

Capítulo III

Biología, ecología y enemigos naturales

1. Biología y comportamiento

Los adultos de *P. citrella* son de hábitos crepusculares y nocturnos, son activos desde el ocaso hasta unas horas antes del amanecer cuando las temperaturas son superiores a 9°C (García-Marí *et al.*, 1994). Durante el resto del día permanecen inactivos en lugares protegidos y sombreados, debajo de las hojas o en el tronco. Se alimentan de néctar. La longevidad de las hembras está muy influenciada por la temperatura, pueden vivir más de 30 días a 15° C y alrededor de 6 a 35° C (Margaix *et al.*, 1998). Soportan bastante bien las bajas temperaturas del invierno sin realizar la puesta. Cuando las temperaturas son nuevamente favorables y las plantas presentan brotes adecuados, logran reanudar su ciclo (Margaix *et al.*, 1998; Ujiye, 2000; Lim y Hoy, 2006). En Uruguay se han observado adultos, huevos y larvas en desarrollo, durante inviernos benignos con temperaturas que permitieron el surgimiento de brotes receptivos.

La cópula se produce entre 12 y 24 horas después de la emergencia de los adultos. El apareamiento es necesario para la puesta (Margaix *et al.*, 1998). Recientemente se han identificado los componentes de la feromona que secreta la hembra para atraer al macho (Leal *et al.*, 2006; Moreira *et al.*, 2006). La puesta comienza después de un período variable entre 1 y 3 días dependiendo de las condiciones climáticas (Garrido *et al.*, 1998). La temperatura óptima es de alrededor de 25° C, no logran oviponer tanto a temperaturas bajas de 15° C como altas de 35° C (Margaix *et al.*, 1998). La fecundidad de *P. citrella* es muy variable, claramente influenciada por la temperatura. La fecundidad media encontrada por Margaix *et al.* (1998) fue de 31

huevos por hembra a lo largo de su vida a una temperatura de 20° C y de 70 a 25° C. Además, la humedad relativa alta favorece la puesta y la sobrevivencia de los huevos. Tanto el número de huevos depositados como la eclosión de los mismos es mayor a 70 % de HR (Chagas, 1999).

Las hembras oviponen en hojas tiernas, recién formadas, preferentemente en tamaños que oscilan entre 10 y 25 mm dependiendo de la variedad (Garrido y Gascón, 1995; Chagas y Parra, 2000; Farías y García-Marí, 2002). Los huevos son colocados de forma aislada, en su mayoría a lo largo de la nervadura central (Chagas y Parra, 2000). Tanto el haz como el envés de las hojas son sustratos adecuados. Sin embargo, en las hojas pequeñas menores a 10 mm se encuentra un mayor número de huevos en el envés, probablemente debido que esta zona está más expuesta (Garrido y Gascón, 1995; Farías y García-Marí, 2002).

El insecto presenta un desarrollo ininterrumpido a lo largo del año (Margaix *et al.*, 2000; Lim y Hoy, 2006). El rango de temperaturas entre 18 y 32° C es adecuado para las diferentes fases del desarrollo (Chagas y Parra, 2000). La duración del ciclo de vida es muy variable, oscila entre 11 a 52 días dependiendo de la temperatura (Knapp *et al.*, 1995; Margaix y Garrido, 2000). La eclosión del huevo ocurre entre los 2-10 días. La duración del período larvario es de 5-20 días y el de la pupa es de 6-22 días (Knapp *et al.*, 1995). El desarrollo se favorece con temperaturas relativamente altas, la óptima para el desarrollo embrionario es de 30° C y para el

larval y pupal de 32° C (Chagas y Parra, 2000). Según Chagas (1999) el umbral de desarrollo es de 10,4° C para los machos y 10,7° C para las hembras. La constante térmica calculada con estos umbrales es de 246 y 240 grados-días respectivamente. Utilizando estos parámetros estimamos que en Uruguay el número de generaciones anuales es de 11 a 13 en las condiciones de la zona norte y de 10 a 12 en la zona sur.

La preferencia marcada de las hembras por los tejidos en crecimiento, hace que las hojas de los brotes presenten una proporción diferente de los distintos estados de desarrollo según su posición. Mientras que los folíolos apicales más nuevos contienen una

mayor abundancia de huevos y larvas de primer estadio de desarrollo, en los basales más desarrollados predominan las larvas de tercer estadio, las prepupas y las pupas del minador (Figura 3.1). De la misma manera, la estructura de edades de la población en un brote difiere según el desarrollo de los mismos. En los brotes más recientes con la mayoría de sus hojas pequeñas y tiernas, en proceso de expansión a los cuales denominamos tipo 1 (Figura 3.2), presentan una mayor cantidad de huevos y de larvas pequeñas, sin embargo en los brotes más maduros, donde las hojas basales son tiernas, están expandidas pero no han alcanzado su tamaño definitivo (tipo 2), los estados de desarrollo más avanzados son los más abundantes (Figura 3.3).

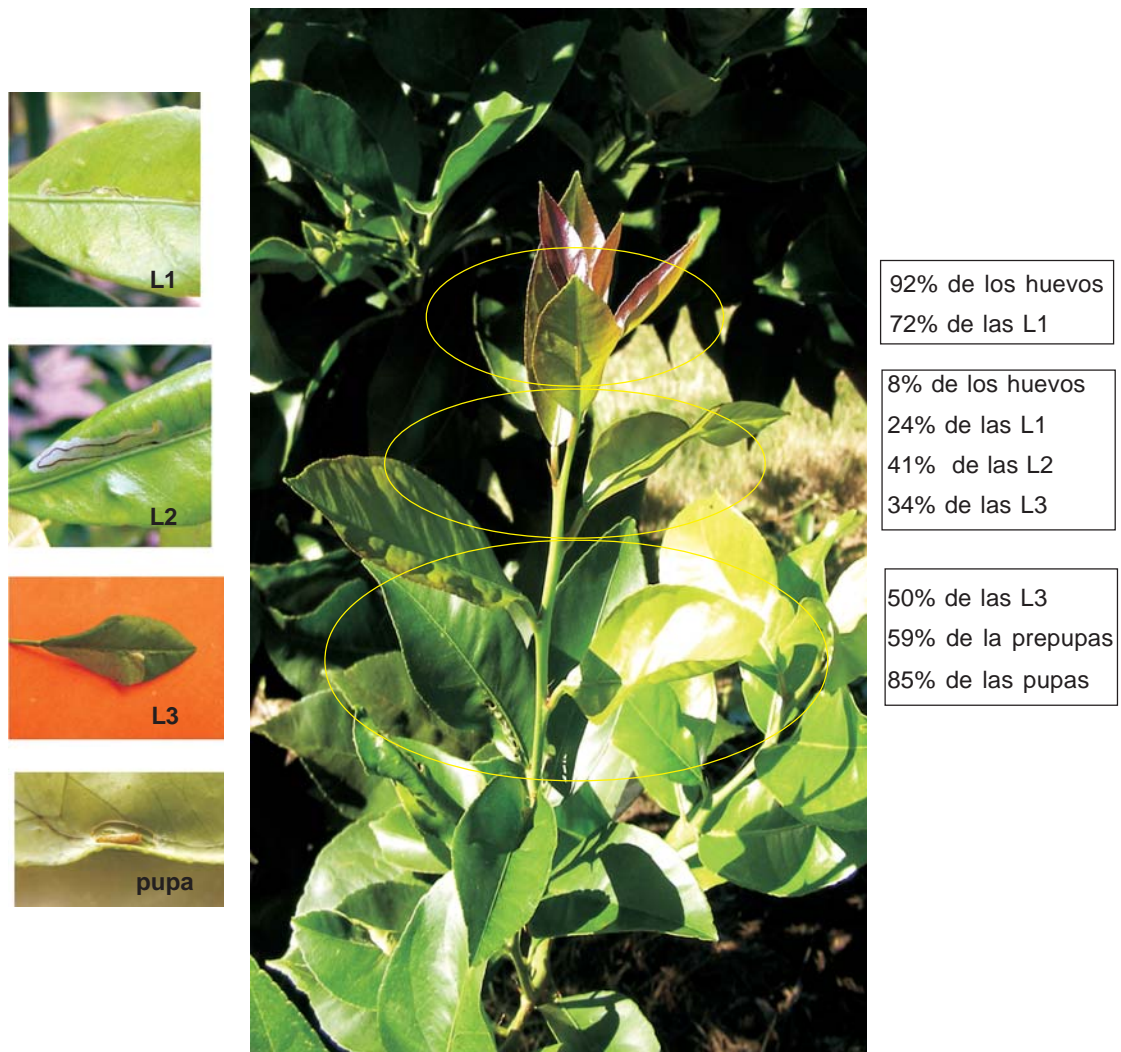


Figura 3.1. Distribución de los estados de desarrollo de *P. citrella* en brotes de limoneros.

Figura 3.2. Brotes de limoneros. Brote tipo 1= la mayoría de las hojas en expansión. Brote tipo 2= hojas basales tiernas, expandidas y que aún no tienen su tamaño definitivo.

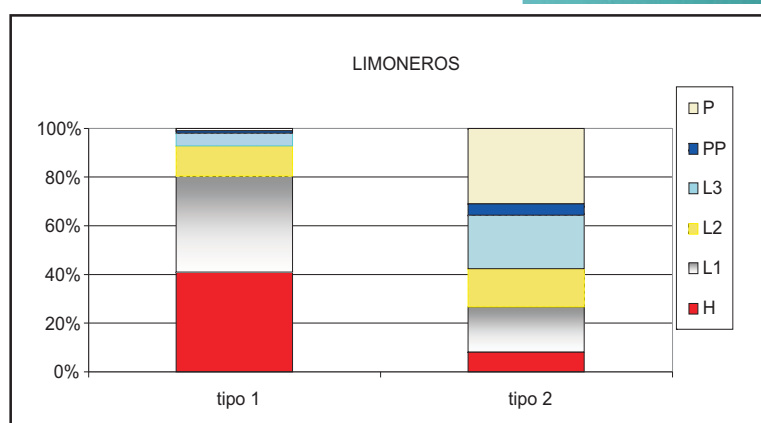
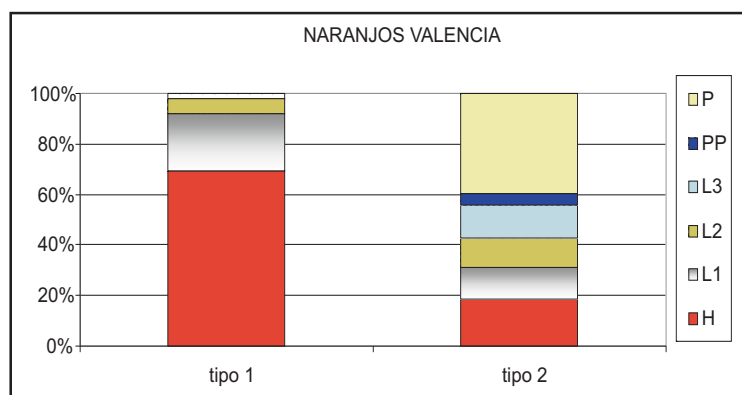


Figura 3.3. Proporción de los distintos estados de desarrollo en brotes de limoneros y naranjos. tipo 1= brote con la mayoría de las hojas en expansión. tipo 2= brote con hojas basales tiernas, expandidas y que aún no tienen su tamaño definitivo.



2. Fluctuación estacional de las poblaciones

La fluctuación estacional de las poblaciones del minador de los cítricos varía en función de la disponibilidad de brotes, recurso imprescindible para su desarrollo, y de las condiciones climáticas imperantes en los períodos de brotaciones. De esta manera, la dinámica de la plaga está fuertemente relacionada con la fenología del cultivo y variará según las especies y cultivares de cítricos, así como con el

manejo realizado, el cual puede o no promover las brotaciones. Aunque la presencia de hojas adecuadas para la puesta indican un potencial desarrollo de la plaga, los factores climáticos, principalmente la temperatura, pueden condicionar el inicio del ataque o la incidencia del mismo.

Durante los meses de invierno, debido a la casi ausencia de brotes y por las bajas temperaturas, se dan las condiciones más desfavorables para el minador. En esta época los adultos no

encuentran hojas adecuadas donde realizar la puesta y sus poblaciones se reducen al máximo. La supervivencia se limita a adultos que logran soportar bastante bien las bajas temperaturas y al desarrollo muy lento de larvas invernantes en los escasos brotes que surgen en las zonas más resguardadas de la copa de los árboles. *P. citrella* no presenta diapausa (Margaix et al., 2000; Lim y Hoy, 2006) y es común observar en los inviernos más benignos, adultos en actividad, huevos y larvas en desarrollo en las hojas tiernas de los pocos brotes disponibles.

Al principio de la primavera la población del minador se encuentra muy reducida. De esta manera, las brotaciones de primavera que son las más abundantes, no son afectadas significativamente por el insecto (Figuras 3.4 y 3.5). Las primeras infestaciones en un sitio en particular pueden provenir de poblaciones residentes

que lograron sobrevivir a las condiciones desfavorables del invierno o por inmigración desde otros, donde las condiciones microclimáticas fueron más propicias.

Las poblaciones de la plaga aumentan ya avanzada la primavera, cuando las condiciones climáticas permiten su desarrollo y multiplicación. La temperatura es un factor importante que condiciona el inicio de los ataques en cada una de las zonas cítricas de Uruguay y en un año en particular. En general, la abundancia del insecto se incrementa a partir de octubre - noviembre en la zona norte, y de noviembre - diciembre en la zona sur, cuando las temperaturas mínimas superan los 15°C (Figuras 3.4 y 3.5).

Durante el verano y el otoño, las poblaciones del insecto pueden aumentar de forma continua dependiendo de la disponibilidad de brotes sensibles, de las condiciones climáticas que favorezcan o limiten su desarrollo y supervivencia, y de la acción de los enemigos naturales. *P. citrella* presenta un alto potencial de incremento debido a su gran capacidad reproductiva y a su corto ciclo de vida. Se estima que el número de generaciones en el período de máxima actividad del minador (noviembre a abril) es de 8-9 y de 7-8 en las zonas norte y sur respectivamente. Las brotaciones que surgen a fines del verano-principios del otoño son potencialmente las más dañadas por el minador (Figura 3.6). Cuando se dan condiciones apropiadas para el desarrollo y la multiplicación del insecto, es usual encontrar la totalidad de los brotes atacados y con la mayoría de las hojas con daño muy severo.

Las altas temperaturas unidas a bajas humedades relativas son condiciones climáticas que pueden limitar la abundancia de las poblaciones, al provocar mortalidad de huevos y principalmente de larvas de primer estadio de desarrollo. Es frecuente encontrar en veranos calurosos, una gran cantidad de larvas muertas, sobre todo en quintas de la zona norte donde las temperaturas pueden superar los 40° C. Otro factor de mortalidad importante son los enemigos naturales, que actúan fundamentalmente durante el verano y el otoño.

Los estudios realizados desde el ingreso de la plaga a nuestro territorio en parcelas sin tratamientos de insecticidas, mostraron que la abundancia del insecto es

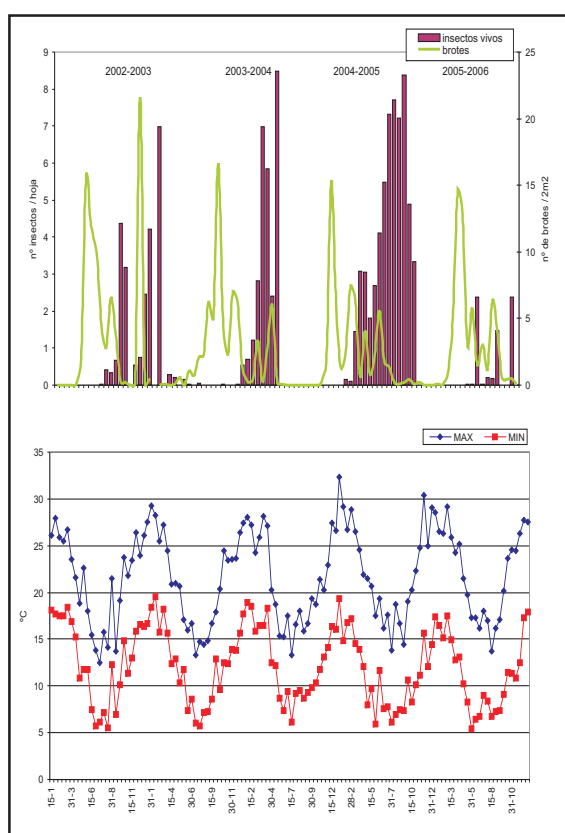


Figura 3.4. Fluctuación de las poblaciones de *P. citrella* en brotes tipo 1 de limoneros en una parcela ubicada en la localidad de Kiyú, Departamento de San José, zona sur de Uruguay. Promedios cada 15 días de las temperaturas mínimas y máximas.

muy diferente según el año y la parcela. Las poblaciones oscilaron entre una media anual de 0,01 a 1,34 insectos/hoja en naranjos adultos ubicados en la zona norte y de 0,39 y 2,89 en limoneros adultos de la zona sur. Las máximas densidades se registraron en otoño en parcelas de la zona sur con más de 12 inmaduros/hoja. En los últimos años se observó, particularmente en la zona norte, un descenso acusado de las poblaciones de *P. citrella* (Figura 3.5). Aunque en alguno de los casos este decrecimiento estuvo relacionado a la ausencia de brotaciones en el verano y otoño, época en que se observan los ataques más severos, es de resaltar que en esta zona en los últimos años, el parasitoide introducido *Agениaspis citricola* logró sobrevivir a las condiciones desfavorables del invierno y produjo importantes parasitismos al final de la temporada.

Figura 3.5. Fluctuación de las poblaciones de *P. citrella* en brotes tipo 1 de naranjos W. Navel en una parcela ubicada en la localidad Colonia Gestido, Departamento de Salto, zona norte de Uruguay. Promedios cada 15 días de las temperaturas mínimas y máximas.

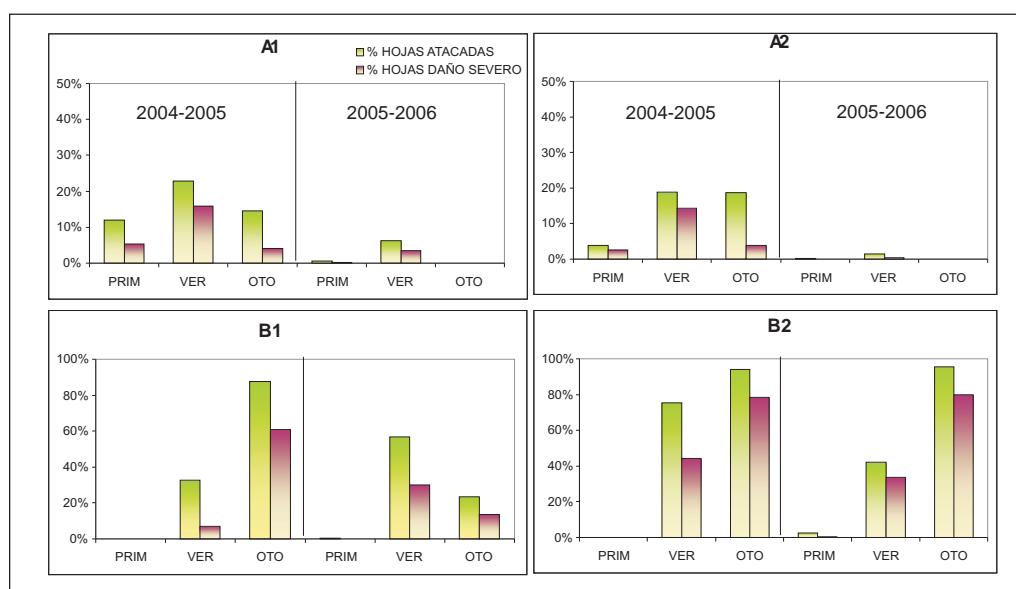
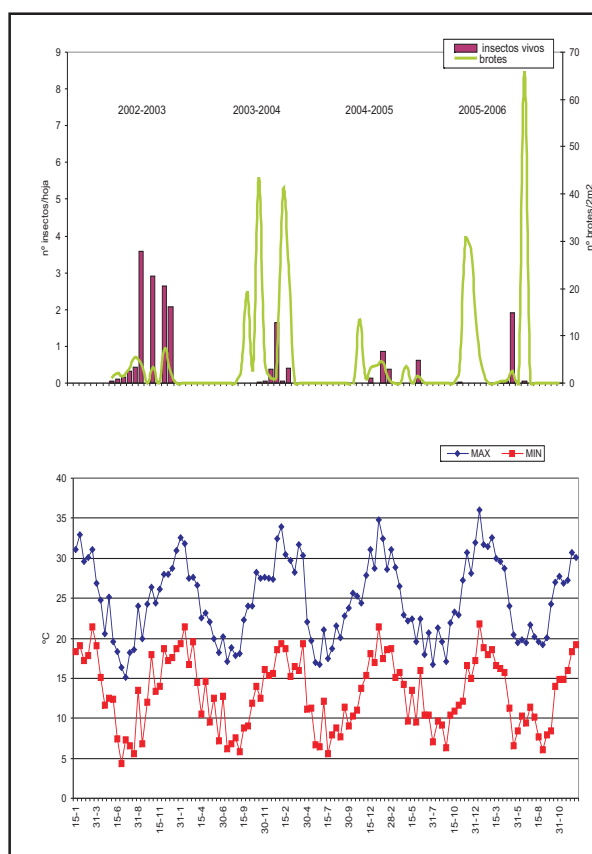


Figura 3.6. Evaluación del daño acumulado al final de cada periodo de brotación. A.- Parcelas en la localidad de Colonia Gestido, Departamento de Salto, A1.- naranjos W. Navel.- A2.- naranjos Valencia. B.- Parcela de limoneros en la zona sur B1.- localidad de Kiyú, Departamento de San José, B2.- localidad de Pajas Blancas, Departamento de Montevideo. Daño severo= >50% del área de una cara de la hoja afectada.

3. Monitoreo de las poblaciones

El control químico de las poblaciones del minador de las hojas de los cítricos en las condiciones de Uruguay, se ha convertido en una herramienta complementaria, pero necesaria en los momentos en que las poblaciones de la plaga se incrementan y causan daños significativos. En plantas jóvenes de viveros o montes recién instalados se aplican insecticidas de forma frecuente debido a los daños directos e indirectos que provoca *P. citrella*. Sin embargo, en las plantas en plena producción el control químico busca suprimir las poblaciones y de esta forma disminuir el efecto indirecto del insecto sobre el cancro cítrico.

Desde el punto de vista del manejo de la plaga es fundamental determinar los momentos oportunos de tratamientos químicos. Los tratamientos se deben dirigir cuando las plantas presenten una intensidad de brotación y una densidad de la plaga que justifique el empleo de insecticidas. El monitoreo debería comenzar al inicio de los períodos de brotación de manera que los árboles presenten la mayoría de los brotes tipo 1 y en las poblaciones del insecto predominen los estados más sensibles a los productos químicos (L1). Como ya señalamos, los brotes de la primavera escapan en gran medida al ataque del minador, los daños más importantes se observan en las brotaciones de verano y otoño y en estos periodos es cuando se deben centrar los muestreos.

Los métodos de muestreo de las brotaciones y de las poblaciones de *P. citrella* utilizados en los trabajos de investigación realizados y los resultados obtenidos con ellos, han permitido que se desarrollen planes de monitoreo que pueden emplearse a nivel de quintas. Para determinar la intensidad de brotación se contabilizan los brotes tipo 1 y tipo 2 encontrados dentro de un marco de 1m² que se coloca en dos lados de la copa de árboles seleccionados al azar dentro del cuadro a evaluar. El número de árboles puede variar entre 10 y 15 dependiendo del tamaño del cuadro a evaluar. La población del

minador se evalúa registrando los insectos inmaduros encontrados en las hojas de brotes tomados al azar (4 brotes/árbol). De esta forma se estimaba el número de brotes/m² y el número de insectos/hoja. Se propone como umbrales de tratamiento la presencia de un mínimo de 20 brotes/m² y de 0,5 insectos/hoja. Estos umbrales, aunque actualmente se siguen ajustando, mostraron ser efectivos en varias situaciones, logrando disminuir drásticamente el número de tratamientos efectuados en relación al manejo tradicional y con similares resultados en la reducción del daño. En algunos casos se pasó de realizar seis o siete aplicaciones anuales en un manejo tradicional a solamente una o dos con los criterios planteados.

La identificación de la feromona que secreta la hembra (Leal *et al.*, 2006; Moreira *et al.*, 2006) y los estudios de campo realizados (Lapointe *et al.*, 2006; Lapointe y Leal, 2007; Stelinsky y Rogers, 2008) sugieren que en un corto plazo se puedan emplear otros métodos prácticos de monitoreo de la plaga. También estos avances pueden llevar al desarrollo de otras técnicas de control, como la confusión sexual (Stelinsky *et al.*, 2008). Si el control biológico y el empleo de otros métodos de manejo muestran ser suficientemente eficientes en la disminución del daño de la plaga, en un futuro el control químico podría convertirse en una medida secundaria, empleada solamente en casos muy puntuales.

4. Enemigos naturales

Principales enemigos naturales en el mundo

El minador de los cítricos presenta un amplio complejo de enemigos naturales que contribuye a la reducción de sus poblaciones. En los últimos años se ha incrementado sustancialmente su número, debido a que durante la rápida y extensa dispersión experimentada por la plaga a nuevas áreas, muchas especies nativas se adaptaron a este nuevo hospedero. Mientras Heppner (1993) cita un total de 39 especies de himenópteros parasitoides en el mundo, Schauff *et al.* (1998) reportan más de 90 especies, lista que se continúa ampliando. Estas especies están incluidas en 6 familias: Eulophidae, Elasmidae, Encyrtidae, Eurytomidae, Eupelmidae, y Pteromalidae.

La amplia mayoría de los parasitoides pertenecen a la familia Eulophidae. Los eulófidos parasitan a insectos que habitan en lugares protegidos como ser agallas, minas, galerías y otros lugares confinados. En general son ectoparasitoides idiobiontes con un amplio rango de hospederos, varios son hiperparasitoides facultativos y unos pocos obligados. Algunas especies se consideran importantes en el control del minador en distintas regiones citrícolas. Los miembros de las otras familias son habitualmente parasitoides raros, con la excepción de *Ageniaspis citricola*, enciértido considerado uno de los principales reguladores de las poblaciones de *P. citrella*.

También los depredadores generalistas como las arañas, crisopas, hemípteros antocóridos, coccinélidos, sírfidos y hormigas, son enemigos naturales que tienen un efecto importante en las poblaciones del minador. La depredación puede ser el factor de mortalidad de la plaga más importante, inclusive mayor que el parasitismo (Elizondo, 1997; Amalin *et al.*, 2002; Urbaneja y Jacas, 2003; Xiao *et al.*, 2007). Sin embargo, en algunos casos se ha observado que la abundancia de las poblaciones de minador no está relacionada a la depredación. Esto se debe probablemente a que estos enemigos naturales son generalistas, se alimentan principalmente de otros fitófagos, y pasan a alimentarse del minador a falta de sus presas habituales (Urbaneja y Jacas, 2003).

El complejo de parasitoides predominante depende de cada región (Cuadro 3.1). En el sudeste asiático, zona de origen del minador, las especies más importantes y abundantes son: *Citrostichus phyllocnistoides*, *Ageniaspis citricola*, *Quadrastichus* sp. y *Cirrospilus ingenuus*, las cuales ejercen un importante papel en el control biológico del minador de los cítricos en la zona tropical y subtropical de Asia (Hoy y Nguyen, 1997; Vercher, 2000). De forma general se puede decir que *A. citricola* se encuentra en las zonas tropicales y subtropicales de Asia, mientras que en las zonas citrícolas más frías predomina *C. phyllocnistoides*.

En relación a los parasitoides que se encuentran en las zonas de la primera fase de dispersión del minador, se destacan en Australia *Semiela cher petiolatus* y *Zaomomentodon brevipetiolatus* (Smith y

Beattie, 1996), en Sudáfrica *Platocharis coffeae*, *Cirrospilus* sp. y *Sympiesis* sp. (Ware y Hattingh, 1996). En algunas zonas de Sudáfrica *C. phyllocnistoides* es una de las especies más abundante (Ware y Hattingh, 1996).

En las zonas colonizadas por el minador en su última fase de expansión, también los eulófidos son los parasitoides más abundantes. En la Cuenca del Mediterráneo la lista de registros es muy amplia y se destacan *Cirrospilus brevis*, *Cirrospilus* sp. pr. *lyncus*, *C. pictus*, *C. vittatus*, *Neochrysocharis formosa*, *Pnigalio* sp., *Sympiesis gregori* (Vercher *et al.*, 1995, 2005; Argov y Rössler, 1996; Verdú, 1996; Siscaro *et al.*, 1997; Schauff *et al.*, 1998; Urbaneja *et al.*, 2000). En Estados Unidos, *Pnigalio minio* es el más abundante en Florida (Peña *et al.*, 1996) mientras que en Tejas se destaca el parasitoide *Zagrammosoma multilineatum* (Legaspi *et al.*, 1999, 2001).

En Sudamérica también la lista de parasitoides es muy extensa (Cuadro 3.1). *Galeopsomyia fausta* es una especie ampliamente distribuida en Méjico, Centroamérica y Sudamérica (Schauff *et al.*, 1998). En la región (Cuadro 3.2), *G. fausta* es el parasitoide autóctono predominante en el estado de San Pablo, Brasil (Costa *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2000; Montes *et al.*, 2001). En el sur de Brasil, *Cirrospilus neotropicus*, *C. floridensis* y *Elasmus phyllocnistoides* son especies relativamente frecuentes (Efrom *et al.*, 2007; Jahnke *et al.*, 2007). Es de destacar que la composición de las especies locales ha variado ante la presencia del parasitoide introducido *A. citricola* (Sá *et al.*, 2000; Jahnke *et al.*, 2007). En Argentina, *C. neotropicus* es el parasitoide nativo más abundante seguido por *G. fausta* (Diez *et al.*, 2006 a). En Corrientes se citan a *C. neotropicus* (= *Cirrospilus* sp. C.) y *Elasmus* sp. como las especies más comunes parasitando *P. citrella* (Cáceres, 1999 a; 2003 b). También, *E. phyllocnistoides* es una especie frecuente (Diez *et al.*, 2006 b).

Enemigos naturales en Uruguay

En el agroecosistema citrícola, comúnmente se encuentra un alto número

Cuadro 3.1. Principales especies de parasitoides de *P. citrella* en distintas zonas del mundo.

EULOPHIDAE				
<i>Chrysocharis pentheus</i> ⁽¹⁾	*	*		
<i>Cirrospilus ingenuus</i> ⁽¹⁾	*	"		
<i>Cirrospilus floridensis</i> ⁽²⁾			*	*
<i>Cirrospilus lycus</i> ⁽¹⁾	*			
<i>Cirrospilus neotropicus</i> ⁽³⁾				*
<i>Cirrospilus phyllocnistis</i> ⁽¹⁾	*			
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i> ⁽¹⁾	*	*		
<i>Clostocerus</i> spp. ⁽¹⁾	*		*	*
<i>Elachertus</i> spp. ⁽¹⁾	*	*	*	*
<i>Galeopsomyia fausta</i> ⁽¹⁾			*	*
<i>Horisnemus</i> spp. ⁽¹⁾			*	*
<i>Platocharis coffee</i> ⁽¹⁾		*		
<i>Pnigalio minio</i> ⁽¹⁾			*	
<i>Quadrastichus</i> sp. ⁽¹⁾	*	*		
<i>Semiela cher petiolatus</i> ⁽¹⁾		*		
<i>Sympiesis</i> sp. ⁽⁴⁾			*	*
<i>Zagrammosoma americanum</i> ⁽¹⁾			*	
<i>Zagrammosoma multilineatum</i> ⁽¹⁾			*	*
<i>Zaommomentedon brevipetiolaris</i> ⁽¹⁾	*	*		
ELASMIDAE				
<i>Elasmus phyllocnistoides</i> ⁽⁵⁾				*
<i>Elasmus</i> sp. ⁽¹⁾	*	*	*	*
EUELMIDAE				
<i>Eupelmus</i> sp. ⁽¹⁾	*	*		*
ENCYRTIDAE				
<i>Ageniaspis citricola</i> ⁽¹⁾	*			

⁽¹⁾ Schauff *et al.*, 1998.⁽²⁾ Evans, 1999. Jahnke *et al.*, 2005.⁽³⁾ Diez y Fidalgo, 2003.⁽⁴⁾ Schauff *et al.*, 1998; Fernández *et al.*, 1999; Diez y Fidalgo, 2002.⁽⁵⁾ Diez *et al.*, 2006 b.

de especies de hábitos depredadores y varios de éstos seguramente contribuyen a regular las poblaciones de *P. citrella*. Hasta el momento se han observado arañas, larvas de crisopas, trips y el antocórido *Orius* sp. Corrientemente se encuentran alimentándose sobre larvas y pupas de minador, pero no se han observado en grandes poblaciones, inclusive en momentos de elevada abundancia de la plaga. Es común encontrar las galerías vacías o las cámaras pupales con orificios, síntomas del ataque de algún depredador.

La identificación de los parasitoides de Uruguay fue realizada por K. Kamijo, proyecto INIA-JICA. El número de espe-

cies nativas encontradas es reducido (Cuadro 3.2). Solamente se hallaron cuatro especies de eulófidos, de las cuales *Galeopsomyia fausta* La Salle fue colectada únicamente en una oportunidad como adulto en trampas amarillas ubicadas dentro de montes de cítricos en el departamento de Salto. Esta especie está ampliamente distribuida en la región neotropical (LaSalle y Peña, 1997); es común en Brasil y Argentina (Fernández *et al.*, 1999; Montes *et al.*, 2001; Diez *et al.*, 2002; Diez y Fidalgo, 2002; Jahnke *et al.*, 2007). Sin embargo, no se la ha encontrado en Uruguay, atacando directamente a *P. citrella*, a pesar de que se han realizado estudios intensivos de parasitismo en parcelas de

Cuadro 3.2. Especies de parasitoides citados en la región.

	ARGENTINA	BRASIL	URUGUAY
Eulophidae			
<i>Cirrospilus ingenuus</i> ⁽¹⁾	*		
<i>Cirrospilus floridensis</i> ⁽²⁾		*	
<i>Cirrospilus neotropicus</i> (= <i>Cirrospilus</i> sp. C) ⁽³⁾	*	*	*
<i>Cirrospilus</i> sp. o spp. ⁽⁴⁾	*	*	*
<i>Chrysocharis vonones</i> ⁽⁵⁾		*	
<i>Chrysocharis</i> sp. ⁽⁶⁾			*
<i>Galeopsomyia fausta</i> ⁽⁷⁾	*	*	*
<i>Horismenus</i> sp. ⁽⁸⁾		*	
<i>Sympiesis</i> sp. ⁽⁹⁾	*	*	
Elasmidae			
<i>Elasmus</i> sp. ⁽¹⁰⁾	*	*	
<i>Elasmus phyllocnistoides</i> ⁽¹¹⁾	*	*	
Eupelmidae			
<i>Eupelmus</i> sp. ⁽¹²⁾		*	

⁽¹⁾ Fernández *et al.*, 1999.⁽²⁾ Jahnke *et al.*, 2005, 2007; Efrom *et al.*, 2007.⁽³⁾ Cáceres, 1999 a, 2003 b; Costa *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2000; Diez y Fidalgo, 2003; Efrom *et al.*, 2007; Jahnke *et al.*, 2007; Kamijo com. pers.⁽⁴⁾ Montes *et al.*, 2001; Cáceres, 2003 b; Kamijo com. pers.⁽⁵⁾ Efrom *et al.*, 2007.⁽⁶⁾ Kamijo com. pers.⁽⁷⁾ Fernández *et al.*, 1999; Montes *et al.*, 2001; Diez *et al.*, 2002; Diez y Fidalgo, 2002; Jahnke *et al.*, 2006, 2007; Kamijo com. pers.⁽⁸⁾ Costa *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2000.⁽⁹⁾ Fernández *et al.*, 1999; Diez y Fidalgo, 2002; Jahnke *et al.*, 2006, 2007.⁽¹⁰⁾ Cáceres, 1999 a, 2003 b; Costa *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2000; Montes *et al.*, 2001; Diez *et al.*, 2002; Jahnke *et al.*, 2006.⁽¹¹⁾ Diez *et al.*, 2006 b; Efrom *et al.*, 2007; Jahnke *et al.*, 2007.⁽¹²⁾ Costa *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2000.

diferentes variedades, en las dos principales zonas citrícolas y desde el ingreso del minador.

Las mismas especies que atacaron a *P. citrella* en el momento de su introducción son las que se han mantenido a lo largo de los años. Inclusive, la abundancia relativa de ellas es básicamente la misma. El parasitoide nativo predominante es *Cirrospilus neotropicus* Diez y Fidalgo. Se comenzó a observar en la zona norte y en la sur, al poco tiempo de la detección del minador en el país en el año 1997. Está ampliamente distribuido en Sudamérica, se encuentra también en Argentina y Brasil (Cuadro 3.2). El adulto es una avispa pequeña, de aproximadamente 2 mm de longitud y de color amarillento. Presenta bandas transversales oscuras en los seg-

mentos abdominales. La diferenciación sexual está bien marcada, las hembras se diferencian fácilmente por la presencia de cuatro bandas abdominales, mientras el macho tiene solo una. Como efecto negativo cabe mencionar que actúa como hiperparasitoide facultativo de *Ageniaspis citricola*.

Además, en la zona citrícola sur se colectó otra especie, *Cirrospilus* sp. parasitando a larvas desarrolladas y pupas de minador en limoneros. Es un enemigo natural ocasional que sólo fue encontrado en algunos muestreos. El adulto se diferencia de la especie anterior por su mayor tamaño y la presencia de un diseño verde iridiscente en el tórax. La otra especie identificada, *Chrysocharis* sp. se presenta de forma

esporádica en las dos principales zonas citrícolas. Aparece de manera tardía, colectándose desde marzo a mayo y en general produce parasitismos muy bajos. Parasita larvas, prepupas y pupas. El adulto mide aproximadamente 1,5 mm de longitud y es de coloración oscura con el mesotórax verde metalizado y patas claras.

La acción de estos enemigos naturales nativos no es suficiente para contrarrestar los incrementos de población del minador y disminuir sustancialmente sus daños. Los parasitoides locales son especies oportunistas de hábitos polífagos que habitualmente viven sobre otros hospederos y muestran una escasa sincronía con el minador. Cuando una plaga se introduce en una nueva región, los parasitoides que se encuentran en la zona, se adaptan a la nueva plaga pero estas especies no están fisiológica, fenológica o por comportamiento bien adaptadas al nuevo hospedero, necesitando, en general, mucho tiempo para que estos complejos se estabilicen. A pesar de esto, son un factor de mortalidad de la plaga que es necesario considerar y conservar.

5. Resumen

Phyllocnistis citrella presenta un desarrollo ininterrumpido a lo largo del año. El rango de temperaturas adecuadas para el insecto es bastante amplio, entre 18 y 32° C, siendo las óptimas para el desarrollo entre 30 a 32° C. Se estima que el número de generaciones anuales en Uruguay es de 11 a 13 en la zona norte y de 10 a 12 en la zona sur.

Las poblaciones del minador están restringidas a los tejidos tiernos de los brotes de sus hospederos. Las hembras oviponen en las hojas pequeñas, recién formadas. Esta preferencia por tejidos en crecimiento hace que la abundancia relativa de cada estadio de desarrollo sea diferente según la posición de las hojas en el brote y el tipo de brote. En los folíolos apicales más nuevos predominan los huevos y las larvas de primer estadio (L1), mientras que los basales presentan una mayor proporción de larvas de tercer estadio, prepupas y pupas. Igualmente, la es-

tructura de edades de la población difiere según el tipo de brote. En los brotes más recientes, pequeños, con la mayoría de las hojas tiernas y en proceso de expansión (tipo 1), predominan los huevos y el primer estadio larval.

La fluctuación estacional de las poblaciones muestra una tendencia clara. Durante el invierno se registran las mínimas poblaciones debido a la ausencia casi total de brotes y a las bajas temperaturas. Los brotes que surgen en la primavera son prácticamente no afectados por la plaga. Las poblaciones se incrementan ya avanzada la primavera cuando la disponibilidad de hojas tiernas y las condiciones de temperatura favorecen el desarrollo y reproducción del insecto. El inicio de los ataques se observa en octubre-noviembre en la zona norte y noviembre-diciembre en la zona sur, cuando las temperaturas mínimas superan los 15° C. En general, los mayores daños se registran en las brotaciones de verano y otoño.

Desde el punto de vista del manejo de la plaga es fundamental determinar los momentos oportunos de tratamientos químicos mediante el monitoreo de las brotaciones y de las poblaciones del insecto. Los tratamientos se deben realizar cuando las plantas presenten una intensidad de brotación y una densidad de la plaga tales que justifiquen el empleo de insecticidas. El monitoreo debería comenzar al inicio de los períodos de brotación de verano y otoño, de manera que los árboles presenten la mayoría de los brotes tipo 1 y en las poblaciones de la plaga predominen los estadios más sensibles a los productos químicos (L1).

Desde el ingreso de *P. citrella* al Uruguay una serie de enemigos naturales, depredadores y parasitoides se han adaptado al nuevo hospedero. Sin embargo, la riqueza de las especies parasíticas no ha aumentado a lo largo de los años, como se ha observado en otras regiones. Las especies autóctonas son eulófidos, parasitoides generalistas, idiobiontes y en general producen tasas de parasitismo bajas. *Cirrospilus neotropicus* se mantiene como el parasitoide predominante y solamente otras dos especies: *Cirrospilus* sp. y *Chrysocharis* sp., se han registrado alimentándose del minador de forma muy esporádica.