reducir la sobrevivencia de la larva (Trumble y Nakakihara, 1983). Los parasitoides fueron identificados por P. M. Marsh, del Systematic Entomology Laboratory Res. Div. USDA, Beltsville, Maryland 20705.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Sistemática

Con la finalidad de establecer la posición sistemática del material recolectado en las diferentes zonas así como el material criado, se procedió a analizar los caracteres taxonómicos establecidos para el grupo.

Uno de los caracteres más consistentes del género *Liriomyza* Mik, detectado por Von Tschirnhaus en 1971 (Spencer, 1981) es la presencia del órgano estridulatorio (Fig. 4: Pág. 35) constituido por la "lima" en la pleura abdominal (Fig. 5: Pág. 35) y el "raspador" (Fig. 6: Pág. 35) en el fémur posterior del macho.

Todos los minadores adultos colectados en *Allium fistulosum* L., cebollina así como también los obtenidos mediante crianza de larvas obtenidas en dicha planta hospedera, fueron identificados como *Liriomyza trifolii* (Burgess), en base a los caracteres del *distiphallus* así



Figs. 4-6. Organo estridulatorio. 4: "Lima"; 5: Pleura abdominal del macho señalando la "Lima"; 6: "Raspador" en fémur posterior del macho.

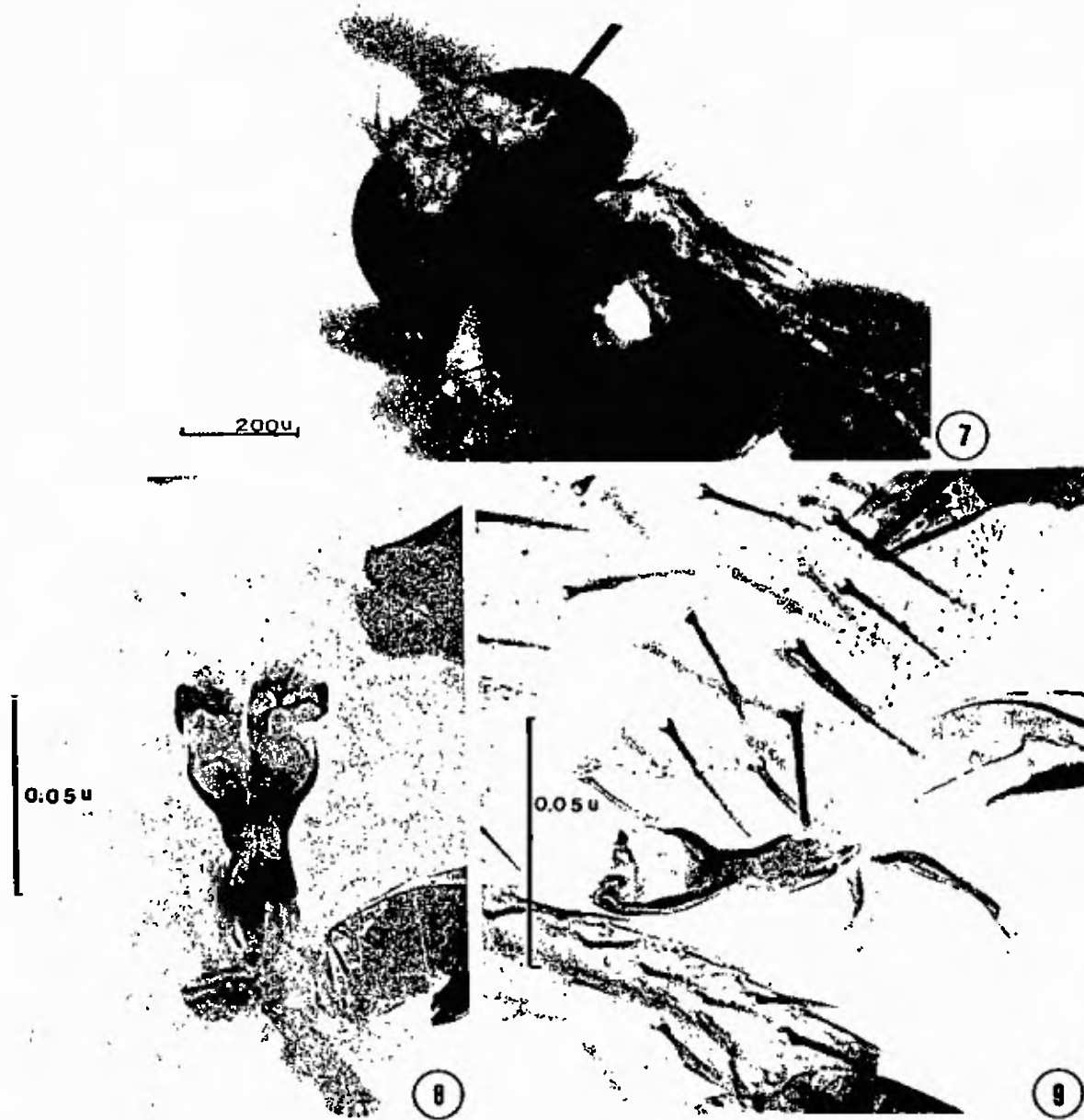
como también en la ubicación de las setas verticales en las órbitas y complementados con las características del mesonotum (Figs. 7-9: Pág. 37).

Es importante mencionar que la citada especie es muy cercana a *L. sativæ* Blanchard, pero algunos caracteres permiten una identificación confiable. En *L. trifolii* el distiphallus (Figs. 8, 9: Pág. 37) es tan largo como ancho, sin área apendicular hialina, las órbitas son amarillas con las setas verticales externa e interna insertadas en esa área (Fig. 7: Pág. 37) y el mesonotum es grisáceo. En tanto que en *L. sativæ* el distiphallus es obviamente más largo que ancho con un área apendicular hialina, las órbitas son generalmente negras con ambas setas verticales insertadas en esa área oscura y el mesonotum es negro brillante (Spencer, 1973).

#### Morfología del adulto

La especie ha sido caracterizada ampliamente en base a la genitalia del macho, al igual que la mayoría de los representantes de la familia; sin embargo las hembras no han sido estudiadas adecuadamente.

Ambos sexos pueden ser diferenciados bajo un pequeño



Figs. 7-9. Adulto. 7: vista dorsal, setas verticales insertadas en área amarilla; 5: Distiphallus, vista ventral; 6: Distiphallus, vista lateral.

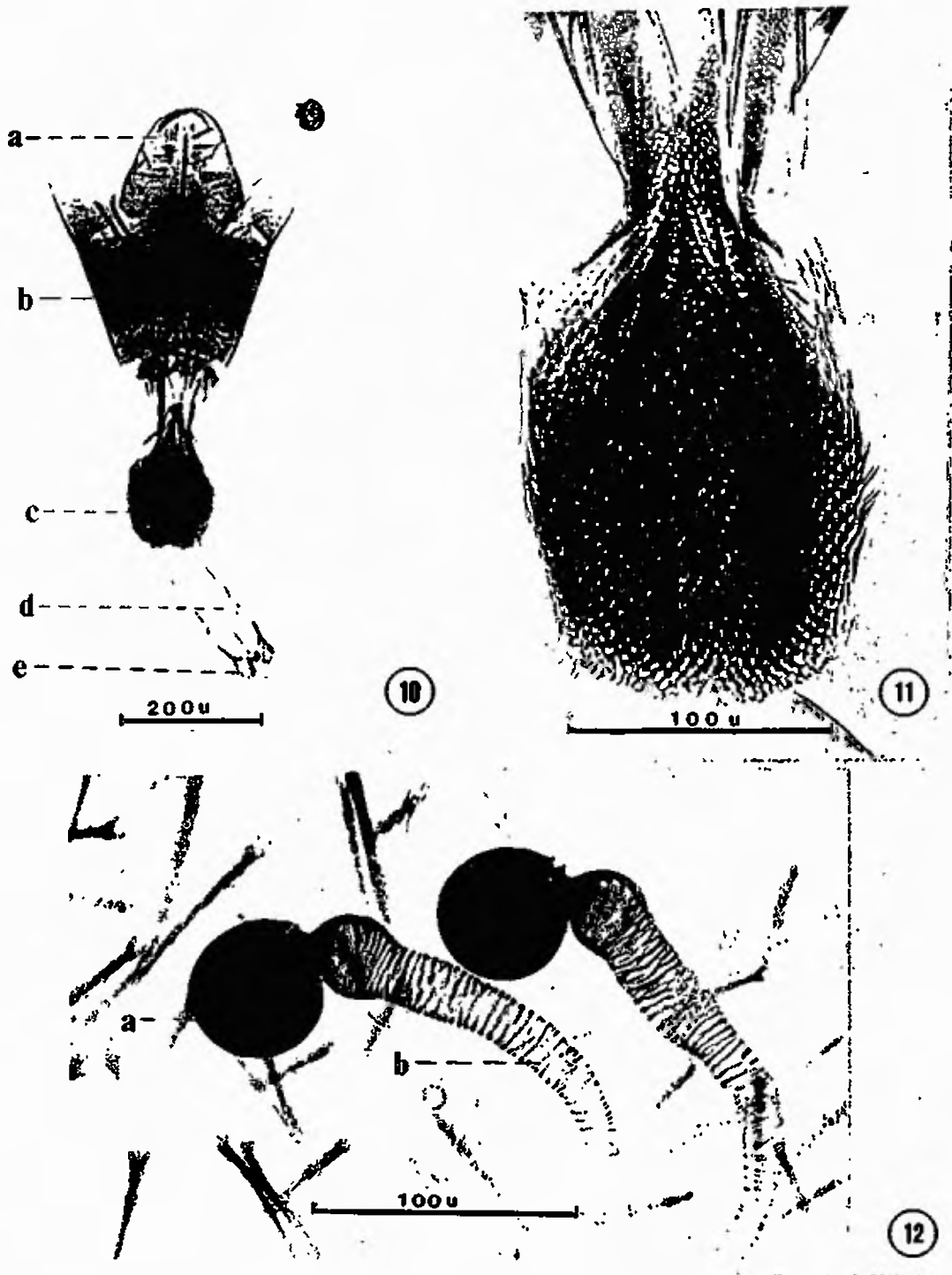
aumento de diez veces, por el mayor tamaño de la hembra y además por la terminalia (Fig. 10-12: Pág. 39) cónica y telescópica que constituye el ovipositor.

En la hembra, la longitud promedio del ala, medida a lo largo del eje longitudinal es de 1.50 milímetros variando en un rango de 1.32 a 1.52 milímetros y la del macho es de 1.22 milímetros con un rango de 1.12 a 1.3 milímetros, valores obtenidos en muestra de diez individuos de cada sexo. El valor promedio del ala para el macho es muy cercano al reportado por Spencer (1981), de 1.25 milímetros, en tanto que la longitud promedio del ala en la hembra difiere del valor promedio reportado por Mora y Mosquera (1984) de 1.65 milímetros y Spencer (1981) de 1.9 milímetros de longitud.

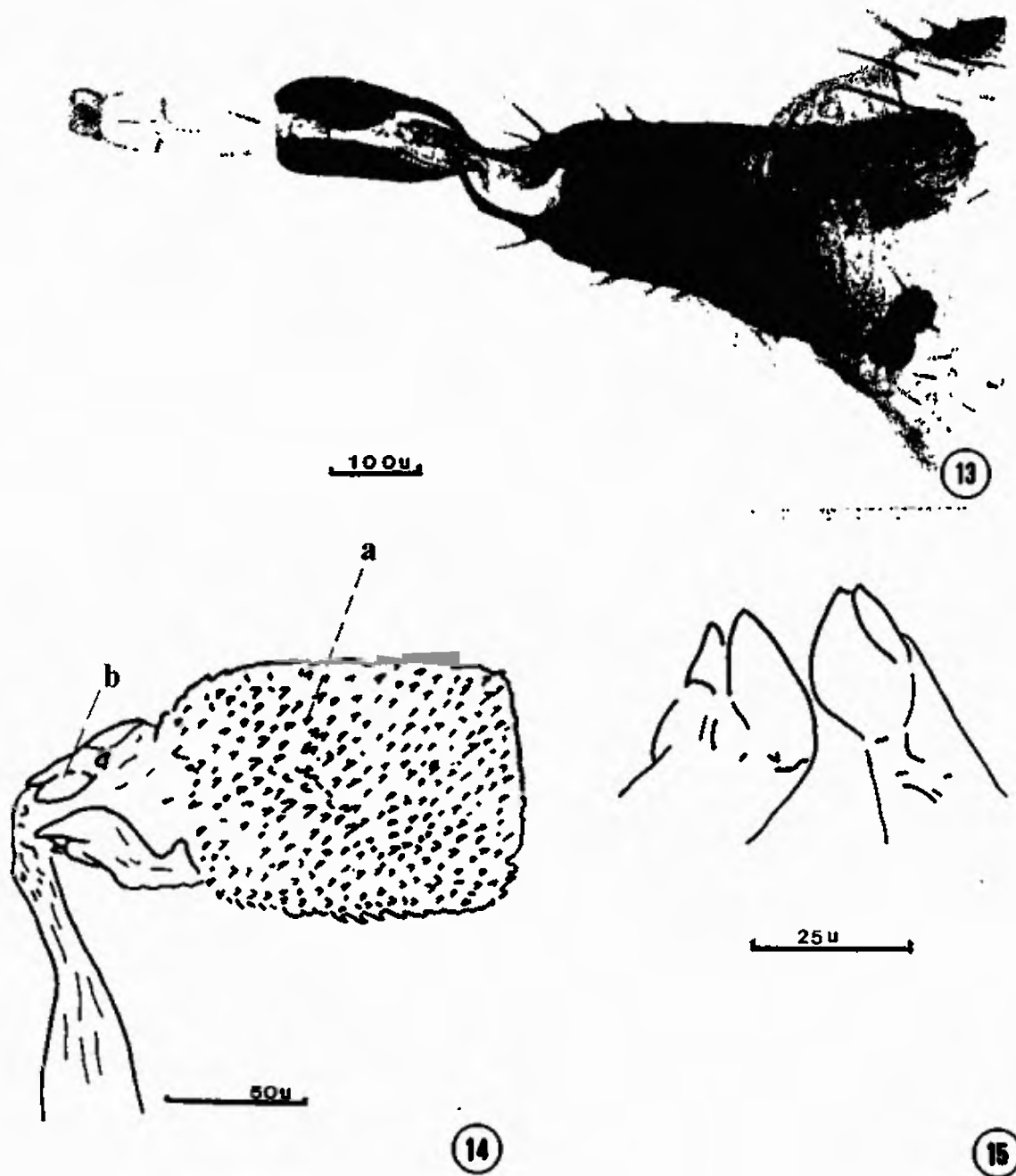
#### Terminalia de la hembra

La terminalia de la hembra (Figs. 10-12: Pág. 39) está constituida por cuatro estructuras: estuche, raster, estilete y cerci, con una longitud promedio total de 470.5 micras, valor promedio obtenido de siete especímenes.

Estuche del ovipositor (Fig. 10b: Pág. 39; Fig. 13: Fig. 40) aproximadamente 0.30 veces el tamaño del ala,



**Figs. 10-12.** Terminalia de la hembra. 10: Vista ventral, a) apodema, b) estuche, c) raster, d) estilete, e) cerci; 11: Raster; 12: Espermatecas, a) cápsula, b) ducto.

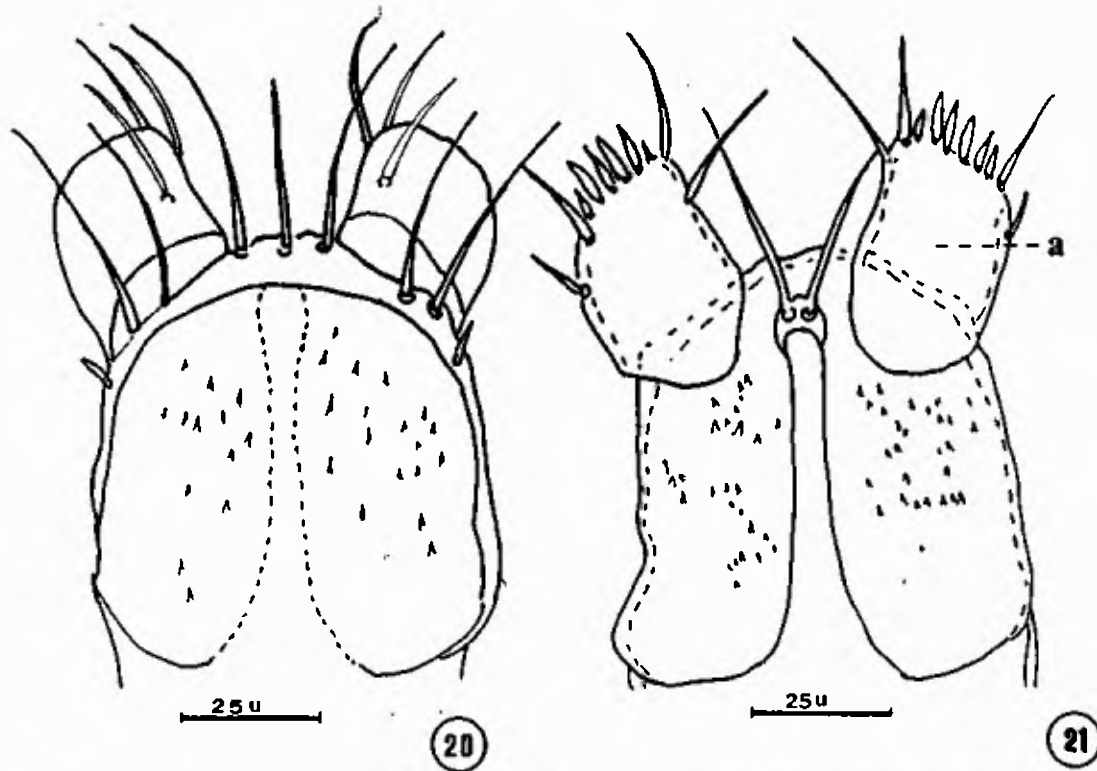
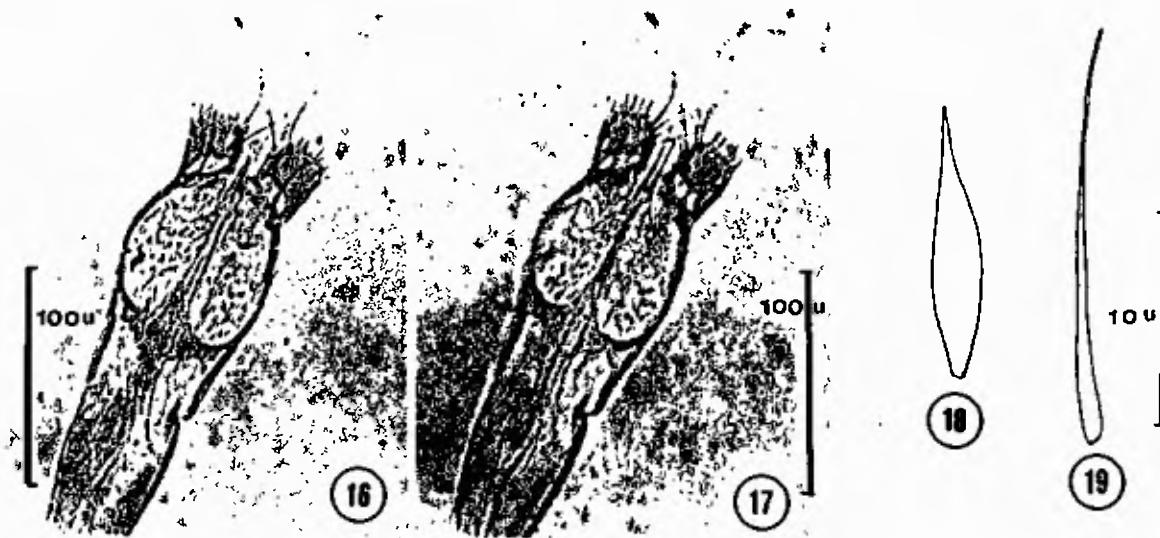


Figs. 13-15. Terminalia de la hembra. 13; Vista lateral; 14: a) raster, b) guía de huevo. 15: Guía de huevo ampliada.

tronco-cónico, negro, de 395 micras de longitud, con setas dispersas en toda la superficie; apodema (Fig. 10a: Pág. 39) mas o menos 0.40 veces la longitud del estuche, de 166 micras de largo, solo presenta setulae.

Raster (Fig. 11: Pág.39; Figs. 13, 14a: Pág. 40) 1.5 veces más largo que ancho, con una longitud aproximada de 200 micras, provisto de dientes fuertes característicos, el extremo basal totalmente membranoso-hialino, provisto con un par de apéndices distales de forma oval, dos veces más largos que anchos, de una longitud aproximada de 50 micras, que constituyen las guías de huevos (Fig. 14 b, 15: Pág. 40).

Estilete (Figs.16-21: Pág. 42) 2.5 veces más largo que ancho, de 182 micras de largo por 75 micras de ancho, constituido por la fusión de los segmentos VIII y IX; sternum (Figs. 16, 20: Pág.42), localizado ventralmente, con tres setas meso-apicales y seis latero-apicales, cuatro de ellas insertadas en la base de los cerci, tan largas o ligeramente más largas que estos y dos latero-distales pequeñas; tergum (Figs. 17, 21: Pág.42), localizado dorsalmente, en forma de "cruz", los brazos laterales ubicados en la mitad, con dos setas apicales largas que se proyectan más allá del ápice de los cerci; membrana sternal con espículas en la mitad distal.



Figs. 16-21. Estilete del ovipositor. 16: Vista ventral; 17: Vista dorsal; 18: Trichobothria del cercus; 19: Seta apical del cercus; 20: Apice del estilete, sternum; 21: Apice del estilete, tergum, a) cercus.

Cerci (Figs. 20- 21, a: Pág. 42) de aproximadamente 33 micras de longitud y 26 micras de ancho, aproximadamente 0.20 la longitud del estilete, rectangulares, ligeramente convexos. Cada cercus provisto ventralmente (Fig. 20: Pág. 42) con tres setas mesales, una submarginal, una apical y otra sub-apical; dorsalmente (Fig. 21: Pág. 42) con cuatro setas, dos preapicales, externa e interna respectivamente y dos apicales, una en el ángulo meso-apical y otra apical externa y seis trichobothrias (Fig. 18: Pág. 42) dispuestas a lo largo del margen apical, las marginales interna y externa aproximadamente de la mitad del largo de las otras cuatro.

Cápsulas de las espermatecas (Fig. 12, a: Pág. 39) esféricas, con un promedio de 50 micras de diámetro; cuello de 18.8 micras de longitud; ductos (Fig. 12, b: Pág. 39) de 160 micras de longitud, 3.5 veces más largos que las cápsulas de las espermatecas, ensanchados progresivamente.

El ovipositor puede ser de valor taxonómico, debiendo ser analizado con otras especies. Parrella et al. (1985) mencionan que Knodel-Montz y Poe en 1982 reportaron que la longitud del ovipositor incluyendo los segmentos VII al IX fue de 417 micras y la del estuche (segmento VII) fue de 124 micras. Consideramos que las mediciones de la

longitud total son de valor relativo ya que pueden variar según el grado de eversión del ovipositor y el método usado para medir cada segmento. La longitud total de los segmentos VIII + IX, que constituyen el ovipositor propiamente dicho fue 382 micras. Incluyendo el estuche, la longitud total promedio del ovipositor fue de 777 micras.

El tergum y sternum del noveno segmento, la forma y chaetotaxia de los cerci y la morfología de las espermatecas y las guías de huevos ofrecen características particulares que podrían ser de valor en la definición de las especies y en la construcción de claves para su identificación, a medida que se describan las terminalias de hembras de las especies de Agromyzidae mas conocidas.

#### Morfología de la Larva

En general pocos autores han tratado la morfología de la larva de Agromyzidae. La única clave publicada para larvas de Agromyzidae es la de Frick (1952), que considera a los géneros de acuerdo a variaciones estructurales de las mandíbulas y del esqueleto cefalofaríngeo.

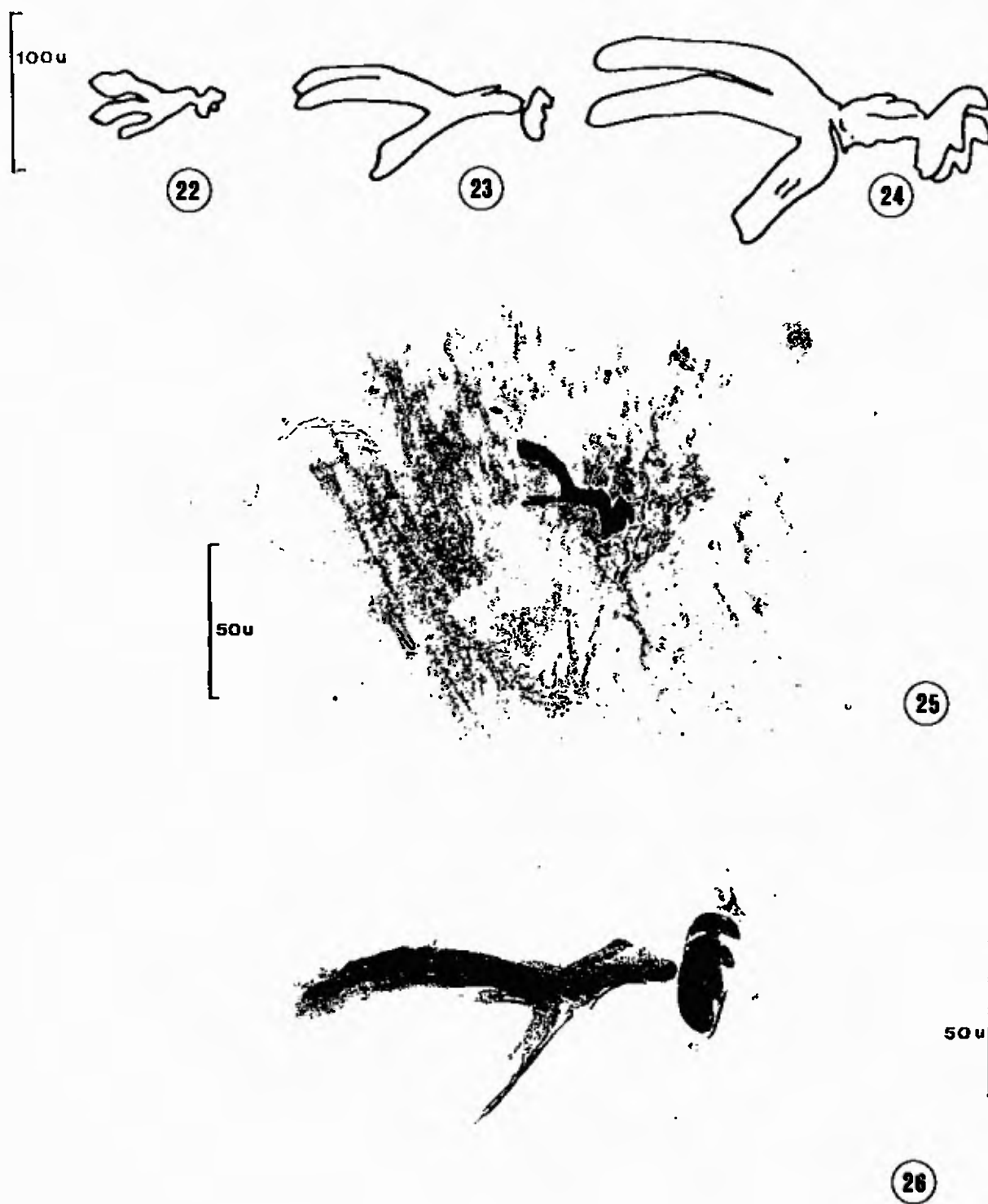
A pesar de las similitudes estructurales aparentes en los estadios inmaduros, un estudio detallado, puede permi-

tir visualizar ciertos caracteres utilizables en la taxonomía del grupo para la identificación temprana de las especies, pudiendo emplearse en caso de falla en la obtención de adultos por dificultades en la cría, así como por efecto de intenso parasitismo u otras condiciones.

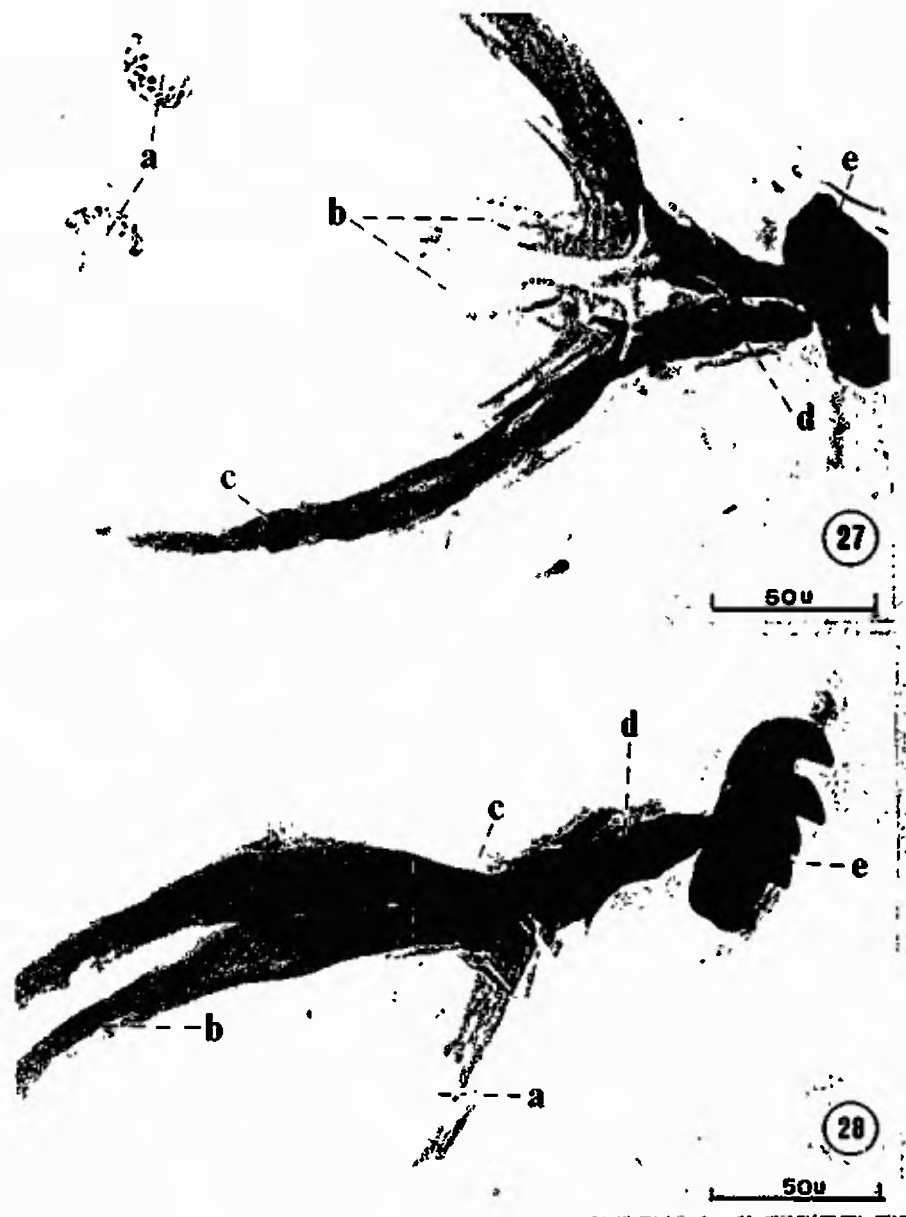
Los trabajos de Frick (1952) y Allen (1957) sobre morfología de la larva de Agromyzidae y el de Sasakawa (1961) sobre descripciones de especies del Japón han servido de guía para este estudio.

En un aspecto general la larva de tercer estadio (Fig. 33: Pág. 51) es alargada, más o menos cilíndrica, convexa dorsalmente y aplanada ventralmente, más o menos cilíndrica, de color amarillo-blanquecino, de  $2.33 \pm 0.22$  milímetros de largo y  $0.88 \pm 0.025$  milímetros de ancho. El cuerpo consta de una pequeña región cefálica, tres segmentos torácicos y ocho abdominales. La apertura oral está ubicada en la superficie ventral del segmento cefálico, próxima a la "máscara facial" (Fig. 29: Pág. 48) en tanto que la apertura anal está situada en la porción meso-ventral del octavo segmento abdominal.

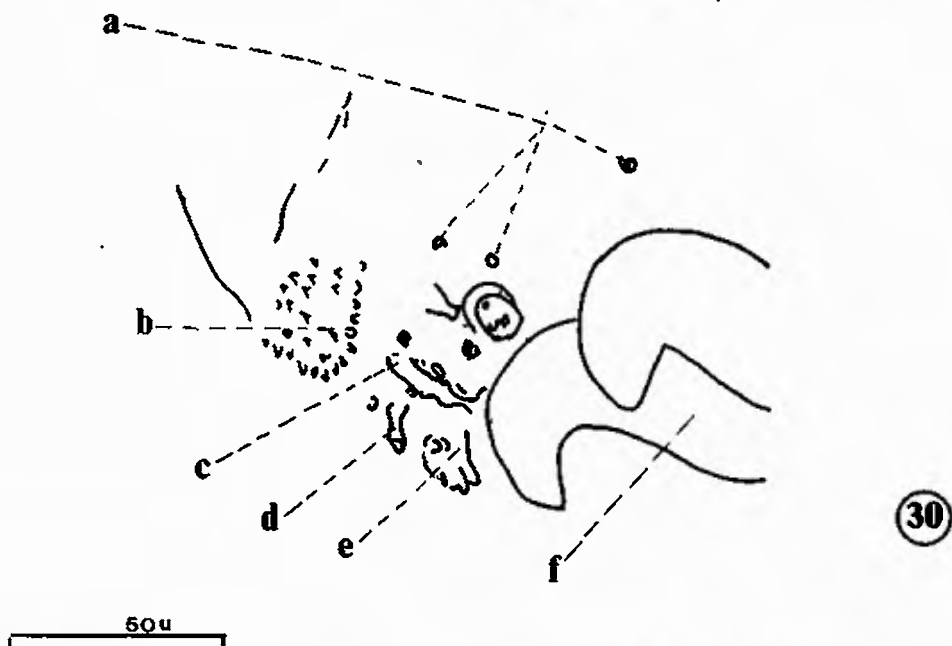
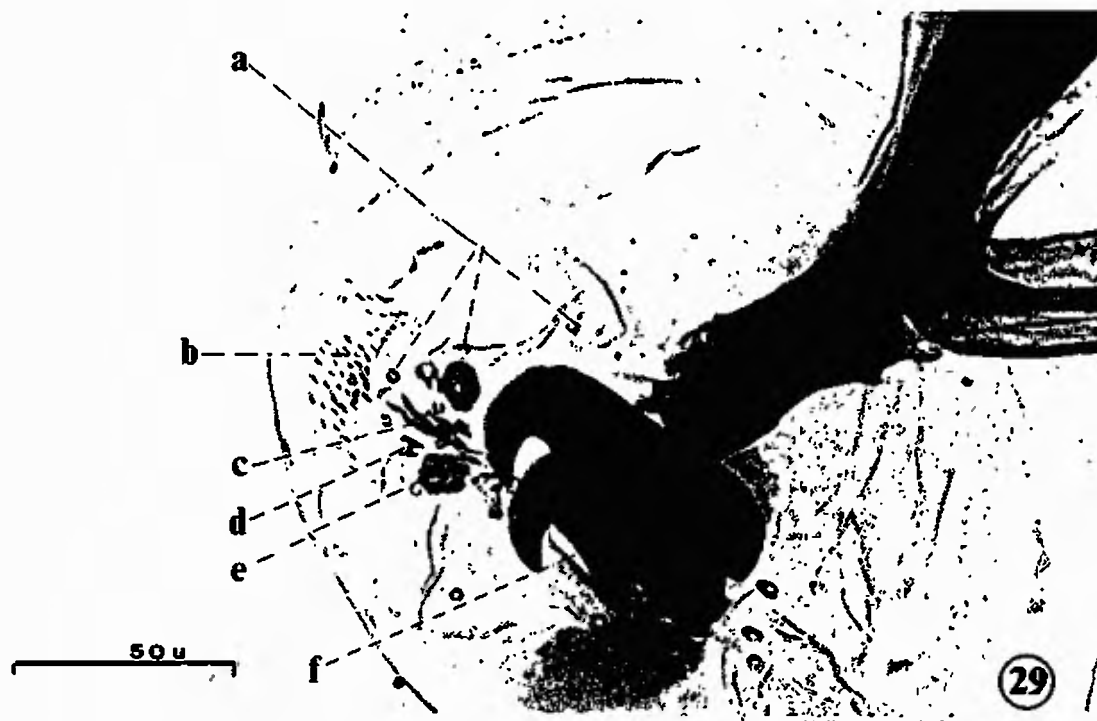
El área del segmento cefálico ubicada dorsalmente a las mandíbulas se denomina "máscara facial" (Fig. 29-30; Pág. 48). Consta de un esclerito longitudinal esclerosado, un par de palpos maxilares rudimentarios y un par de



Figs. 22-26. Esqueletos cefalofaríngeos. 22: Vista lateral, larva I; 23: Larva II; 24: Larva III; 25: Región anterior de larva I; 26: Región anterior de larva II.



**Figs. 27-28.** Larva III. 27: Vista dorsal, a) espiráculos torácicos, b) foramina en proceso ventral, c) proceso dorsal, d) esclerito labial, e) gancho mandibular; 28: Vista lateral, a) proceso ventral, b) proceso dorsal, c) fragma paraclipeal d) esclerito labial, e) gancho mandibular.



Figs. 29-30. "Máscara facial" de larva III. 29: Vista anteroventral; 30: Esquema de "máscara facial", a) papilas sensoriales, b) microtrichia, c) esclerito longitudinal, d) antena, e) palpo maxilar, f) gancho mandibular.

antenas pequeñas; un grupo de microespinas (Fig.30: Pág. 48) está presente, localizadas dorsalmente a las antenas. En la región cefálica, se observan cinco pares de papilas sensoriales: un par dorsal a las antenas, otro dorsal a los palpos maxilares y otros tres pares se ubican en posición dorsal, lateral y ventral a las mandíbulas.

Los tres estadios larvales se pueden reconocer fácilmente por la diferencia en el tamaño y forma del esqueleto cefalofaríngeo correspondiente a cada estadio, el cual puede ser recobrado de la primera (Fig. 22: Pág. 46) y segunda exuvia (Fig. 23: Pág. 46) presente en minas viejas, en tanto que el del tercer estadio se obtiene del pupario (Fig. 24: Pág. 46).

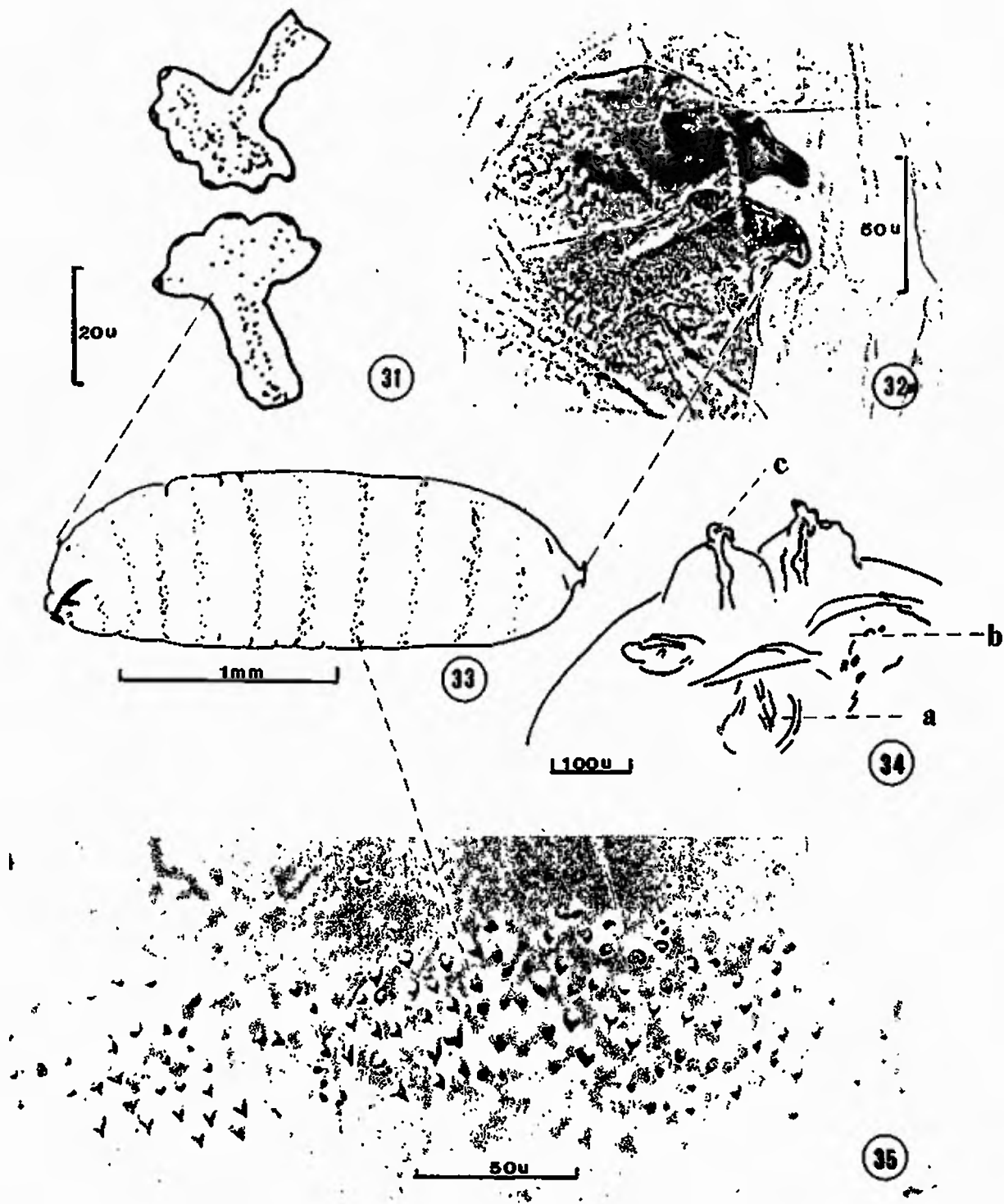
El Cuadro I: Pág. 50, indica las medidas de los esqueletos cefalofaríngeos de *L. trifolii* en micras, observándose un amplio rango de longitud para cada estadio larval. Mora y Mosquera (1980) reportaron medidas de los esqueletos cefalofaríngeos de los tres estadios de *L. trifolii*, indicando 75 a 103 micras para la larva I, 168 a 178 micras para la larva II y 270 a 281 micras para la larva III. Se observaron diferencias en resultados, principalmente en la larva III, que midió un rango de 207.5 a 242.5 micras.

El segmento cefálico (Fig.29: Pág.48) está provisto

Cuadro I. MEDIDAS DE LOS ESQUELETOS CEFALOFARINGEOS DE *L. trifolii* (Burgess). (En micras).

	larva I	larva II	larva III
N° de individuos	4	5	12
Longitud			
Rango	75 - 132.5	138 - 162.5	207.5 - 242.5
Promedio	103.1 ± 32.4	150.5 ± 9.9	224.6 ± 10.8
Proceso dorsal (t-t1)	67.5 ± 2.17	101.5 ± 11.5	161.5 ± 6.3
Proceso ventral (g-g1)	48.8 ± 12.5	62.5 ± 11.2	87.7 ± 6.3
Esclerito labial (h-h1)	35.6 ± 9.6	49.0 ± 7.1	62.7 ± 7.3
Gancho mandibular izquierdo.			
largo (c-cl)	42.5	45.0 ± 3.5	66.9 ± 8.6
ancho (d-d1)	17.5	18.8 ± 1.4	32.0 ± 2.7
Proporción A*	1.38	1.62	1.84
Proporción B**	1.90	2.07	2.58

\* Proporción A = Proceso dorsal / Proceso ventral  
 \*\* Proporción B = Proceso dorsal / Esclerito labial



Figs. 31-35. Larva III. 31: Espiráculos torácicos; 32: Espiráculos caudales; 33: Esquema larva III, vista lateral; 34: Región caudo-ventral, a) ano, b) tubérculo perianal, c) espiráculo caudal; 35: banda de espículas intersegmentales.

de un par de ganchos mandibulares o mandíbulas (Fig. 28: Pág.46), negras, subrectangulares, cada una provista con dos dientes bien desarrollados. La mandíbula derecha (Fig.29: Pág.48) vista dorsalmente parece ser más grande que la izquierda, por lo que los cuatro dientes se aprecian simultáneamente en una vista lateral. La forma de los ganchos mandibulares es similar en las larvas de los estadios II y III, variando solo en el tamaño, en tanto que los de la larva I varían en cuanto a su forma y tamaño. El esqueleto cefalofaríngeo negro, alargado en forma de "Y", se extiende hasta el segmento metatorácico; el proceso anterior del aparato cefalofaríngeo es el esclerito labial, no dividido, ligeramente más corto que la longitud del gancho mandibular en la larva III. Fragma paraclipeal (Figura 28, c: Pág.47) constituido por dos estructuras pareadas, unidas caudalmente al proceso dorsal (Fig. 28, b: Pág. 47) pareado simétricamente en dos brazos dorsales largos y dos ventrales cortos y al proceso ventral (Fig. 28, a: Pág.47), estructura 0.54 veces la longitud del proceso dorsal, con un par de foramina en su extremo distal. Los apodemas adductor y abductor mandibulares, ubicados ventral y dorsalmente a las mandíbulas no pudieron apreciarse.

Los espiráculos anteriores (Fig. 31-33: Pág. 51 ) se

encuentran en la porción medio-mesal del segmento protorácico. Cada espiráculo anterior (Fig. 31: Pág. 51) consta de cinco a siete poros a los extremos de bulbos o papilas dispuestas a manera de "abanico", con las papilas naciendo de un punto común. Los bulbos están al extremo distal del atrium, que va conectado directamente con la tráquea. Los espiráculos posteriores (Figura 32: Pág. 51), localizados en la porción terminal del octavo segmento abdominal, presentan un número constante de tres bulbos, con una longitud promedio de 25 micras y un ancho máximo de 55 micras. La distancia entre ambos espiráculos es de aproximadamente 99 micras y están ubicados a 179.4 micras de la apertura anal, ésta última situada ventralmente sobre una pequeña protuberancia o almohadilla perianal flanqueada por dos protuberancia de mayor tamaño, las papilas anales (Fig. 34: Pág. 51).

Todos los segmentos torácicos y abdominales presentan bandas de espículas intersegmentales (Fig. 33, 35: Pág. 51) que varían en desarrollo en las regiones dorsal, lateral y ventral del cuerpo. La primera banda está a nivel del proceso dorsal del esqueleto cefalofaríngeo, pero está obliterada ventralmente, en tanto que la segunda banda lo está en la porción lateral; la tercera, cuarta, quinta y sexta son completas, presentando espículas conspicuas en

toda la periferia; la séptima, octava, novena y décima están más desarrolladas lateralmente, y la última banda sólo se observa a los lados. Esto coincide en parte con Allen (1957) quien reporta que en las larvas Agromyzidae las bandas de espículas están más desarrolladas lateralmente.

#### Morfología del puparium

Pocas descripciones se han hecho del puparium de especies Agromyzidae. Diversos autores analizan solo la morfología de los espiráculos caudales en base al número de bulbos (Spencer, 1981). Allen (1957) describe la estructura del puparium Agromyzidae, planteando que la forma, color, textura, grado de indentación del puparium y los patrones de bandas de espículas podrían ofrecer diferencias específicas utilizables en la taxonomía del grupo. A medida que se hagan más descripciones de puparia se podrán evaluar los caracteres variables utilizables en la definición de las especies.

El tegumento de la larva de tercer estadio forma el puparium en el que se desarrolla el estado de pupa. El tamaño del puparium (Cuadro II: Pág. 55), considerablemente más corto que la larva de tercer estadio, oscila

Cuadro II. MEDIDAS DE PUPARIA DE *L. trifolii* (Burgess)  
EN MILIMETROS.

Longitud Rango	N° de indiv.	% por Rango	Ancho Rango	N° de indiv.	% por Rango
1.38-1.42	4	2.1	0.53-0.57	1	0.9
1.43-1.47	28	14.8	0.58-0.62	8	7.1
1.48-1.52	22	11.6	0.63-0.67	4	3.5
1.53-1.57	21	11.1	0.68-0.72	49	43.3
1.58-1.62	42	22.2	0.73-0.77	19	16.8
1.63-1.67	21	11.1	0.78-0.82	18	15.9
1.68-1.72	30	15.9	0.83-0.87	12	10.6
1.73-1.77	13	6.8	0.88-0.92	0	0
1.78-1.82	4	2.1	0.93-0.97	1	0.9
1.83- >	4	2.1	0.98- >	1	0.9

entre 1.18 milímetros hasta 1.93 milímetros de largo y de 0.53 hasta 0.70 milímetros de ancho. Al inicio es amarillo-pajizo, luego se va tornando más obscuro a medida que transcurre el desarrollo del imago. El puparium presenta tres segmentos torácicos y ocho abdominales, es más o menos ovoide, con los lados casi paralelos ahusados caudalmente, aplanado ventralmente y arqueado dorsalmente. Los espiráculos anteriores con 5-7 bulbos se encuentran en la porción media del segmento protorácico y los espiráculos posteriores, con tres bulbos, están contraídos y se proyectan al extremo del último segmento abdominal; ambos espiráculos posteriores están separados 150 micras entre sí y a una distancia de 125 micras de la apertura anal.

Al analizar los valores obtenidos de la longitud de los puparia (Cuadro II: Pág. 55), podemos apreciar que 40% de la población muestreada se incluyen en el rango entre 1.38 a 1.57 milímetros y 38.1% se ubican en el rango entre 1.63 a 1.83 milímetros, lo que se acerca a una proporción 1:1. Si consideramos que la relación de sexos en *L. trifolii* es aproximadamente de 1:1 (Parrella, 1987), podemos inferir que los puparia que se incluyen en el rango 1.38 a 1.57 milímetros corresponden a machos y las que miden 1.63 a 1.83 son hembras. El rango comprendido

entre 1.58 a 1.62 milímetros podría corresponder a poblaciones de machos grandes y hembras pequeñas.

Parrella et al.(1983) indican que las puparia hembras desarrolladas en condiciones de laboratorio, usualmente miden más de 1.8 milímetros de longitud, para poblaciones de California criadas en variedades de crisantemo, apio y tomate. Esta medida se encuentra dentro del extremo máximo de los valores obtenidos en puparia colectadas de material procedente del campo en *Allium fistulosum*, cebollina, correspondiendo a ocho individuos que representan tan solo dos porciento del total. Factores climáticos y las características de la planta hospedera pueden haber influido en el desarrollo de la larva y consecuentemente en el tamaño del puparium.

#### Ciclo de vida

Dado que los insectos son poikiloterms, su tasa de desarrollo es resultante de sus procesos metabólicos afectados en mayor grado por la temperatura así como también por la calidad de nutrientes ingeridos.

Para el caso de huevos y larvas de este insecto, los cuales se desarrollan en el interior de tejidos de la

planta, la interacción resulta muy compleja, pudiendo a su vez ser afectados por la edad de las hojas, su posición en la planta y por las características típicas del hospedero.

Los huevos de *L. trifolii* son depositados individualmente bajo la epidermis de las hojas, de *Allium fistulosum* (L.), que por ser fistulosas, impiden su localización al microscopio mediante luz transmitida; por ello, la duración del período de incubación fue medida desde el momento en que las plantas fueron expuestas al ataque de hembras adultas hasta que se observó el inicio de la mina.

Bajo las condiciones de este estudio, el período de incubación (Cuadro III: Pág. 59) requirió un promedio de 52.6 grados-día lo cual correspondió a una duración de 3.70 días.

Estos valores resultan mayores que los obtenidos por Leibee (1984), el cual determinó una constante térmica de 28.29 a 42.02 grados-día equivalentes a 2.33 - 2.38 días respectivamente, al estudiar la especie en *Apium graveolens* L. a temperaturas constantes de 25 y 30 grados centígrados, y a una temperatura base de 12.9°C.

Por otro lado, Prieto y de Ulloa en crisantemo obtuvieron 4.1 días para el desarrollo del huevo y Vélez et al. (1980) en crisantemo reportaron 3.0 días a

Cuadro III. DURACION DEL ESTADO DE HUEVO DE *L. trifolii*  
(BURGESS) A TEMPERATURAS DE 21° - 29°C (\*).

Fecha inicio	Fecha final	número de individuos	grados-días (°D)	días
28/I/86	31/I/86	20	48.71	3.04
5/2/86	9/2/86	20	51.62	4.46
5/5/86	9/5/86	20	53.61	3.04
7/6/86	11/6/86	20	56.57	4.29
Promedio			52.63 ± 2.87	3.71 ± 0.67

(\*) Temperatura umbral mínima de desarrollo 10°C.

temperatura promedio de 18 grados centígrados; estos últimos resultan más próximos a los obtenidos en este trabajo.

Las discrepancias en los resultados pueden atribuirse posiblemente a las características típicas de la planta hospedera que interactúa con el insecto o quizás a diferencias en la metodología de trabajo, tal como fue indicado por Parrella (1987), Leibee (1984) y Miller e Isger (1985).

El ciclo larval comprende tres estadios que se desarrollan en la mina dentro de la hoja; dos de las mudas ocurren en la mina de modo que los ganchos mandibulares de los estadios larvales primero y segundo quedan dentro de la mina, en tanto que los ganchos mandibulares de la larva de tercer estadio quedan encerrados en el extremo antero-ventral del puparium. La duración del período larval fue medida desde la aparición de la primeras minas hasta el momento en que las larvas de tercer estadio completaron su desarrollo y salieron de las minas, lo cual usualmente ocurrió entre las 09:00 y 10:00 de la mañana.

En condiciones de laboratorio se obtuvo un promedio de 63.30 grados-día para el período larval lo cual correspondió a 3.90 días. El ciclo combinado de huevo y larva, que transcurre dentro de la hoja, fue de 115.9 grados-día,

correspondientes a un promedio de 7.6 días (Cuadro IV: Pág. 62).

Leibee (1984) determinó en apio para el período de huevo y larva un total de 160.67 grados-día en 10.3 días, a una temperatura constante de 25°C y temperatura umbral de 12.86°C y 8.39°C para huevo y larva respectivamente.

Miller e Isgar (1985) obtuvieron para el desarrollo combinado de huevo y larva en crisantemo de tallo sencillo, (*Dendratherma*), un valor de 147.5 grados-día correspondientes a 9.3 días con una temperatura constante de 26°C y temperatura umbral mínima de 10.1 grados centígrados.

La duración del estado de prepupa no excedió las 4.0 horas, considerándose así al período comprendido entre la emergencia de la larva de la mina y la formación de la pupa. Este valor se aproxima a las 3.8 horas determinadas por Leibee (1984).

El período pupal utiliza más del cincuenta por ciento del tiempo total de desarrollo de *L. trifolii* y ocurre en el suelo, en los sitios más alejados de la luz directa.

Usualmente la emergencia de los adultos ocurrió en las primeras horas de la tarde, por lo que en los cálculos de la medición del período pupal se utilizó las 15:00 horas como terminación del tiempo de desarrollo.

Cuadro IV. DURACION DEL ESTADO DE HUEVO Y LARVA DE *L. trifolii* (BURGESS) A TEMPERATURAS DE 21-29 GRADOS CENTIGRADOS (\*).

Fecha inicio	Fecha fin	número de individuos	grados-días (°D)	días
14/1/86	21/1/86	60	126.80	7.0
28/1/86	4/2/86	60	123.63	7.0
5/2/86	12/2/86	60	125.02	7.0
6/5/86	15/5/86	60	104.86	9.0
7/6/86	15/6/86	60	99.13	8.1
	Promedio		115.89 ± 11.53	7.6 ± 0.82

(\*) Temperatura umbral mínima de desarrollo 10°C.

Para el estudio de la duración del periodo pupal se incluyeron dos observaciones de muestras procedentes de El Valle de Antón obtenidas durante la temporada seca y el resto correspondió a material criado en laboratorio durante el período lluvioso (Cuadro V: Pág.64).

Se pudo observar que los valores de temperatura acumulada en grados-día fueron más elevados para las muestras de El Valle de Antón, colectadas en el mes de enero de 1986, con temperaturas promedios diarias más elevadas; sin embargo la duración en días fue aproximada a los valores obtenidos en la temporada lluviosa. Así mismo no fue posible obtener la supervivencia para todas las observaciones, sin embargo en los casos verificados se encontró una elevada tasa de mortalidad.

La elevada mortalidad observada en las pupas no permite hacer conclusiones definitivas sobre la duración de ese estado biológico. Bajo condiciones de Laboratorio, el período pupal (Cuadro V: Pág.64) requirió un promedio de 117.3 grados-días (9.1 días), que se acercan a los 123.5 grados-día (8.4 días) obtenidos por Leibee (1984) en apio (*Apium graveolens* L.) a una constante a 25°C y a una temperatura umbral mínima de 10.0°C.

La duración promedio del desarrollo de *L. trifolii* en *Allium fistulosum*, desde la oviposición hasta la emergen-

Cuadro V. DURACION DEL ESTADO DE PUPA DE *L. trifolii*  
(BURGESS) A TEMPERATURAS DE 21-29°C (\*).

Fecha Inicio	Fecha Final	No. individuos Inicio	No. individuos Final	grados-día (°D)	días
12/1/86	21/1/86	182	114	159.58	9.25
19/1/86	30/1/86	(1)	9	185.58	10.25
2/6/86	6/6/86	(1)	47	111.57	9.25
6/6/86	14/6/86	(1)	(1)	93.47	8.25
15/6/86	23/6/86	(1)	(1)	102.30	8.25
1/7/86	9/7/86	32	7	95.12	8.25
2/7/86	12/7/86	86	9	115.54	10.13
3/7/86	14/7/86	24	3	115.41	10.25
Promedio				117.28 ±29.4	9.14± 0.81

(\*) Temperatura umbral mínima de desarrollo 10°C.  
(1) Información no consignada por pérdida de registro.

cia del adulto fue de 233.2 grados-día que corresponden a 16.7 días; éstos valores fueron obtenidos de la sumatoria de los promedios de desarrollo de huevo, larva y pupa.

Leibee (1984) determinó que el desarrollo del insecto en apio requirió 284.13 grados-día en 18.67 días, a temperatura constante de 25 grados centígrados.

Miller e Isgar (1985) al estudiar a la especie en *Dendratherma* (crisantemo de "tallo sencillo") a una temperatura constante de 26 grados centígrados, obtuvieron un total de 286.2 grados-día correspondientes a un ciclo de vida total de 18.6 días.

Prieto y Chacón (1980) y Vélez et al. (1980) reportaron 29 días y 25.5 días a temperaturas promedios de 18° y 23° grados centígrados respectivamente, en crisantemo; por otro lado Mora y Mosquera (1984) concluyen que el ciclo de vida de *L. trifolii* fue de 45.16 días a 20°C en el mismo hospedero.

Parrella (1987) señala que la edad y posición de las hojas en la planta hospedera pueden ser factores que también influyan en la biología del insecto, en adición a la especie hospedera, temperatura y metodología.

El presente trabajo utilizó a *A. fistulosum* o cebollina, en tanto que la mayoría de los investigadores han estudiado a *L. trifolii* en crisantemo y apio por

consiguiente hay algunas discrepancias con los resultados obtenidos por otros autores.

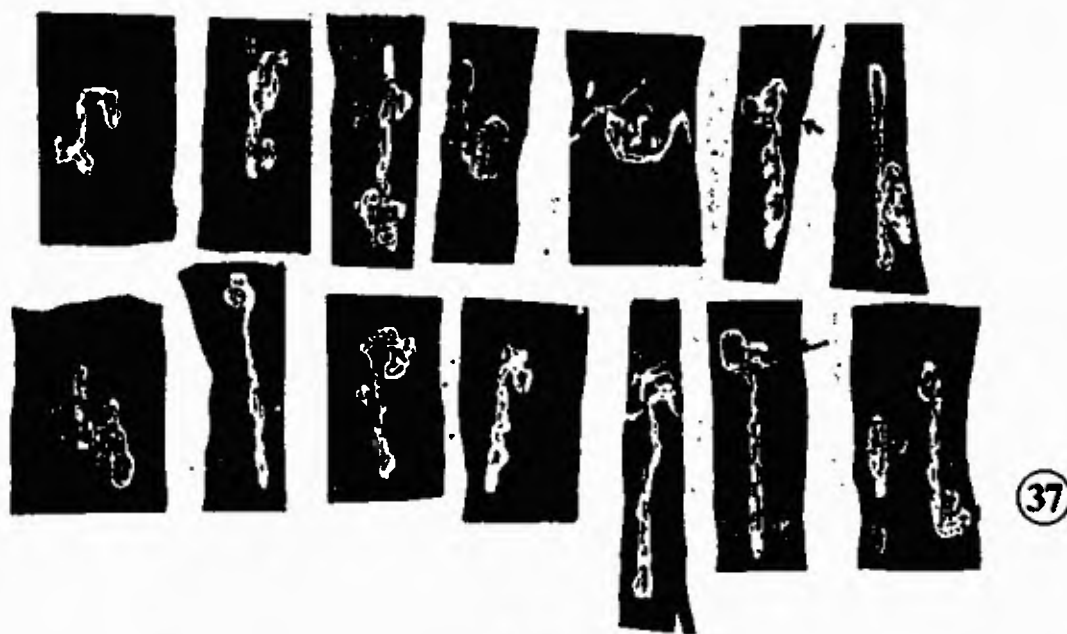
#### Caracterización de la mina

En *A. fistulosum*, cebollina (Fig. 36: Pág. 67), las minas formadas en las hojas por la actividad alimenticia de las larvas de *L. trifolii* son usualmente alargadas, aunque su forma suele ser muy variable (Fig. 37: Pág. 67).

Las minas de *L. trifolii* se localizan en las hojas más viejas y externas de la planta de *Allium fistulosum* en las etapas iniciales de daño.

Inicialmente las minas son casi imperceptibles, tornándose blancas después del segundo día por la pérdida de material clorofílico. Las larvas son solitarias pero en condiciones de alta infestación, las minas pueden encontrarse en el camino y los límites entre ellas son casi indefinibles.

Una vez que eclosiona, la larva de primer estadio comienza a alimentarse dando origen a una primera etapa en la formación de la mina; ésta es sinuosa recorriendo aproximadamente seis milímetros, con un ancho de 250 micras. Luego se produce una segunda etapa donde se



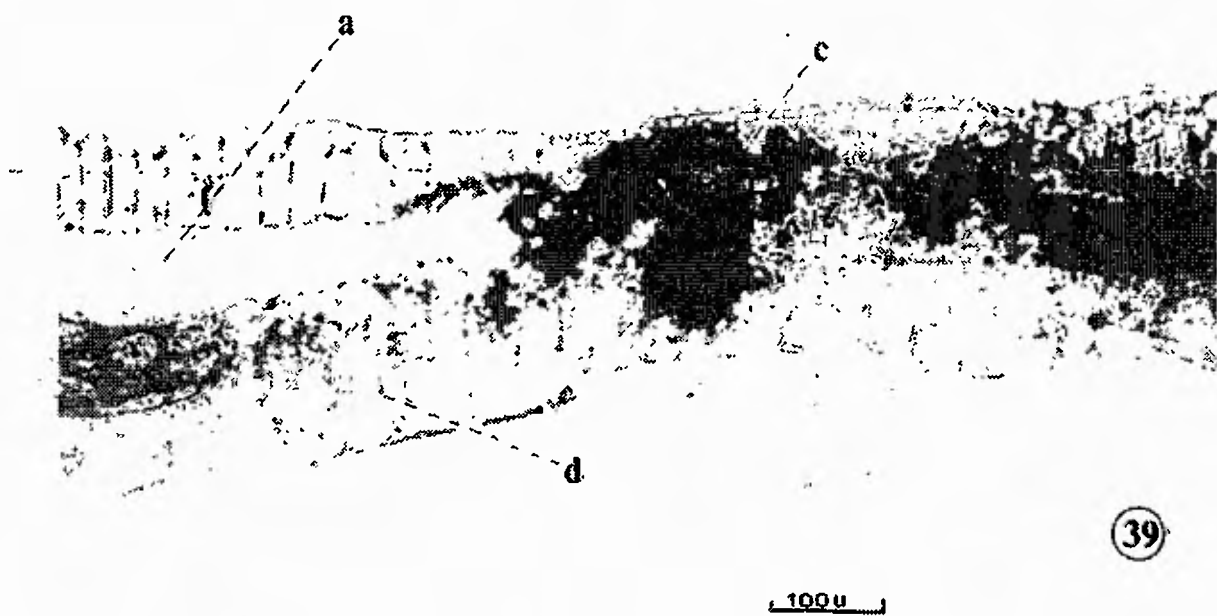
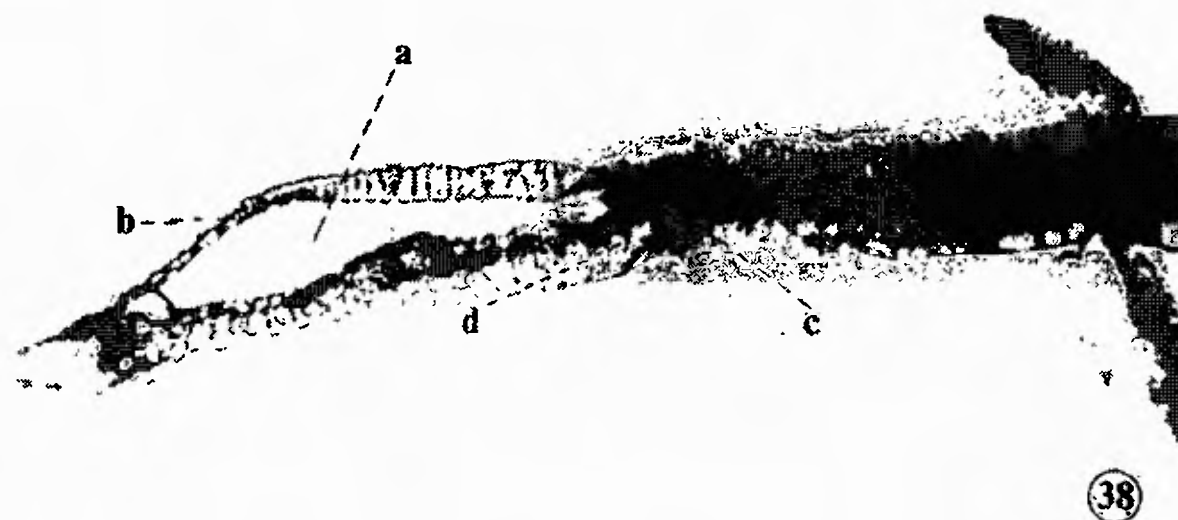
Figs. 36-37. 36: Planta sana de *Allium fistulosum* L.; 37: Minas de *L. trifolii* en secciones de hojas de *Allium fistulosum* L.

observa giros irregulares semicirculares que pueden envolver completamente la sección alargada inicial, (tal como se apreció en un 63% de un total de 119 observaciones), formándose una pequeña "laguna" en la cual se localiza también el segundo gancho mandibular. Finalmente se alcanza la tercera etapa cuando la "mina se extiende usualmente a lo largo de la hoja, alcanzando un ancho máximo de 1.5 milímetros; en ésta porción final se produce la perforación a través de la cual la larva sale al exterior.

La materia fecal es verde-negruzca y se encuentra en forma alternada a ambos bordes de la mina.

En un corte transversal de la hoja minada de *Allium fistulosum* se determinó que el tejido afectado corresponde al parénquima en empalizada (Figs. 38-39: Pág. 69) en tanto que deja intactos la epidermis superior e inferior y el parénquima esponjoso, tal como fue determinado por Parrella et al.(1985) para *L. trifolii* (Burgess) en crisantemo.

El área promedio de la mina formada por la actividad de *L. trifolii* en cebollina es de  $42.5 \pm 10.4$  milímetros cuadrados, calculado en base a 35 mediciones, dentro de un rango que varía de 29 a 65 milímetros cuadrados. Este valor promedio obtenido en hojas de cebollina es menor al



Figs. 38-39. 38: Corte transversal de hoja de cebollina mostrando tejidos afectados por la mina; 39: Detalle del mesófilo de la hoja, a)mina, b) epidermis superior, c) parénquima en empalizada, d) parénquima esponjoso.

reportado por Parrella et al. (1981), quienes determinaron que el área promedio minada por larvas individuales de *L. trifolii* (Burgess) es de 121 milímetros cuadrados en crisantemo.

Bajo un nivel de intensidad de daño no mayor de 2.46 minas por hoja, las hembras tienden a ovipositar en la mitad apical de la hoja, donde se encuentran alrededor del 80% de las minas observadas (Cuadro VI: Pág. 71). A niveles de intensidad de daño mayores, las minas pueden cubrir totalmente la superficie de la hoja, dejándola clorótica.

#### Plantas hospederas

Durante la ejecución del presente trabajo se pudo determinar que en las siembras de cebollina, *Allium fistulosum* L. visitadas en las localidades de El Valle, Calzada Larga y Ciudad de Panamá, la única especie de Agromyzidae encontrada fue *L. trifolii* (Burgess).

Las áreas hortícolas visitadas se caracterizan por la diversidad de plantas cultivadas y silvestres, sin embargo la especie fue encontrada sólo en cebollina (*Allium fistulosum* L.), cebolla (*A. cepa* L.) y apio (*Apium graveolens* L.). Ninguna planta silvestre aledaña a los

Cuadro VI. UBICACION DE MINAS DE *L. trifolii* EN HOJAS  
DE *Allium fistulosum* L. (\*).

Rango de la hoja en cms.	Total minas por rango	Porcentaje de minas por rango
0 - 5.0	4	1.3
5.1 - 10.0	16	5.1
10.1- 15.0	45	14.2
15.1- 20.0	85	26.9
20.1- 25.0	94	29.7
25.1- 30.0	72	22.8

(\*) la longitud total de la hoja varió entre 20 y 30 centímetros para 316 minas observadas en 128 hojas.

cultivos fue detectada como hospedera del insecto.

Con la finalidad de realizar un análisis preliminar sobre la preferencia de *L. trifolii* (Burgess) por algunas de las plantas hospederas encontradas en los campos, se realizó una evaluación en las localidades de El Hato y La Pintada del área hortícola de El Valle de Antón, en marzo de 1987 cuyos resultados se presentan en el Cuadro VII: Pág. 73.

Como puede apreciarse, en la evaluación efectuada hay una aparente preferencia por cebollina y cebolla, ya que los porcentajes de infestación y preferencia fueron los más elevados en estos cultivos. Las observaciones realizadas sobre plantas de tomate correspondieron a minas inactivas, sin larvas y pudieron o no corresponder a *L. trifolii* (Burgess); sin embargo en otras localidades del país se ha registrado fundamentalmente a *L. sativae* Blanchard atacando a este último cultivo. Observando el cuadro podemos visualizar que la intensidad de daño fue mayor para el cultivo de cebollina y cebolla, ya que 64% y 67% de las hojas respectivamente, fueron afectadas, en tanto que apenas 25% de las hojas de apio mostraban minas.

Los resultados no parecen coincidir con Stegmaier (1966) y Spencer (1984) quienes califican a esta especie como "altamente polífaga"; aunque pudieran corroborar los

Cuadro VII. EVALUACION DE PREFERENCIA ALIMENTICIA DE  
*L. trifolii* (Burgess) (\*).

Planta hosped.	Sitio	Hojas revis.	Hojas afect.	minas/hoja afect.	% infest.	Pref. %
apio	(1)	79	20	0.3	25.0	1.6
cebollina	(1)	239	152	15.0	64.0	34.3
cebollina	(2)	574	288	+15.0	50.0	34.3
cebolla	(2)	196	131	10.0	67.0	10.2
tomate	(1)	92	7	0.1	7.6	0.7
tomate	(2)	100	3	0.0	3.0	0.7

(\*) Preferencia referida al total de hojas muestreadas en  
cuatro cultivos.

(1) "El Hato" de El Valle.

(2) "La Pintada" de El Valle.

resultados de Zambrano (en Spencer 1973) quien sugiere que la plaga parece limitarse a *Allium schoenoprasum* L. en Venezuela. Por otro lado, Spencer y Steyskal (1986) al tratar a ésta especie en Norteamérica señalaron que *Allium* es un hospedero favorito.

A pesar de la presencia de tomate en los campos visitados, se observó una menor incidencia de minadores en dicho cultivo frente a apio, cebollina y cebolla, que en cierto modo podría apoyar los resultados de Zehnder y Trumble (1984) quienes determinaron que *L. trifolii* prefiere apio y *L. sativae* a tomate cuando ambos cultivos se encuentran disponibles en el ecosistema.

Finalmente, Parrella et al. (1983) demostraron que el crisantemo, apio y tomate satisfacen en orden decreciente los requisitos para el desarrollo de *L. trifolii*.

#### Daño y estado fisiológico susceptible de la planta

Con el propósito de determinar la etapa inicial de la susceptibilidad de plántulas de *Allium fistulosum* L. a infestación por *L. trifolii* en condiciones de Laboratorio se expusieron 50 plantas al ataque de 30 hembras adultas y 26 machos.

Las plantas testigos de cebollina confinadas en el

laboratorio no mostraron anomalías en su desarrollo vegetativo. Cuarenta y seis de las muestras, que corresponden a un 92% del total fueron afectadas, mostrando una flacidez generalizada y retraso en el desarrollo de las hojas; dos muestras, que representaron el cuatro por ciento, se secaron completamente. Las hojas atacadas no permitieron el desarrollo de las larvas ya que se secaron rápidamente. Estos resultados parecen indicar que si bien las plantas de 17 días de edad pueden ser infestadas, no permiten aún completar el desarrollo de las larvas del insecto.

En el ensayo de campo (Cuadro VIII: Pág.76) se consideró como "tiempo de germinación" al momento en que 75% de las plantas emergieron, lo cual se produjo a los 3.5 días.

A los 25 días desde la germinación se constató que 80% de las hojas muestreadas presentaban minas, que no fueron detectadas el día previo; las hojas que presentaban minas fueron "marcadas", determinándose que un 44% de larvas lograron completar su desarrollo. A los 24 días el tamaño promedio de las plántulas fue  $12.5 \pm 2.2$  centímetros. En base al ciclo de huevo y larva determinados previamente (Cuadro III: Pág. 59 y Cuadro IV: Pág.62) podemos establecer que las plántulas de

Cuadro VIII. EFECTO DE UNA POBLACION NATURAL DE *L. trifolii* (Burgess) SOBRE PLANTULAS DE *Allium fistulosum* L..

Edad en días	Hojas observadas	Hojas* afectadas	Total de minas	N°. minas completas	% minas
7	100	0	0	0	0
14	100	0	0	0	0
21	100	0	0	0	0
23	100	0	0	0	0
25	16	13	9	1	44**
27	100	30	30	0	95**

(\*) hojas afectadas con perforaciones de alimentación o minas.

(\*\*) minas completas, con perforación de salida de larva, cuatro días después de la fecha de observación.

cebollina fueron adecuadas para el establecimiento de *L. trifolii* (Burgess) a los 21 días.

#### Enemigos naturales

Los principales enemigos naturales de los Agromyzidae son parásitos Hymenoptera que buscan las larvas y depositan sus huevos sobre ellas (Jensen y Koehler, 1970).

De un total de ocho muestras de cebollina provistas con minas de *L. trifolii*, colectadas en las provincias de Panamá y Coclé en 1985 y 1986, todas mostraron algún índice de parasitismo (Cuadro IX: Pág. 78). El parasitismo fue muy variable, observándose valores de nueve a 72 por ciento.

Durante marzo de 1987 se colectaron en el Valle de Antón, muestras de cebollina, cebolla y apio con una intensidad de infestación variable desde una hasta 15 minas por hoja, de las cuales se recuperaron numerosos parasitoides cuya población no fue cuantificada, sin embargo pudimos apreciar que correspondió aproximadamente de 35 a 50 por ciento de todos los adultos emergidos de las minas.

El parasitoide de pupas obtenido en todos los casos fue un Braconidae identificado como *Opius* sp..

Cuadro IX. PORCENTAJE DE PARASITISMO EN *L trifolii*  
POR *Opius* sp.

Procedencia	Fecha	Total* adultos	N°. de parasitoides	% efectivo ** parasitismo
Calz. Larga	10/7/85	65	31	47.7
Calz. Larga	4/7/85	28	16	57.1
Calz..Larga	12/7/85	110	10	9.1
El Valle	21/1/86	204	147	72.0
El Valle	26/5/86	68	21	30.0
El Valle	8/7/86	17	3	17.6
El Valle	12/7/86	29	6	21.0
El Valle	5/8/86	217	68	31.3

(\*) Minadores + parasitoides.

(\*\*) Valores correspondientes a la aplicación de la fórmula de Trumble y Nakakihara (pág.33).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente trabajo podemos concluir que:

1. *Liriomyza trifolii* (Burgess) es la especie minadora de hoja que afecta a cultivos de *Allium fistulosum* L., cebollina en Panamá.

2. La terminalia de la hembra de *L. trifolii* ofrece caracteres de posible uso taxonómico en la definición de la especie tales como: el noveno segmento, los cerci, las espermatecas y las guías de huevo.

3. La larva de *Liriomyza trifolii* presenta caracteres de probable uso taxonómico tales como: las bandas de espículas de los segmentos, la forma y número de los bulbos de los espiráculos, el esqueleto cefalofaríngeo y la máscara facial que podrían ser útiles en la construcción de claves de identificación.

4. En *Allium fistulosum* L. el período de incubación del huevo de *L. trifolii* requirió un promedio

de 52.6 grados-días que corresponden a 3.7 días; el ciclo combinado de huevo y larva utilizó 115.9 grado-días o 7.6 días. El período pupal requirió 117.3 grado-días o 9.1 días. La duración del desarrollo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto fue de 233.2 grados-días correspondientes a 16.7 días.

5. En *A. fistulosum* L., bajo un nivel de infestación de 2.46 minas por hoja, las hembras de *L. trifolii* tienden a ovipositar en la mitad apical de la hoja. El área promedio de una mina completa es de  $42.5 \pm 10.4$  milímetros cuadrados.

6. La larva de *L. trifolii* se alimenta principalmente del parénquima en empalizada.

7. *Allium fistulosum* L. es un hospedero favorito de *Liriomyza trifolii* (Burgess) en Panamá.

8. Plantas de *Allium fistulosum* L. de 21 días de edad permiten el establecimiento de poblaciones de *L. trifolii*.

9. *Opius* sp. fue el único parasitoide recuperado de las pupas de *L. trifolii* (Burgess) obtenidas de la cebollina.

#### LITERATURA CITADA

- Allen, P. 1957. The larval morphology of Agromyzidae (Diptera). Proc. R. Ent. Soc. Lond., (A), 32: 59-66.
- Bailey, L. H. 1968. Manual of cultivated plants. Mc. Hillan Co., USA.
- Beri, J. K. 1974. Biology of a leafminer *L. brassicae* (Riley) (Diptera: Agromyzidae). J. Nat. Hist. 8: 143-151.
- Charlton, C. y W. Allen. 1981. The biology of *Liriomyza trifolii* on beans and chrysanthemums, pp.42-48. En D. Schuster (ed.), Proc. IFAS-Industry Conference on Biology and Control of *Liriomyza* Leafminers. Univ. Fla., IFAS.
- De Santis, L. 1979. Catálogo de los Himenópteros Calcidoideos de América al Sur de los Estados Unidos. Publicación especial. Prov. de Buenos Aires. Com. de Invest. científicas.
- Freeman C. y F. Guyton. 1957. A method for rearing leaf-mining Agromyzidae. J. Econ. Entom. 50: 829-831.
- Frick, K. E. 1952. A generic revision of the family Agromyzidae with a catalogue of New World species. U. Calif. Pub. Ent. 8: 339-452.
- Frost, J. W. 1936. New Central American Agromyzidae. Ent. Soc. of Am. 29 : 298-318.
- Harris H.M. y H. D. Tate. 1933. A leafminer attacking the cultivated onions. J. Econ. Entom. 26: 515-516.
- Hills, O. y E. Taylor. 1951. Parasitization of dipterous leafminers in cantaloups and lettuce in the Salt River Valley, Arizona. J. Econ. Entom. 44: 759-762.

- IPM Manual Group 1985. Integrated pest management for tomatoes. Univ. Calif. Publ. 3274. Berkeley: 105 pp. 2nd. Ed.
- Jensen, G. L. y C. S. Koehler. 1970. Seasonal and distributional abundance and parasites of leafminers of alfalfa in California. J. Econ. Entom. 63: 1623-1629.
- Johnson, M. W., Welter, S. C., Toscano, N. C., Ting, I. P. y J. T. Trumble. 1983. Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entom. 76: 1061-1063.
- King, A. B. y J. L. Saunders. 1984. Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Overseas Development Administration, Londres.
- Korytkowski, C. A. 1972. Contribución al conocimiento de los Agromyzidae (Diptera, Acalyptratae) en el Perú. Tesis no publicada del Programa Académico de Graduados, La Molina, Lima, Perú, 237 p.
- Leibee, G. L. 1984. Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. Environ. Entomol. 13(2): 497-501.
- Menken, S. B. J. y S. A. Ulenberg. 1983. Diagnosis of the agromyzids *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* by means of starch gel electrophoresis. Ent. Exp. et Appl. 34: 205-208.
- Miller, G. W. y M. B. Isger. 1985. Effects of temperature on the development of *L. trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae. Bull. Ent. Res. 75: 321-328.
- Mora y Mosquera. 1984. Biología del minador de las hojas del crisantemo *Liriomyza trifolii* (Burgess). Rev. Colombiana Ent. 6, N° 1-2: 37-42.
- Oatman, E. R. y A. E. Michelbacher. 1958. The melon leaf miner *Liriomyza pictella* (Thomson) (Diptera: Agromyzidae). Ann. Entom. Soc. Am. 51: 557-566.
- 1959. The melon leafminer, *Liriomyza pictella*

- (Thomson) (Diptera: Agromyzidae). II. Ecological studies. *Ann. Ent. Soc. Am.* 52, 83-89.
- Parrella, M. P. 1982. A review of the history and taxonomy of economically important serpentine leafminers (*Liriomyza* spp.) in California (Diptera: Agromyzidae). *Pan-Pac. Entomol.* 58: 302-308.
- \_\_\_\_\_ 1984. Effect of temperature on oviposition, feeding and longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Can. Ent.* 116: 85-92.
- \_\_\_\_\_ 1987. Biology of *Liriomyza*. *Ann. Rev. Ent.* 32: 201-224.
- Parrella, M. P., Jones, V. P. Youngman, R. R. y L. M. Lebek. 1985. Effect of leaf mining and leaf stippling of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of chrysanthemum. *Ann. Entom. Soc. Am.* 78: 90-93.
- Parrella, M. P., K. L. Robb y J. Bethke. 1983. Influence of selected host plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Ann. Entom. Soc. Am.* 76: 112-115.
- Prieto, A. J. y P. C. de Ulloa. 1980. Biología y ecología de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) minador del crisantemo en el departamento del Valle del Cauca. *Rev. Colombiana Ent.* 6(3-4): 77-84.
- Sasakawa, M. 1961. A study of the Japanese Agromyzidae (Diptera), Part 2. *Pacific Insects* 3: 307-472.
- Schuster, D. J., T. G. Zebisch y J. P. Gilreath. 1982. Ovipositional preference and larval development of *Liriomyza trifolii* on selected weeds, pp. 137-145. En S. L. Poe (ed.), *Proc. of the 3rd Annual Industry Conference on the Leafminer Soc. of Am. Florists.*
- Sehgal, V. K. 1971. Biology and host-plant relationships of an oligophagous leafminer *P. matricariae* Hendel *Quaestiones entomologicae* 7: 255-280.
- Spencer, K. A. 1963. A synopsis of the Neotropical Agromyzidae. *Trans. R. Ent. Soc. London* 115: 291-389.
- \_\_\_\_\_ 1965. A clarification of the status of *Lirio-*

- myza trifolii* (Burgess) and some related species. Proc. Ent. Soc. Wash. 67: 32-40.
- \_\_\_\_\_ 1973. The Agromyzidae of Venezuela. Rev. Fac. Agron., Maracay 7 (2): 5-107.
- \_\_\_\_\_ 1981. A revisionary study of the leaf-mining flies (Agromyzidae) of California. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. Spec. Publ. 3273: 1-489.
- \_\_\_\_\_ 1983. Leaf mining Agromyzidae (Diptera) in Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 31(1): 41-67.
- \_\_\_\_\_ 1984. The Agromyzidae (Diptera) of Colombia including a new species attacking potato in Bolivia. Rev. Colombiana Ent. 10(1-2): 3-33.
- Spencer, K. A. y C. E. Stegmaier, Jr. 1973. Arthropods of Florida and neighboring lands, Vol. 7. Agromyzidae of Florida with a supplement on species from the Caribbean Florida Dept. Agric. Consumer Serv. Div. Plant Industry, Bureau Ent. Contribution N°. N° 171. 205 p.
- Spencer, K. A. y G. Steyskal. 1986. Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the United States. U.S. Dep. of Agriculture, Agriculture Handbook N°. 638, 478pp.
- Stegmaier, C. E. Jr. 1966. Host plants and parasites of *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Florida (Diptera: Agromyzidae). Fla. Ent. 49(2): 75-86.
- \_\_\_\_\_ 1972. Parasitic Hymenoptera bred from the family Agromyzidae (Diptera) with special reference to South Florida. Fla. Ent. 55(4): 273-282.
- Tauber M. J. y C. A. Tauber. 1968. Biology and leafmining behaviour of *Phytomyza lanati* (Diptera: Agromyzidae) Can. Ent. 100: 341-349.
- Trumble, J. T. y H. Nakakihara. 1983. Occurrence, parasitization and sampling of *Liriomyza* spp. infesting celery in California. Environ. Entomol. 12: 810-814.
- Vélez, R., Madrigal, A. y G. Morales. 1980a. Biología, hábitos y hospedantes del minador del crisantemo.

Rev. Colombiana Ent. 6(1-2): 21-36.

——— 1980b. Reconocimiento de parásitos de minadores (Agromyzidae) en malezas y otras plantas en el oriente antioqueño. Rev. Colombiana Ent. 6(3-4): 99-100.

Zehnder, G. W., Trumble, J. T. White, W. R. 1983. Discrimination of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) using electrophoresis and scanning electron microscopy. Proc. Ent. Soc. Wash. 85(3): 564-574.

Zoebisch, T. G., Schuster, D. J. y J. P. Gilreath. 1984. *Liriomyza trifolii* oviposition and development in foliage of tomato and common weed hosts. Fla. Ent. 67(2): 250-254.

## APPENDICE

REGISTRO DE TEMPERATURAS  
1986

FECHA		TEMP. PROMEDIO	FECHA		TEMP. PROMEDIO
Mes	Día	en Grados Centígrados	Mes	Día	en Grados Centígrados
Enero	9	27.78	Mayo	7	22.22
"	10	28.06	"	8	22.22
"	11	27.22	"	9	21.67
"	12	27.22	"	10	21.67
"	13	27.22	"	11	20.28
"	14	27.22	"	12	21.39
"	15	27.78	"	13	21.39
Enero	16	28.61	Mayo	14	21.95
"	17	28.33	"	15	21.95
"	18	27.78	"	28	21.95
"	19	27.78	"	29	21.95
Enero	20	28.06	"	30	21.95
"	21	28.61	Mayo	31	21.95
"	22	28.33	Junio	1	21.95
"	23	29.17	"	2	21.95
Enero	24	28.61	"	3	21.95
Enero	25	28.33	"	4	21.67
"	26	28.33	"	5	21.95
"	27	28.06	"	6	22.50
"	28	28.06	"	7	23.89
"	29	28.06	Junio	8	23.61
"	30	28.61	"	9	23.61
Enero	31	28.89	"	10	22.50
Feb.	1	28.89	"	11	22.50
Feb.	2	28.61	Junio	12	21.39
"	3	27.78	"	13	21.39
"	4	28.06	"	14	22.50
Feb.	5	26.95	Junio	15	22.50
"	6	26.95	"	16	22.50
"	7	27.50	"	17	22.50
"	8	27.50	"	18	22.78
"	9	28.06	Junio	19	22.22
Feb.	10	28.61	"	20	23.06
"	11	28.33	"	21	22.78
"	12	28.06	"	22	22.78
"	13	28.61	"	23	23.06
Feb.	14	28.33	Junio	24	22.78
Mayo	5	22.22	"	25	22.50
"	6	22.22	"	26	22.50
			"	27	22.50

REGISTRO DE TEMPERATURAS  
1986

Fecha	TEMP. PROMEDIO	Fecha	TEMP. PROMEDIO
Mes Día	en Grados Centígrados		en Grados Centígrados
Julio 1	22.50		
Julio 2	22.50		
Julio 3	22.22		
Julio 4	21.39		
Julio 5	21.39		
Julio 6	21.67		
Julio 7	21.67		
Julio 8	21.67		
Julio 9	21.67		
Julio 10	21.67		
Julio 11	21.67		
Julio 12	21.67		
Julio 13	21.39		
Julio 14	21.39		
Julio 15	21.39		
Julio 16	19.72		
Julio 17	19.72		
Julio 18	20.00		
Julio 19	20.28		
Julio 20	20.28		