

ARTÍCULO CIENTÍFICO

ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA Y CONTROL DEL "MINADOR DE LAS HOJAS DE LOS CÍTRICOS" *Phyllocnistis citrella* STANTON, 1856. (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) ¹

Selva Mayeregger de Salas ²

Percy Salas Pino ³

Mónica Abente ⁴

ABSTRACT

This research was conducted in order to evaluate the biological parameters of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in sweet orange (*Citrus sinensis*) and also to select -within different chemical, biological and physiological insecticides- the most adequate for its control. The biological studies were conducted at the Entomology Division, Plants Protection Department, College of Agriculture of the Universidad Nacional de Asunción. The controlled conditions were of temperature at $25 \pm 5^\circ\text{C}$, relative humidity of $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. Studies related to insecticides' residual power and efficiency were carried out in a greenhouse. *P. citrella's* biological cycle -under these conditions- was completed in 20,5 days with a Pre-oviposition period of $1,9 \pm 0,31$ days, producing a mean average of $40,3 \pm 4,45$ eggs, with a viability of $80,49 \pm 4,7\%$ and an incubation period $4,5 \pm 0,27$ days. The mean for larval duration was $7,91 \pm 0,30$ days, with a viability of $85,7\%$ pupal phase's mean duration was $8,91 \pm 0,38$ days for the males and $8,18 \pm 0,31$ days for females. The best products for control were Agril 320 SC at 1 %. Vertimec 18 CE (Abamectin) 35 ml. + Agril 0,25 % and Confidor 35 SC (Imidacloprid) 50 ml at 93,7 %, 87,5 % and 81,2 %, respectively. These treatments protected the sprouts of sweet orange plants against leaf miner attacks for a period of 30 days.

KEY WORDS: *Phyllocnistis citrella*, Citrus Leaf Miner, Biology, Control, Management.

RESUMEN

Se realizó este trabajo con el objetivo de estudiar los parámetros biológicos de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) en naranjo dulce (*Citrus sinensis*) y por otro lado, seleccionar insecticidas adecuados para su control dentro de diferentes grupos de insecticidas fisiológicos, químicos y biológicos. Los estudios de biología fueron conducidos en el laboratorio de la División de Entomología del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, en condiciones controladas de Temperatura a $25 \pm 5^\circ\text{C}$, Humedad relativa de $70 \pm 10\%$ y Fotofase de 12 horas: los estudios referentes a eficacia y tiempo de acción de los insecticidas fueron realizados en invernadero. El ciclo biológico de *P. citrella* en las condiciones estudiadas fue completado en 20,5 días, con un periodo de pre-oviposición de $1,9 \pm 0,31$ días, colocando en media $40,3 \pm 4,45$ huevos, con una viabilidad de $80,49 \pm 4,7\%$ y un periodo de incubación de $4,5 \pm 0,27$ días. La duración larval en media fue de $7,91 \pm 0,30$ días con una viabilidad de $85,7\%$. La fase pupal duró en media $8,91 \pm 0,38$ días para los machos y $8,18 \pm 0,31$ para las hembras. Los mejores productos para el control fueron: Agril 320 SC al 1 %; Vertimec 18 CE (Abamectin) 35 ml + Agril 0,25% y Confidor 35 SC (Imidacloprid) 50 ml con 93,7%, 87,5% y 81,2%, respectivamente. Estos tratamientos protegieron los brotes de las plantas de naranjo dulce contra el ataque del minador por un lapso de 30 días.

PALABRAS CLAVES: *Phyllocnistis citrella*, Minador de los Cítricos, Biología, Control, Manejo.

¹ Trabajo de investigación financiado por la Dirección de Postgrado y Relaciones Internacionales (DIPRI) de la Universidad Nacional de Asunción.

² Ingeniera Agrónoma, PhD. Profesora del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Casilla de Correos 1618. San Lorenzo-Paraguay. E-mail: bib-agr@sce.cnc.una.py.

³ Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Casilla de Correos 1618. San Lorenzo-Paraguay. E-mail: bib-agr@sce.cnc.una.py.

⁴ Profesional Independiente.

INTRODUCCIÓN

El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton), microlepidóptera de la familia Gracillariidae, es una plaga oriunda del continente asiático, lugar de origen de los cítricos. En ese continente, el minador constituye una plaga secundaria de los cítricos debido a la existencia de controladores biológicos eficientes (HILL, 1987).

Este minador fue introducido en Florida en 1993 y de allí se dispersó a las áreas cítricas de Centro y Sudamérica (GRAVENA, 1994). En el Paraguay fue registrado por primera vez en 1996 y actualmente se encuentra diseminado por todo el territorio nacional, atacando a todas las especies de cítricos. (MAYEREGGER et al., 1997).

En el país, el minador de los cítricos, ocasionó daños muy severos, en las brotaciones de primavera y verano; disminuyó el área foliar de las plantas por atrofia y caída de hojas; redujo la capacidad fotosintética de las hojas por pérdida de clorofila en las hojas minadas persistentes, comprometiendo fuertemente la producción de naranjos, limoneros, mandarinos y pomeleros; así como la producción de Aceite de petit grain.

La elevada intensidad de los daños es también reportada en países donde esta plaga ha sido introducida recientemente (LOURENÇÃO y MULLER, 1994).

La biología de *P. citrella* ha sido estudiada por diversos autores, especialmente por investigadores hindúes y chinos (SINGH, 1984; RADKE y KANDALKAR, 1987; HUANG et al., 1989a; UJIYE, 1990). La tasa de desenvolvimiento es variable de acuerdo con las condiciones climáticas pudiendo presentar de 5 a 13 generaciones por año (PANDEY y PANDEY, 1964; HUANG et al., 1989b; WILSON, 1991). El ciclo de huevo-adulto puede variar de 11 a 33 días de acuerdo con las condiciones de temperatura (RADKE y KANDALKAR, 1987; HUANG et al., 1989a).

El control y, más aún, el manejo del minador es un tema todavía no muy esclarecido en nuestro país así como en otros países productores de cítricos de Europa (GRAVENA, 1994; BATHIA y JOSHI, 1991) y de América (LOURENÇÃO y MULLER, 1994). Los productos químicos más utilizados pertenecen a la clase de los organofosforados no sistémicos y de los piretroides (RADKE y KANDAEKAN, 1990; BATHIA y JOSHI, 1991). Recientemente PRATES et al. (1996) recomendaron la utilización de productos que presentan alguna selectividad como el Diflubenzuron; estos mismos autores, basándose en el

programa de control establecido en los Estados Unidos, recomendaron la utilización de fertilizantes y de irrigación para reducir el periodo de brotación de las plantas; con el surgimiento de poblaciones de *P. citrella* resistentes a los insecticidas químicos, como los piretroides (OHKUBO, 1993), nuevos métodos están siendo estudiados con el objetivo de controlar esta plaga (BATRA et al., 1988; SINGH et al., VERMA, 1989). El uso inadecuado de insecticidas para el control del minador puede acarrear el desequilibrio de otras plagas de los cítricos, empeorando la situación. (OHKUBO, 1993; WILSON, 1991).

Por tales motivos el presente trabajo de investigación ha sido planeado con la finalidad de estudiar la biología y el comportamiento del minador de las hojas de los cítricos; conocimientos que servirán de base para desarrollar estrategias efectivas de manejo de la plaga que permitan mantenerla por debajo del daño económico, sin alterar sustancialmente el manejo de plagas del huerto. También se busca seleccionar, dentro de los grupos de insecticidas fisiológicos, químicos y biológicos, algunos de los más adecuados para el control de la plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios de la biología del minador de las hojas de los cítricos fueron realizados en el laboratorio de la División de Entomología del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Todos los ensayos de laboratorio fueron realizados en condiciones controladas de temperatura a 25 ± 5 °C, humedad relativa de 70 ± 10 % y fotofase de 12 horas.

La criación se inició a partir de hojas de naranjo dulce (*Citrus sinensis*) atacadas con *Phyllocnistis citrella*, traídas del campo experimental del Instituto Agronómico Nacional de Caacupé (IAN). Estas muestras fueron colocadas individualmente en tubos de ensayo de vidrio de 2,5 cm de diámetro y 8,5 cm de alto, tapados con algodón hidrófilo humedecido cada 24 horas con agua destilada para mantener la humedad de las hojas; posteriormente éstas fueron trasladadas a una jaula de acrílico de 26 cm x 35 cm x 35 cm donde permanecieron hasta la emergencia de los adultos.

1 Obtención de huevos

Con la finalidad de estudiar esta fase, fueron separadas 20 parejas de *P. citrella* (en estado de pupa) con la ayuda de un binocular 15x. Cada pareja fue colocada en un tubo de ensayo de vidrio de criación (8,5 cm x 2,5 cm) tapado con algodón en cuyo interior fueron

colocadas hojas tiernas de naranjo dulce, usadas como sustrato de oviposición.

Cada 24 horas fueron retiradas las hojas de los tubos de vidrios y colocadas sobre algodón humedecido con agua destilada en cajas de acrílico transparente de 6 cm de diámetro, realizándose el conteo diario del número de huevos por postura. Durante esta fase fueron determinados también, la viabilidad de los huevos, expresada en porcentaje y el periodo de incubación, en días.

2 Fase Larval

Para el estudio de esta fase fueron utilizadas 50 larvas recién eclosionadas sobre hojas de naranjo dulce. Para tal efecto, se cultivaron plantas de naranjo en macetas con un contenido mínimo 3 hojas tiernas. El estudio se realizó con la ayuda de un binocular 15x de aumento. En esta fase fueron determinadas la duración y el porcentaje de viabilidad larval mediante el número de larvas que pasaron a la fase de pupa.

3 Fase Pupal

Para el estudio de esta fase, fueron utilizadas 100 pupas de *P. citrella* de 1 día (50 pupas machos y 50 pupas hembras). Se estudió la duración de la fase pupal en ambos sexos expresados en días y la viabilidad mediante la emergencia de los adultos que fue medida en porcentaje.

4 Fase Adulta

Los adultos de *P. citrella* fueron separados por sexo, en el estado de pupa. Posteriormente, se colocó una pareja por recipiente de criación alimentándoselas con una solución de miel de abeja al 10 % en un pedazo de algodón que fue sustituido cada 24 horas. Se seleccionaron 10 parejas para estudiar, en forma separada, cada uno de los parámetros siguientes: periodo de pre-oviposición, número de postura, número de huevos por postura, número total de huevos por hembra, longevidad de machos y de hembras.

5 Ensayo con insecticidas

Los experimentos relacionados con la eficacia y con el poder de acción de los diferentes insecticidas fueron desarrollados en condiciones de invernadero.

En este ensayo se testaron productos pertenecientes a insecticidas fisiológicos, químicos y biológicos, presentados en el Cuadro 1. Los insecticidas fueron diluidos en agua, utilizándose las concentraciones recomendadas por los respectivos fabricantes para el cultivo de cítricos (Cuadro 1).

Los tratamientos fueron conformados por el factorial 8 x 2 (8 productos y 2 métodos de aplicación, antes y después de la infestación), estos se muestran en el Cuadro 2. La unidad experimental estuvo constituida por una planta de naranjo en crecimiento por maceta. El diseño experimental usado fue completamente al azar, con 4 repeticiones. La diferencia entre tratamientos fue determinada por la prueba de Tukey.

5.1 Prueba de eficiencia de los productos.

Para realizar la prueba de eficiencia de los productos, fueron pulverizadas las plantas de naranjo dulce que presentaban 6 larvas de *P. citrella* por planta. Los productos utilizados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Insecticidas testados para el control de larvas de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. (Lepidoptera: Gracillariidae) en naranjo dulce (*Citrus sinensis*). FCA/UNA. San Lorenzo, 1997.

Marca comercial	Ingrediente activo	Dosis* (Producto comercial)
Confidor 35 SC	Nitroguanidina	50 ml
Vertimec 18 CE c/Agril	Abamectin	30 ml**
Vertimec 18 CE s/Agril	Abamectin	35 ml
Nomolt 150 SC	Teflubenzurón	40 ml
Alsystin 250 PM	Triflumurón	60 g.
Decis 25 CE c/Agril	Deltametrina	80 ml**
Agril 320 SC	N. dodecill benceno sulfonato de sodio	1 %
Agua	Testigo	--

* Diluidos en 100 litros de agua.

** 250 ml de Agril. (Surfactante)

El avance de las minas fue evaluado a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación mediante un mapeo diario de las hojas, con la ayuda de un binocular. El Testigo, sin aplicación de insecticida fue protegido con una jaula de malla entomológica, para evitar la reinfestación. La eficacia de los productos fue medida en porcentaje de mortalidad.

5.2 Prueba de tiempo de acción

Para este experimento se usaron plantas completamente sanas, sin ningún síntoma de ataque en los brotes, que luego fueron pulverizadas con los insecticidas en estudio. (Cuadro 1). Posteriormente, estas plantas fueron llevadas al campo y colocadas junto a plantas de cítricos fuertemente atacadas por *P. citrella*. El Testigo no fue pulverizado.

La evaluación de la efectividad de los insecticidas se realizó a los 8 - 15 - 30 y 45 días después de la aplicación; se contó el número de hojas atacadas, y se

expresaron los resultados en porcentaje, en relación al número total de hojas tiernas.

Cuadro 2. Tratamientos para el control del minador de hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella*. (Lepidoptera: Gracillariidae). FCA / UNA. San Lorenzo, 1997.

Tratamiento	Producto	Dosis (P.C.)*	Infestación
T ₁	Confidor 35 SC	50 ml	Antes
T ₂	Confidor 35 SC	50 ml	Después
T ₃	Vertimec 18 CE c/Agril	35 ml**	Antes
T ₄	Vertimec 18 CE c/Agril	35 ml**	Después
T ₅	Vertimec 18 CE s/Agril	35 ml	Antes
T ₆	Vertimec 18 CE s/Agril	35 ml	Después
T ₇	Nomolt 150 SC	40 ml	Antes
T ₈	Nomolt 150 SC	40 ml	Después
T ₉	Alsystin 250 PM	60 g.	Antes
T ₁₀	Alsystin 250 PM	60 g.	Después
T ₁₁	Decis 25 CE + Agril	80 ml**	Antes
T ₁₂	Decis 25 CE + Agril	80 ml**	Después
T ₁₃	Agril 320 SC	1 %	Antes
T ₁₄	Agril 320 SC	1 %	Después
T ₁₅	Agua	--	Antes
T ₁₆	Agua	--	Después

* Diluidos en 100 l de agua

** 250 ml de Agril vegetal

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1 Aspectos biológicos de hembras de *Phyllocnistis citrella* alimentadas con hojas de naranjo dulce

1.1 Periodo de pre-oviposición

El periodo de pre-oviposición de 10 hembras de *P. citrella* varía de 1 a 4 días con una media de $1,9 \pm 0,31$ conforme se observa en el Cuadro 3. Este periodo de pre-oviposición es menor que el encontrado en Sadán (Egipto) por BADAWY (1967), y BEATTLE y SMITH (1993) quienes relataron que esta fase varió de 1 a 8 días, estos autores no mencionaron la variedad del cítrico utilizada, la temperatura ni la humedad a que fue sometido el tratamiento.

1.2 Periodo de incubación y viabilidad de los huevos

El periodo de incubación de los huevos provenientes de 10 hembras de *P. citrella* varió de 3 a 6 días con una media de $4,5 \pm 0,27$ (Cuadro 4).

Cuadro 3. Periodo de pre-oviposición y longevidad de hembras y números de posturas de *Phyllocnistis citrella* sobre hojas de naranjo dulce (*Citrus sinensis*) a nivel de laboratorio. Temperatura: $27 \pm 5^\circ\text{C}$, HR: $80 \pm 10\%$ y Fotoperiodo de 12 horas. FCA/UNA, 1997.

Pareja N°	Pre-oviposición (días)	Longevidad	N° de Postura
1	1	4	2
2	2	8	5
3	1	5	2
4	3	10	6
5	1	5	3
6	2	8	2
7	1	9	5
8	2	12	8
9	4	15	7
10	2	11	6
Media	$1,9 \pm 0,31$	$8,7 \pm 1,13$	$4,6 \pm 0,71$
s - 1	0,99	3,5	2,2
CV (%)	52,11	40,23	47,83

Cuadro 4. Periodo de incubación, número total y viabilidad de huevos de *Phyllocnistis citrella* en naranjo dulce (*Citrus sinensis*). Temp: $27 \pm 5^\circ\text{C}$, HR: $80 \pm 10\%$ y Fotoperiodo de 12 horas. FCA/UNA, 1997.

Hembra N°	N° total de huevos (m)	Periodo de Incubación (días)	Viabilidad (%)
1	25	3	92
2	41	5	92
3	18	4	100
4	56	6	80,3
5	30	5	76,6
6	29	4	100
7	48	5	62,5
8	56	5	67,8
9	52	4	69,2
10	48	4	64,5
Media	$40,3 \pm 4,45$	$4,5 \pm 0,27$	$80,49 \pm 4,7$
Desvio	13,80	0,84	14,56
CV (%)	34,24	18,66	18,08

Este resultado es diferente a los reportados por FERNANDEZ (1997); PANDEY (1964); BEATTLE y SMITH (1993) quienes obtuvieron en media 7 días oscilando entre 2 y 10 días, y también los de SMITH y HOY (1995) que osciló entre 1 y 10 días. El periodo de preoviposición es también menor que los encontrados por GRAVENA (1994), KNAPP et al. (1994), y HEPPNER (1993), cuya media fue de 6 días.

El porcentaje de viabilidad de los huevos fue alto, 80,5 % (Cuadro 3). Se observó que los huevos recién ovipositados son convexos y transparentes parecidos a una gota de rocío y a medida que avanza la incubación se vuelven de color crema, en cuanto a preferencia de oviposición, las posturas las realizan preferentemente a

lo largo de la nervadura principal y secundarias tanto en el haz como en el envés de la hoja, esta observación concuerda con las reportadas por COSTA (1997); KNAPP et al. (1994); FERNANDEZ (1997); BADAWY (1964).

Una pequeña cantidad de huevos y en forma aislada fue encontrada un día después del apareamiento, el número de oviposición y el número de huevos por oviposición aumentaron considerablemente al segundo y tercer días como se observa en el Cuadro 5. Estos resultados concuerdan con los trabajos realizados en España por SERRANO et al. (1996). La distribución de los huevos por oviposición y por hembra se observan en el mismo Cuadro 5.

Cuadro 5. Número de posturas y número total de huevos de *Phyllocnistis citrella* a nivel de laboratorio. Temp. 27 ± 5 , HR: $80 \pm 10\%$, Fotoperiodo de 12 horas. FCA/UNA, 1997.

Hembra Nº	Preferencia * Oviposición	Número de Posturas								Total Postura	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	E	-	7	18	-	-	-	-	-	2	25
2	H	1	8	12	19	1	-	-	-	5	41
3	E	-	15	3	-	-	-	-	-	2	18
4	E	3	18	25	4	5	1	-	-	6	56
5	E	1	10	19	-	-	-	-	-	3	30
6	H	1	28	-	-	-	-	-	-	2	29
7	E y H	-	10	15	10	12	1	-	-	5	48
8	H y E	1	18	20	5	8	2	1	1	8	56
9	H y E	1	10	15	8	9	7	2	-	7	52
10	E	1	15	9	10	7	6	-	-	6	48

* E: Envés	Media:	4,6 ± 0,71	40,30
H: Haz	Desvío:	2,2	13,80
	CV (%):	47,83	34,24

1.3 Número de postura

La media de oviposición obtenida en este experimento fue de $4,6 \pm 0,71$ posturas con un mínimo de 2 y un máximo de 8. La distribución de los huevos por hembra y por postura se observa en el Cuadro 5. La media por postura fue de $8,55 \pm 0,68$ huevos. El número total de huevos por hembra, en media, fue de $40,3 \pm 4,45$ con una mínima de 18 y una máxima de 56 huevos (Cuadro 6).

Los datos de postura, número de huevos por hembra y número total de huevos son similares a los encontrados por BEATTLE y SMITH (1993) quienes registraron

una media de 40 huevos, con 20 y 40 como mínima y máxima respectivamente. Por otro lado, COSTA (1997) obtuvo una media de 48 huevos oscilando entre 36 y 72.

La explicación para estas diferencias en la fecundidad puede estar relacionada a las condiciones climáticas del lugar, debido a los requerimientos térmicos de esta especie.

1.4 Duración, viabilidad larval y pupal

La duración de la fase larval de *P. citrella* fue en media de $7,9 \pm 0,30$ días para 50 individuos observados,

variando de 7 a 10 días, con una viabilidad de 85,7 % conforme se observa en el Cuadro 7.

En la Figura 1 se observan los síntomas o minas causadas por las larvas y en la Figura 2, aspectos y posiciones de las larvas.

Cuadro 6. Algunos aspectos biológicos de hembras de *Phyllocnistis citrella* a nivel de laboratorio. Temperatura 27 ± 5 °C, HR: 80 ± 10 % y Fotofase 12 horas.

Hembra N°	N° de huevos/Postura (media)	N° total de huevos/Hembra	Viabilidad (%)
1	12.5	25	92.0
2	8.2	41	92.6
3	9	18	100
4	9.3	56	80.3
5	10	30	76.6
6	4.5	29	100
7	9.6	48	62.5
8	7	56	67.8
9	7.4	52	69.2
10	8	48	64.5
Media	8.55 \pm 0.68	40.30 \pm 4.45	80.55
δ - 1	2.11	13.80	14.62
CV(%)	24.68	34.24	18.15

Las diferencias en la duración larval encontradas por numerosos investigadores son debidas a las condiciones climáticas en las que fueron realizados los estudios. Está demostrado que a altas temperaturas (30 - 35 °C) y a alta humedad relativa (85 - 90 %) se acorta el periodo larval como lo reporta HEPPNER (1993). En Brasil, GRAVENA (1996) reporta una media de 5 días coincidiendo con SMITH y HOY (1995) quienes encontraron en Florida, una duración larval de 5 y 20 días en los meses de verano e invierno respectivamente.

La fase pupal, del minador de las hojas de los cítricos, duró en media $8,91 \pm 0,38$ días para los machos y de $8,18 \pm 0,31$ variando de 7 a 10 días para las hembras. SMITH y HOY, (1995) encontraron una variación en la duración pupal entre 2 a 22 días sin mencionar las condiciones climáticas.

En la Figura 3 se observan las diferencias morfológicas existentes entre las pupas de machos y hembras de *P. citrella*. En la Figura 4 se observa la preferencia que presenta esta plaga para pasar la fase pupal.



Figura 1. Síntomas causados por las larvas de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). FCA-UNA. 1997.

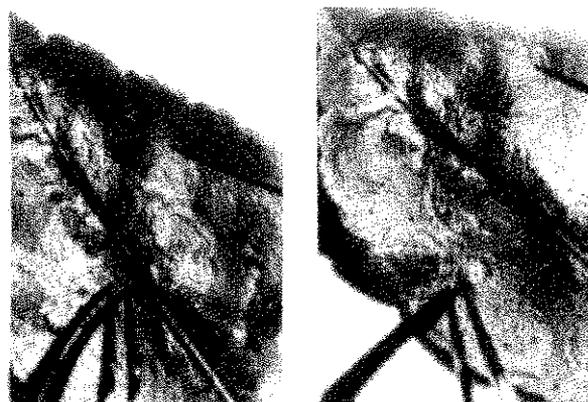


Figura 2. Larvas de *Phyllocnistis citrella* dentro de la hoja de Naranja dulce. FCA-UNA. 1997.

El porcentaje de viabilidad pupal encontrado en este experimento fue de 75% como se observa en el Cuadro 8.

1.5 Longevidad de machos y hembras

La longevidad media de 10 hembras de *P. citrella* fue de $9,80 \pm 1,13$ días, variando de 5 a 16 días; en tanto que, la longevidad media de los machos fue de $7,80 \pm 0,42$ días, variando de 6 a 10 días como se observa en el Cuadro 9.

Estos resultados son similares a los obtenidos por GRAVENA (1996) que oscilan entre 2 y 12 días.

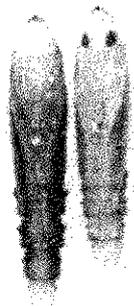


Figura 3. Diferencia morfológica de Pupas macho (derecha) y hembra (izquierda) de *Phyllocnistis citrella*. (Lepidoptera: Gracillariidae). FCA-UNA. 1997.

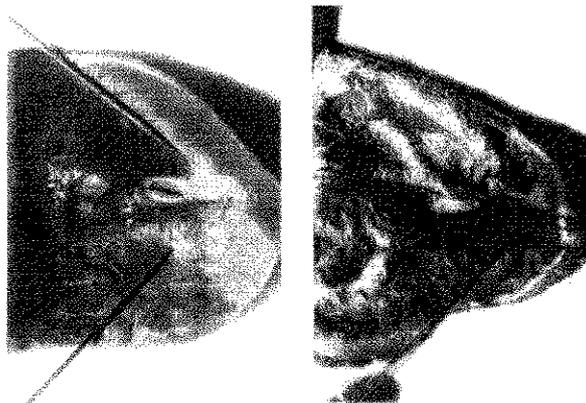


Figura 4. Ubicación de la pupa de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) en la hoja de naranjo dulce. FCA-UNA. 1997.

Las medias de longevidad obtenidas en este experimento (7,8 para machos y 9,8 para hembras) son relativamente altas comparadas con las medias obtenidas por HERPPER (1993) en Florida que oscila entre 1 - 5 días, esta diferencia puede ser debida a que este estudio fue realizado en condiciones diferentes de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo controlado y principalmente al sustrato alimentario ofrecido, entre otros factores.

En la Figura 5 se observan las diferencias morfológicas de *P. citrella* en la fase adulta.

Cuadro 8. Duración y viabilidad pupal de machos y hembras de *Phyllocnistis citrella* en naranjo dulce a nivel de laboratorio. Temperatura 25 ± 5 , HR: 70 ± 10 , Fotoperiodo 12 horas. FCA/UNA, 1997.

Pupa número	Duración (días)	
	Machos	Hembras
1	8	7
2	8	8
3	9	9
4	8	10
5	10	8
6	7	9
7	9	8
8	9	7
9	17	8
10	10	9
..
..
50	9	7
Media	$8,91 \pm 0,38$	$8,18 \pm 0,31$
$\delta - 1$	1,19	0,98
CV (%)	13,37	11,98
Viabilidad:	75 %	

Cuadro 9. Longevidad de machos y hembras de *Phyllocnistis citrella* criadas sobre naranjo (*Citrus sinensis*) a nivel de laboratorio. Temperatura 25 ± 5 , HR: 70 ± 10 , Fotoperiodo: 12 horas. FCA-UNA, 1997.

Pareja número	Machos	Hembras
1	8	5
2	7	8
3	8	7
4	7	11
5	6	7
6	6	9
7	9	9
8	10	15
9	9	16
10	8	11
Media	$7,80 \pm 0,42$	$9,80 \pm 1,13$
$\delta - 1$	1,31	3,52
CV (%)	16,80	36

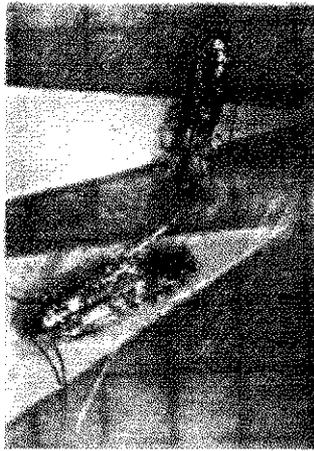


Figura 5. Adultos de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). Temperatura 25 ±5, HR: 70 ±10, Fotoperiodo: 12 horas. FCA-UNA, 1997.

1.6 Duración del ciclo biológico

En esta investigación, el ciclo biológico de *P. citrella* en las condiciones estudiadas fue completado en 20,5 días, resultados similares fueron conseguidos en Florida por SMITH y HOY (1995) oscilando entre 14 y 17 días en los meses de verano, sin embargo para las condiciones de Japón osciló entre 6 - 10 días CLAUSEN (1931) citado por HEPPNER (1993); en el norte de India osciló entre 9 - 13 días, en el sur de India, 10 días (PANDEY y PANDEY, 1964) y en China 15 días (KNAPP et al., 1994; SPONGEL y DIAZ, 1994).

2 Insecticidas

2.1 Prueba de eficacia de los productos

Los daños causados por las larvas se pueden apreciar en la Figura 1 y los efectos secundarios, como cancrrosis y verrugosis, en la Figura 6. Estudios realizados en la India comprobaron el potencial destructivo del minador aliado al cancro cítrico (SOHI et al., 1968; NACIMIENTO, 1998).

En el Cuadro 10 se presentan los resultados de mortalidad, causada por la acción directa de los diferentes insecticidas en la fase larval. A las 24 horas después de la aplicación, se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, Vertimec + Agril, Agril solo, controlaron 100% a las larvas, en tanto que los insecticidas fisiológicos Teflubenzuron y Triflumuron presentaron bajo porcentaje de control (12,4 % y 20,8 % respectivamente) como era de esperar porque estos productos actúan solamente en el

momento de la ecdise. Sin embargo, a medida que transcurrían las horas, la eficacia de los productos aumentaron y 72 horas después de la aplicación, todos los tratamientos presentaron un alto porcentaje de control entre 90 y 100 %. Resultados semejantes fueron obtenidos por RAGA et al., (1998) usando Lufemuron, otro regulador de crecimiento en tanger murcote a nivel de campo, redujo significativamente el número de larvas y pupas de *P. citrella* a las 72 horas después de su aplicación.

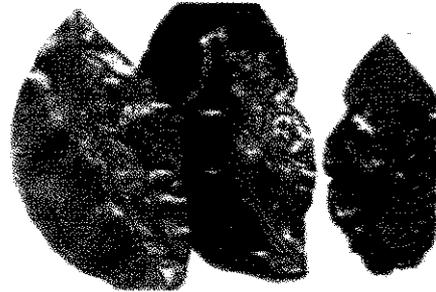


Figura 6. Síntomas de cancrrosis y verrugosis (Efectos secundarios) después del ataque de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). FCA-UNA, 1997.

Cuadro 10. Porcentaje de mortalidad de larvas de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) 72 horas después de la aplicación. Facultad Ciencias Agrarias. San Lorenzo. Paraguay, 1997.

Tratamientos	Porcentaje de Mortalidad (*)		
	24	48	72
Nomolt	12,4 cd	70,8 bc	95,8 a
Alsystin	20,8 c	66,6 c	91,6 a
Decis + Agril	87,4 b	91,6 ab	100 a
Vertimec + Agril	100 a	100 a	100 a
Vertimec	83,3 b	91,6 ab	95,8 a
Confidor	91,6 ab	95,8 a	95,8 a
Agril	100 a	100 a	100 a
Testigo	0 d	0 d	0 b

* Medias seguidas por la misma letra en las columnas, no difieren significativamente entre si según el test de Tukey, al 5% de probabilidad.

Estos resultados también confirman los trabajos realizados por PEÑA y DUNCAN (1993) y KNAPP et al., (1993) en Florida (Estados Unidos) usando Vertimec, igualmente por GARIJO y GARCIA (1994) en España y por ZHANG et al., (1994) usando reguladores de crecimiento, en China y Australia con resultados similares.

2.2 Tiempo de acción de los insecticidas

De acuerdo al Cuadro 11 se puede constatar que, 8 días después de la aplicación, todos los productos ejercieron un alto porcentaje de control de las larvas de *P. citrella*.

Cuadro 11. Tiempo de protección de los diferentes grupos de insecticidas al ataque de *Phyllocnistis citrella* en la planta de Naranja dulce (*Citrus sinensis*). FCA - SL. Paraguay, 1997.

Tratamientos	Porcentaje de control a los días (*)			
	8	15	30	45
Nomolt	100 a	100 a	0 d	0 b
Alsystin	100 a	31,2 b	18,7 cd	0 b
Decis + Agril	100 a	87,5 a	31,2 cd	0 b
Vertimec + Agril	100 a	93,7 a	87,5 ab	31,2 ab
Vertimec	100 a	93,7 a	50,0 bc	0 b
Confidor	100 a	100 a	81,2 ab	6,2 b
Agril	100 a	100 a	93,7 a	56,2 a
Testigo	0 b	0 b	0 d	0 b

* Medias seguidas de la misma letra en las columnas no difieren significativamente entre sí, según el test de Tukey, al 5 % de probabilidad.

A los 15 días después de la aplicación todos los productos mantuvieron un alto porcentaje de control a excepción del Alsystin que decayó a 31,2 %.

A los 30 días, solo los tratamientos con Vertimec + Agril, Confidor y Agril presentaron buena protección contra el minador: con 87,5%, 81,2% y 93,7% respectivamente, pero solamente el tratamiento con Agril presentó aún 56,2% de control, 45 días después de la aplicación. Estos resultados indican que la presencia de Agril en la hoja actúa como repelente a la oviposición cuando, comparado con el testigo que estaba fuertemente atacado, KNAPP et al. (1994); PEÑA y DUNCAN (1993), utilizaron Vertimec y Confidor para el control del minador en el limón rugoso, cuyos resultados fueron similares.

CONCLUSIONES

1 Biología de *P. citrella* sobre naranja dulce a nivel de laboratorio

El periodo de pre-oviposición fue de $1,9 \pm 0,31$ días colocando $40,3 \pm 4,45$ huevos, con una viabilidad de 80 % y un periodo de incubación de $4,5 \pm 0,27$ días. La longevidad de los machos fue de $7,80 \pm 0,42$ días y de las hembras $9,8 \pm 1,13$ días.

La duración de la fase larval fue de $7,91 \pm 0,30$ días con una viabilidad de 85,7 %. La fase pupal para los

machos fue de $8,91 \pm 0,38$ días y para las hembras $8,18 \pm 0,31$ con una viabilidad media de 75 %.

2 Control y tiempo de acción de los insecticidas estudiados

Todos los insecticidas testados presentaron alto porcentaje de control de este insecto 72 horas después de su aplicación.

Los resultados del tiempo de acción en esta investigación mostraron que todos los insecticidas 8 y 15 días después de la aplicación protegieron a la planta del ataque del minador, a excepción del Triflumurón.

Los productos Abamectin + Agril; Imidacloprid y Agril mineral protegieron a la planta de Naranja dulce por 30 días contra el ataque de *P. citrella*. De los compuestos evaluados solamente el Agril protegió a la planta por 45 días.

LITERATURA CITADA

- BADAWY, A. 1967. The morphology and biology of *Phyllocnistis citrella* stt., a citrus leafmines in the Sudan. Bull. Soc. Entomol. Egypte 11:95 - 103.
- BATHIA, K.N.; JOSHI, R.K. 1991. Efficacy of insecticidal treatments in the control of citrus leafminer on kinnow seedlings in the nursery. Madras Agricultural Journal, 78: 1-4. Apud Review of Agricultural Entomology, 081 -08067, 1993.
- BATRA, R.C.; SANDHU, G.S.; SHARMA, S.C.; RAGHBIR, S. 1988. Biology of citrus leafminer on some citrus roostocks and it relationship with abiotic factors. Punjab Horticultural Journal, 28: 30-35. Apud Review of Agricultural Entomology, 079-09970, 1991.
- BEATTLE, G.A.C.; SMITH, D. 1993. Citrus leafminer. Agfact H₂ AE. 4, second ed. NSW. Agriculture.
- BEINGOLEA, O.G. 1981. Plagas de los cítricos In: Segundo curso intensivo de control integrado de plagas y enfermedades agrícolas. Lima, Perú, CIP-AID. V 3. Fascículo 45.
- COSTA, A. 1997. España (Internet) . " A.Costa " <fletan@redestb.es>
- FERNANDEZ, J.A. 1997. El minador de las hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stt. Tucumán, Argentina. Extensión Rural la Granja. Agosto.

- GARIJO, C.; GARCIA, J. 1994. Minador de la hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stt. Phytoma, España. 58 (4): 220-223.
- GRAVENA, S. 1994. Minador das folhas dos cítricos: A mais nova ameaça da citricultura brasileira. Laranja, Brasil. 15(2): 137 - 403.
- HEPPNER, J.B. 1993. Citrus leaf miner (CLM) *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). Florida Entomology. 78:134-136.
- HILL, D. 1987. Agricultural insect pest of temperate regions and control. Cambridge. University of Florida Press, 623 p.
- HUANG, M.D.; CHANG, C.X.; LI, S.X.; MAI, X.H.; THAN, W.C.; SZETU, J. 1989a. Studies on annual population dynamics and control strategy of the Citrus leafminer, p. 63-75. In: Studies on the integrated management of Citrus insect pest. Guangdong, Academic Book & Periodical Press. Apud Review of Agricultural Entomology, 080-04451, 1992.
- HUANG, M.D.; DHENG, C.X.; LI, S.X.; MAI, X.H.; THAN, W.C.; SZETU, J. 1989b. Studies on annual population dynamics and control strategy of the Citrus leafminer. Acta Entomologica Sinica, 32: 58-67. Apud Review of Agricultural Entomology, 080-02721, 1992.
- KNAPP, J.; PENA, J.; SATNSLY, P.; HEPPNER; YANG, Y. 1994. The citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, a new pest of citrus in Florida. University of Florida.
- LOURENÇÃO, A.; MULLER, G. 1994. Minador das folhas dos cítricos: Plaga exótica potencialmente importante para a citricultura brasileira. Laranja, 15(2): 405 - 412.
- MAYEREGGER, S.; SALAS, P.; ABENTE, M. 1997. Estudio de la biología del minador de las hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. (Lepidoptera: Gracillariidae) en naranjo dulce (*Citrus sinensis* Osbeck) y su control. Asunción, Paraguay, DIPRI-UNA. 78 p.
- NACIMIENTO, F.M.; SILVA, L.C.; SOUZA, S.C.; CASSINO, C.R. 1998. In: Congreso Brasileiro de Entomología (17, 1998. Río de Janeiro, Bra.). Resumos; Rio de Janeiro. Agosto, p. 7
- OHKUBO, N. 1993. Occurrence and control of pyrethroid-resistant citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton in Nagasaki Prefecture. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu, Madres Agricultural Journal, 39: 131-133. Apud Review of Agricultural Entomology, 082-03518, 1994
- PANDEY, N.D.; PANDEY, Y.D. 1964. Bionomics of *Phyllocnistis citrella* Stt (Lepidoptera: Gracillariidae) Indian Journal Entomology. 26: 417 - 422.
- PENA, J.; DUNCAN, R. 1993. Control of the citrus in South Florida. Horticultural Science. 106: 45 - 51.
- PRATES, H.S.; NAKANO, O.; GRAVENA, S. 1996. A "minadora das folhas de cítricos" *Phyllocnistis citrella* - Stainton, 1856. Campinas, CATI. 3 p (Comunicado Técnico, 129).
- RADKE, S.G.; KANDAIEKAN, H.G. 1990. Chemical control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Indian Journal of Entomology, 52: 397-400.
- RADKE, S.G.; KANDALKAR, H.G. 1987. Bionomics of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). PKV Research Journal, 11: 91-92. Apud Review of Agricultural Entomology, 078-02757, 1990.
- RAGA, A.; BREDA, J.M.; SOUZA, M.I. 1998. Acción de insecticidas sobre *Phyllocnistis citrella* en Tangor Murcote. In: XVII CONGRESO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGÍA - RESUMOS; Rio de Janeiro. Agosto, p. 473
- SERRANO, C.; CAPILLA, M.A.; FRANCH, J.J.; RIPOLLES, J.L.; MAZZINI, M.C.; MONTON, E.; VERCHER, R.; GARRO, R.; COSTA COMELLES, J.; GARCIA MARI, F. 1996. Metodología para cría del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella*. Levante Agrícola/ 4º Trimestre.
- SINGH, B.P. 1984. Studies on the bionomics and control of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton. Pesticides, 18: 46-50.
- SINGH, S.P.; RAO, N.S.; KUMAR, K.K.; BHUMANNANAVAR, B.S. 1988. Field screenig of citrus germplasm against the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton. Indian Journal of Entomology, 50: 69-75.
- SOHI, G.A.S.; SANDHU, M.S. 1968. Relationship between citrus leaf-miner (*Phyllocnistis citrella*) injury and citrus canker (*Xanthomonas citri*) incidence on citrus leave. J. Res. Punjab. Agric. Univ. 5:66-69.

- SMITH, J.M.; HOY, M.A. 1995. Rearing methods for *Ageaspinus citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Cirrospilus quadristriatus* (Hymenoptera: Eulophidae) release in a classical Biological control program for the citrus leaf miner *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). Florida. Entomology. dec., 78(4).
- SPONAGEL, K; DIAZ, F. 1994. El minador de hojas de los cítricos *P. citrella*. Un insecto plaga de importancia económica en la citricultura de Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 37 p.
- UJIYE, T. 1990. Studies on the utilization of a sex attractant of the citrus leaf miner moth, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae). I. Analysis of seasonal population trends and some behavioural characteristics of the male moth by the use of synthetic sex attractants in the field. Bulletin of the Fujit Tree Research Station, n° 18. p. 19-46. Apud Review of Agricultural Entomology, 079-07829, 1991.
- VERMA, R.R. 1989. Studies on the tolerance of species and varieties of citrus leaf-miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton. Agricultural Science Digest Kamal, 9: 31-33. Apud Review of Agricultural Entomology, 080-01348, 1992.
- WILSON, C.G. 1991. Notes on *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae) attacking four citrus varieties in Darwin. Journal of the Australian Entomological Society, 30 77-78
- ZHANG, A ; O'LEARY, C.; WARLES, W. 1994. Chinese IPM for citrus leafminer IPM. Practioner, Estados Unidos. 16 (8): 10 - 13.