

Hibernación y ciclo biológico del minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en condiciones de campo

C. MARGAIX, R. HINAREJOS y A. GARRIDO

En el presente trabajo se ha estudiado el ciclo biológico del minador en condiciones de campo durante los años 1997-1999. Se determinó la duración del desarrollo embrionario, del estado larvario y del estado de crisálida en cada uno de los ciclos. Para ello se utilizaron plantas de naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.), dispuestas en macetas individuales, que fueron introducidas en unas jaulas situadas en la finca experimental del IVIA. Mediante termohidrógrafos, se midió la temperatura y humedad relativa en el interior de las mismas a lo largo de todo el ensayo.

Los resultados señalaron que el minador fue capaz de desarrollarse durante todo el año. En los meses más fríos y con el descenso de las temperaturas, la duración del ciclo se prolongó, alcanzando un valor máximo de 98 días, sin embargo, en el verano, un ciclo pudo completarse en tan sólo 13 días. Durante los dos primeros años, se obtuvieron 11 ciclos evolutivos al año, lo cual puso de manifiesto el elevado potencial biológico que presenta el insecto.

C. MARGAIX, R. HINAREJOS y A. GARRIDO: Departamento de Protección Vegetal y Biotecnología. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Crta. Moncada - Náquera. Km 5. 46113 Moncada. Valencia.

Palabras clave: *Phyllocnistis citrella*, biología, temperatura, hibernación.

INTRODUCCIÓN

En los estudios realizados sobre minador se indica que la temperatura es uno de los factores más influyentes en todos sus parámetros biológicos. En condiciones de campo, la dinámica poblacional del insecto a lo largo del año está determinada en gran medida por este factor, las generaciones de otoño y verano tienen un ciclo más corto que las de primavera e invierno. Incluso las bajas temperaturas de invierno son consideradas como un importante factor de mortalidad en las generaciones de invierno y primavera (TAN y HUANG, 1996). Según PATEL *et al.* (1994), la cantidad de larvas de minador fue elevada cuando la temperatura mínima fue mayor de

18°C, sin embargo, a temperaturas invernales inferiores a dicha temperatura, las poblaciones se mantuvieron a niveles bajos.

Según GARRIDO y TOMÁS (1995), observaciones en campo en diferentes regiones españolas pusieron de manifiesto el efecto de los vientos cálidos y calientes, acompañados con humedades relativas bajas, sobre la mortalidad y desecación de huevos de *P. citrella*. También es de destacar la incidencia de la radiación solar sobre la superficie foliar provocando mortalidad de larvas de minador de segundo y tercer estadios causada por el aumento de la temperatura en el interior de las galerías y la condensación de agua, dando como resultado una reducción poblacional en el haz con respecto a la población existente

en el envés (GARRIDO y GASCÓN, 1995). Resultados similares obtuvo ALIAGA (1996) según el cual este ascenso de la temperatura en el interior de las galerías provocó mayor mortalidad de larvas de primera edad y precrisálidas en el haz que en el envés.

La dinámica poblacional a lo largo del año queda determinada por el tipo de brotación y el nivel de plaga, factores que a su vez dependen de la climatología y la variedad de cada parcela. En general, la población disminuye durante el invierno, bien por no disponer las mariposas de suficiente material para realizar la puesta, bien por alargarse el ciclo, o por mortalidades tanto naturales como provocadas por el parasitismo, llegando a la brotación de primavera con una población mermada que empezará a detectarse a partir de mayo y junio, incrementándose a medida que las temperaturas aumenten a lo largo del verano y disminuya la duración del ciclo. La brotación de verano, menos notable que la anterior, servirá para aumentar los niveles de plaga, de manera que la brotación de agosto coincide con una densidad de población elevada que provocará los daños más importantes (GARRIDO, 1995; GARCÍA MARÍ *et al.*, 1997).

La misma dinámica se presenta en otros países, como por ejemplo, China, donde TAN y HUANG (1996) señalaron que la aparición del minador sucedía regularmente a partir de finales de marzo y principios de abril, cuando empezaban a desarrollarse los primeros brotes. Entonces la población tenía niveles muy bajos pero iban aumentando progresivamente, alcanzando índices considerables en junio. En julio, las poblaciones disminuían a consecuencia de las altas temperaturas y el parasitismo, pero aumentaban a partir de agosto y principios de septiembre, causando los daños más importantes debido a la gran disponibilidad de brotes. Transcurrido el mes de noviembre, la población decrecía llegando a densidades muy bajas en diciembre y enero.

Según PATEL *et al.* (1994), estudios realizados durante dos años en la India, demostraron que el minador estuvo activo durante



Fig. 1. - Plantas de naranja amago de 5-6 meses de edad con termohidrógrafo, situadas en la jaula utilizada para el estudio del número de ciclos evolutivos al año.

todo el año, presentando sus máximos poblacionales durante los meses de julio y agosto. Durante los meses de febrero a marzo, aunque existían brotes receptivos al ataque del minador, las poblaciones eran inferiores, debido, entre otros factores, a unas condiciones de humedad baja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las experiencias se desarrollaron en la finca experimental del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) en Moncada, cuyas coordenadas son 39° 30' N, 0° 24' E, y su altitud de 68 metros sobre el nivel del mar.

Desde septiembre de 1997 hasta julio de 1999 se realizó un seguimiento del ciclo biológico del minador en condiciones de campo, con el fin de determinar el número de ciclos evolutivos al año que presenta el insecto en nuestras condiciones climatológicas. Para ello se dispuso de una jaula de dimensiones:

Cuadro 1. - Ciclos evolutivos al año: C: número de ciclos evolutivos. Período en el que transcurre cada uno de los ciclos. N: número de individuos. Duración del estado de huevo, larvario, crisálida y ciclo total en condiciones de campo.

| C | Período | N | Huevo | Larva | Crisálida | Total |
|----|---------------------|----|-------|-------|-----------|-------|
| 1 | 28-8-97 / 13-9-97 | 60 | 3 | 6 | 8 | 17 |
| 2 | 15-9-97 / 8-10-97 | 75 | 4 | 9 | 11 | 24 |
| 3 | 9-10-97 / 2-11-97 | 65 | 5 | 7 | 13 | 25 |
| 4 | 4-11-97 / 9-2-98 | 73 | 25 | 28 | 45 | 98 |
| 5 | 11-2-98 / 12-4-98 | 68 | 20 | 21 | 20 | 61 |
| 6 | 14-4-98 / 19-5-98 | 70 | 8 | 12 | 16 | 36 |
| 7 | 21-5-98 / 13-6-98 | 65 | 5 | 8 | 10 | 23 |
| 8 | 14-6-98 / 4-7-98 | 68 | 4 | 8 | 9 | 21 |
| 9 | 5-7-98 / 22-7-98 | 63 | 3 | 7 | 8 | 18 |
| 10 | 23-7-98 / 9-8-98 | 64 | 3 | 5 | 10 | 18 |
| 11 | 10-8-98 / 31-8-98 | 68 | 3 | 7 | 11 | 21 |
| 1 | 1-9-98 / 21-9-98 | 70 | 3 | 7 | 11 | 21 |
| 2 | 22-9-98 / 23-10-98 | 72 | 6 | 11 | 15 | 32 |
| 3 | 26-10-98 / 30-12-98 | 65 | 6 | 11 | 50 | 67 |
| 4 | 19-1-99 / 4-4-99 | 62 | 10 | 30 | 30 | 70 |
| 5 | 7-4-99 / 17-5-99 | 81 | 6 | 14 | 14 | 34 |
| 6 | 17-5-99 / 13-6-99 | 92 | 4 | 10 | 10 | 24 |
| 7 | 25-6-99 / 12-7-99 | 73 | 4 | 6 | 6 | 16 |

1.08 x 1.08 m de base y 1.6 cm de altura, con aristas de madera y laterales de malla metálica anti-insectos de 1.2 mm de apertura, recubiertas interiormente con tela de muselina.

El ciclo se desarrolló en plantas de naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.) de 5-6 meses puestas en macetas de 9 cm de diámetro y 7 cm de altura, con una o dos hojas receptoras a la puesta, es decir, con una longitud comprendida entre 5 y 35 mm (GARRIDO y GASCON, 1995).

Se dispuso de una cría continua de minador realizada según la metodología descrita por URBANEJA *et al.*, 1998.

Para el inicio de la experiencia, entre 15 y 20 plantas permanecieron en el compartimento de cría de minador durante un día, tras el cual se comprobó la existencia de huevos de minador examinando haz y envés de las hojas receptoras a través del binocular estereoscópico. En cada una de las plantas se dejaron dos huevos en el haz y dos en el envés, como máximo.

Las plantas infestadas se pusieron en el interior de la jaula descrita, se controló diariamente la evolución del ciclo, distinguiendo entre estado de huevo, estado larvario (incluida la precrisálida) y crisálida. Se consideró el paso de una fase evolutiva a otra cuando el 50% de los individuos hubiesen superado el estado anterior. En cada uno de los ciclos se controlaron entre 60 y 70 individuos.

Una vez finalizado el primer ciclo y emergidos los adultos, se introdujeron nuevas plantas con el fin de iniciar el segundo. Se dispuso de alimentación para los adultos, a base de una solución de miel y agua (1:3) en un bote para análisis de 50 ml provisto de una mecha absorbente. En caso de no obtener puesta en el interior del compartimento, se infestaron las plantas en las crías continuas de minador permaneciendo en las mismas durante un día, tras el cual se pasaron las plantas a la jaula del campo.

Se controló la temperatura y humedad relativa en el interior de la jaula utilizando un

Cuadro 2. - Integrales térmicas calculadas en campo.* media \pm intervalo de variación al 95%

| | Huevo* | Larvario* | Crisálida* | Total* |
|----------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| En campo | 36.78 \pm 6.11 | 127.20 \pm 8.96 | 127.33 \pm 11.56 | 291.31 \pm 11.56 |

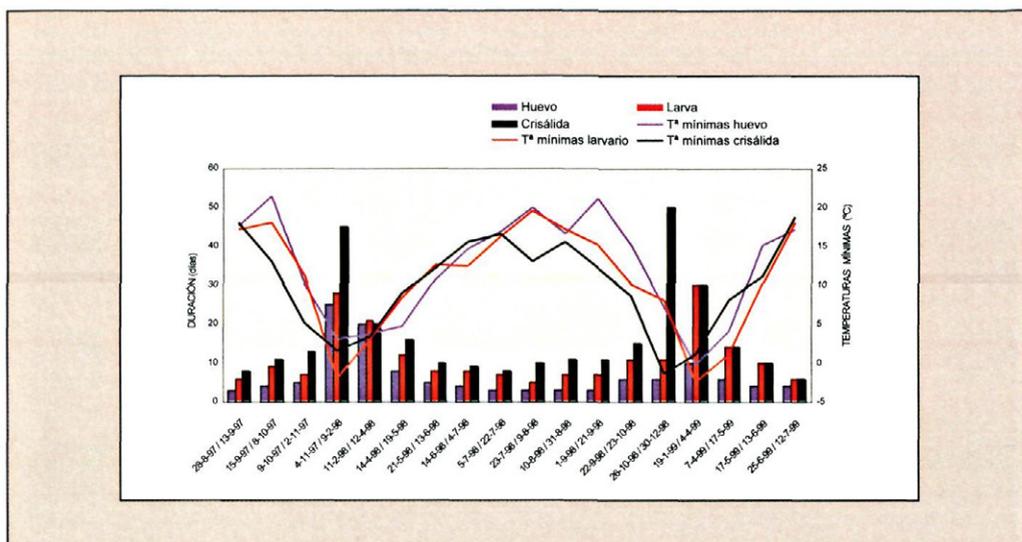


Fig. 2. - Relación entre la duración de los estados de huevo, larvario y crisálida en cada una de los ciclos y las temperaturas mínimas.

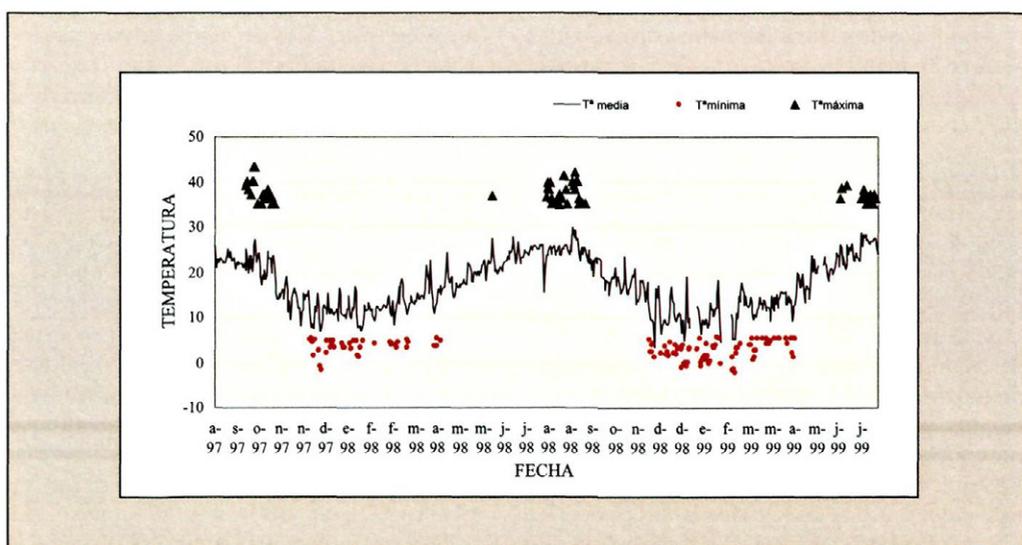


Fig. 3. - Temperaturas medias, mínimas y máximas en el estudio del número de ciclos evolutivos al año.

termohidrógrafo y un dispositivo automático a lo largo de la duración del ensayo.

Cálculo de integrales térmicas en campo

Se realizó el cálculo de las integrales térmicas de cada fase evolutiva en cada una de las generaciones obtenidas y se obtuvo la media de todos los valores calculados. Para ello se utilizó el método de las temperatura media:

$$GD = (TMIN-TMAX)/2 - \text{Umbral inferior (DENT y WALTON, 1997)}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Número de ciclos evolutivos al año

La duración de cada uno de los ciclos evolutivos se puede observar en el cuadro 1, indicándose para cada una de ellas: la duración del estado de huevo, larvario y crisálida, así como la duración del ciclo total. Como indican los resultados desde el 28-8-97, que inició la experiencia, al 31-8-98 se produjeron 11 ciclos. Posteriormente y hasta julio del 99 se produjeron 7 ciclos, lo que nos indica un comportamiento análogo al primer año de realización del experimento.

El ciclo se prolongó durante los meses de invierno en que las temperaturas fueron más bajas, llegando a alcanzar valores de 98 días sin interrupción del mismo. Por el contrario, durante los meses de verano el ciclo se pudo completar en 16 días.

Datos análogos obtuvo HEPNER (1993), según el cual, el ciclo puede prolongarse desde 13 a 52 días, dependiendo de las condiciones ambientales y sobre todo de la temperatura, dándose gran número de generaciones al año. Según YAMAMOTO (1968) *P. citrella* presentó 10 generaciones al año, tanto en 1966 como en 1967, mientras en China varió entre 9 y 16 en función de la climatología de la zona (TAN y HUANG, 1996).

En la figura 2 podemos observar como en los períodos en los que la duración de las fases se prolongó fue debido a un descenso en las temperaturas mínimas. En nuestro trabajo se pudo comprobar que el minador fue capaz de desarrollarse a lo largo de todo el invierno e incluso soportar temperaturas cercanas a -5°C . (Ver figura 3).

B) Integral térmica

La integral térmica obtenida en campo para cada fase estudiada se presenta en el Cuadro 2. Los valores más elevados se presentaron en el estado larvario y de crisálida, con unos valores en torno a 127 grados-día, sin embargo para el estado de huevo tan sólo se precisaron 37 grados-día aproximadamente. La integral térmica acumulada para el ciclo total del minador fue de 291.31 grados-día.

En las figuras 4, 5 y 6 pueden observarse los grados-día acumulados para cada una de las fases evolutivas en cada una de los ciclos, pudiéndose observar como cuando la temperatura media fue menor los grados-día acumulados también lo fueron.

CONCLUSIONES

Se ha observado que el minador es capaz de desarrollarse durante el invierno, adaptándose perfectamente a la climatología mediterránea.

Se ha determinado el número de ciclos evolutivos al año que posee el minador en nuestra condiciones ambientales, presentando una media de 11 ciclos anuales. Durante los meses de temperaturas bajas el minador prolongó la duración de sus fases evolutivas, no interrumpiéndose el ciclo durante estos períodos. A medida que las temperaturas aumentaron, la duración de todas sus fases fueron disminuyendo y con ellas la duración del ciclo.

Se han calculado las integrales térmicas en campo obteniendo un valor de 291.3 grados día para el ciclo total.

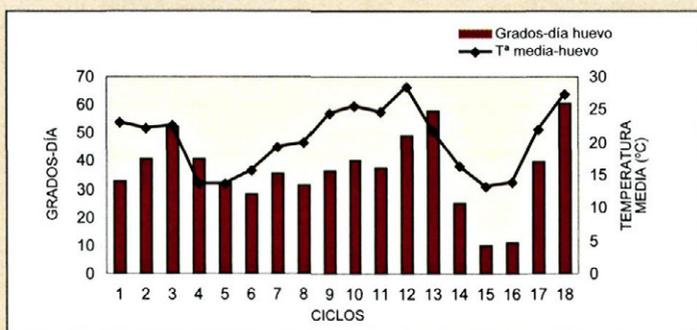


Fig. 4. - Grados-día acumulados para el estado de huevo.

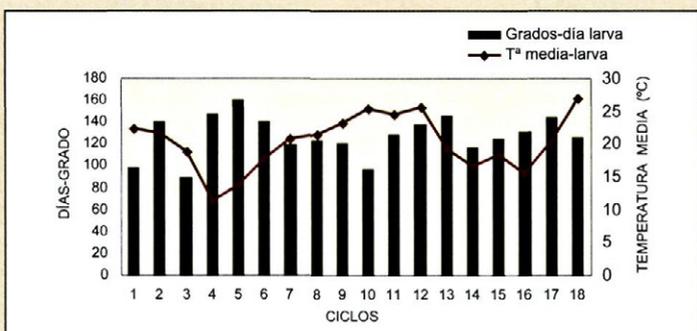


Fig. 5. - Grados-día acumulados para el estado larvario.

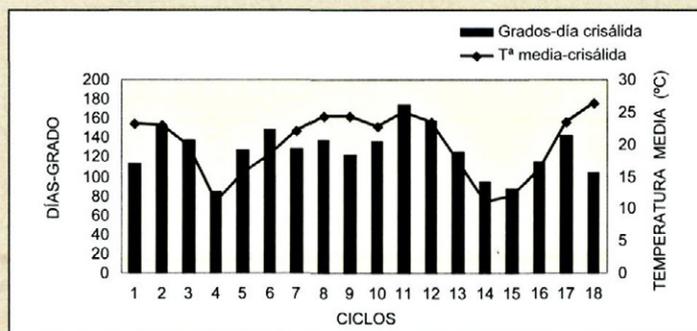


Fig. 6. - Grados-día acumulados para el estado de crisálida.

ABSTRACT

C. MARGAIX, R. HINAREJOS y A. GARRIDO. Hibernación y ciclo biológico del minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en condiciones de campo. Bol. San. Veg. Plagas.

The present work includes the study of the biological cycle of the citrus leafminer in field conditions throughout the 1997-1999 period. The duration of the embryonic, larval and crisalide stage were determined at each cycle. Orange plants (*Citrus aurantium* L.) in individual pots were introduced in one cage placed in the experimental field of the IVIA. Temperature and relative humidity inside the cage were measured.

Results showed that the citrus leafminer was able to develop all over the year. The cycle duration was highest in winter months with the lowest temperatures, reaching a maximal value of 98 days. However, in summer months the cycle was completed in only 13 days. During the first and second year, 11 cycles per year were obtained, that was a prove of the high biological potential of the insect.

Key words: *Phyllocnistis citrella*, biology, temperature, winter conditions.

REFERENCIAS

- ALIAGA, J. L., 1996: Evolución de la población del minador de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton, en la brotación de verano. Trabajo fin de carrera. E.U.I.T.A. Universidad Politécnica de Valencia. 108 pp. Comunicación Personal.
- BEATTIE, G. A. C. 1989: Citrus leafminer. NSW Agric. Agfact H2.AE.4. 1st ed. 4pp.
- DENT, D. R., y WALTON, M. P., 1997: Methods in ecological & agricultural entomology. Edit. by CAB International. 387 pp.
- GARCÍA MARÍ, F.; COSTA COMELLES, J.; VERCHER, R.; CASTRILLÓN, D.; OLMEDA, T.; GARRO, R.; ALONSO, D., 1997: Lucha biológica contra el minador. *Levante Agrícola*. 339: 122-127.
- GARRIDO, A. 1995: El minador de las hojas de los cítricos: estado actual y evolución futura. *Levante Agrícola*. 330: 11-12.
- GARRIDO, A. y GASCÓN, I., 1995: Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton, según el tamaño de la hoja. *Bol. San. Veg. Plagas*. 21: 559-571.
- GARRIDO, A. y TOMÁS, A., 1995: Perspectivas para el control del minador *Phyllocnistis citrella* Stainton. *Mercados*. 8: 12-13.
- HEPPNER, J., 1993: Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae). Fla. Dept. Agric. & Consumer Services Division of *Plant Industry*. Circ 359. 2 pp.
- PATEL, N. C.; VALAND, V. M.; SHEKH, A. M.; PATEL, J. R., 1994: Effect of weather factors on activity of citrus leaf-miner (*Phyllocnistis citrella*) infesting lime (*Citrus aurantifolia*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 64(2):132-4.
- TAN, B. y HUANG, M., 1996: Managing the citrus leafminer in China. Guangdong Entomological institute, Guangzhou 510260, China. 13 pp.
- URBANEJA, A.; LLÁCER, E.; HINAREJOS, R.; JACAS, J., y GARRIDO, A., 1998: Sistema de cría del minador de las hojas de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton y sus parasitoides *Cirrospilus* próximo a *lyncus* y *Quadrastichus* sp. *Bol. San. Veg. Plagas*. 24: 787-796.
- YAMAMOTO, E., 1968: Studies on the biology of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella*. Proc. Assoc. Pl. Kyushu. 14: 47-50.

(Recepción: 20 diciembre 1999)
(Aceptación: 19 mayo 2000)