

# Control biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella*: Estudio del caso *Ageniaspis citricola* en Ecuador

**Ernesto Cañarte B.**  
**Oswaldo Valarezo C.**  
**Bernardo Navarrete C.**  
**Nestor Bautista M.**



**2005**



Ministerio de Agricultura y Ganadería



#### La Misión

“Proporcionar tecnología y servicios especializados para impulsar la innovación agropecuaria nacional”

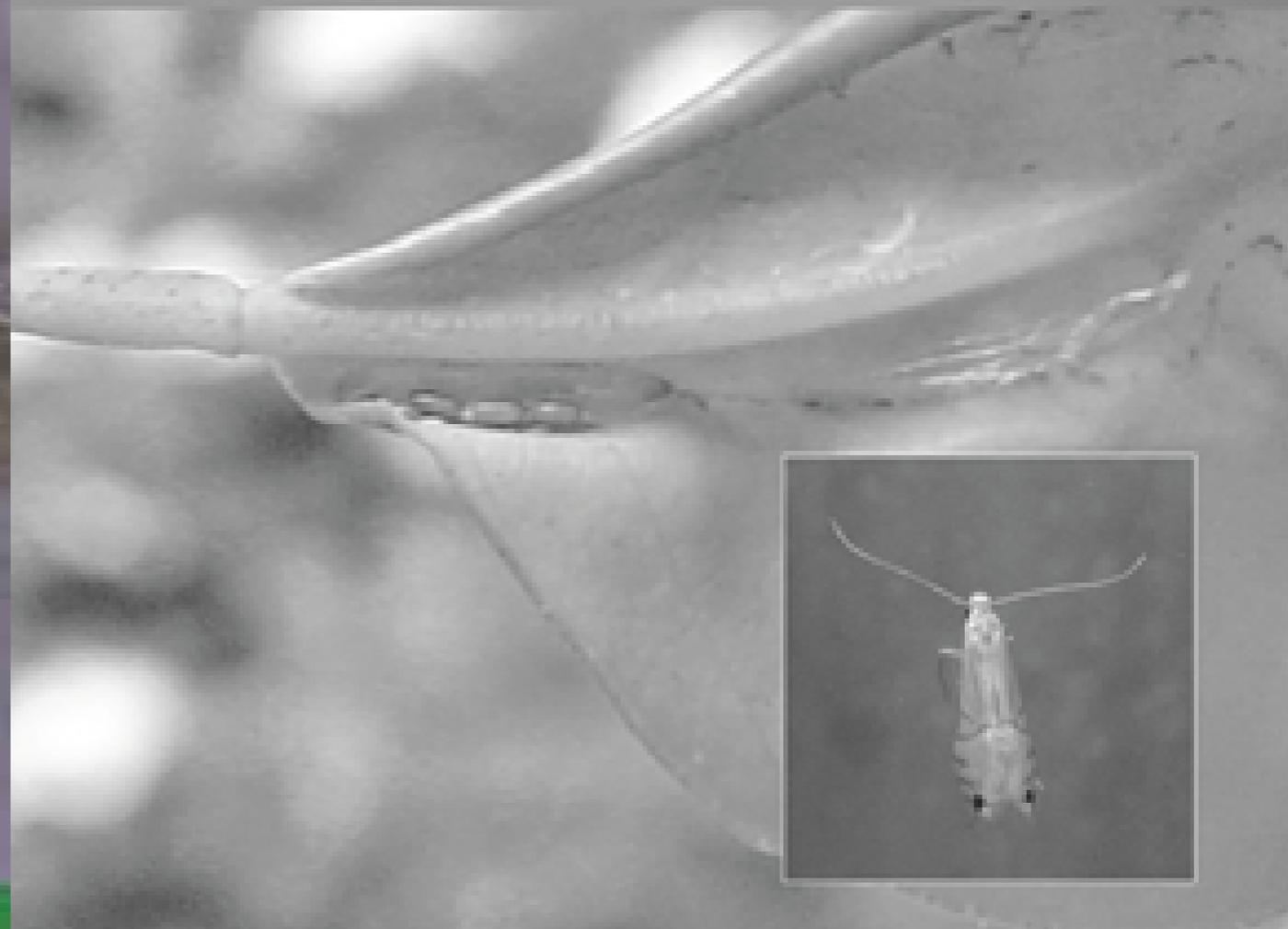
En concordancia con su misión, el INIAP investigará, generará, adaptará, promoverá y difundirá conocimiento y tecnologías adecuadas a las demandas de las cadenas agroproductivas, a fin de propender al desarrollo de sustentable y competitivo del sector y contribuir al bienestar de la sociedad ecuatoriana, misión que la cumplirá de forma directa o asociada con otras organizaciones públicas y privadas

#### La Misión

“Proporcionar tecnología y servicios especializados para impulsar la innovación agropecuaria nacional”

En concordancia con su misión, el INIAP investigará, generará, adaptará, promoverá y difundirá conocimiento y tecnologías adecuadas a las demandas de las cadenas agroproductivas, a fin de propender al desarrollo de sustentable y competitivo del sector y contribuir al bienestar de la sociedad ecuatoriana, misión que la cumplirá de forma directa o asociada con otras organizaciones públicas y privadas

## Control biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella*: Estudio del caso *Ageniaspis citricola* en Ecuador



Ernesto Cañarte B.  
Oswaldo Valarezo C.  
Bernardo Navarrete C.  
Nestor Bautista M.

Proyecto:  
Identificación de los enemigos naturales y determinación del control biológico de los artrópodos-plaga de importancia económica de los cítricos en el Ecuador.

Ing. Leonardo Escobar  
Ministro de Agricultura y Ganadería

Dr. Julio Chang  
Director Ejecutivo del Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios

Ing. Víctor H. Cardoso  
Director General del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Dr. Bolívar Vargas  
Director Ejecutivo del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria

Ing. Oswaldo Valarezo Cely  
Investigador Principal del Proyecto  
e-mail: oswaldovalarezo@hotmail.com

M.C. Ernesto Cañarte B.  
Investigador del Proyecto  
e-mail: ecanarte2002@yahoo.com

Dr. Antonio Chamorro  
Supervisor de Proyectos PROMSA

#### PERSONAL TÉCNICO

Ing. Bernardo Navarrete	INIAP-EEPortoviejo
Ing. Franklin Pita	SESA - Manabí
Ing. Jacobo Espinoza	INIAP-EEPortoviejo
Ing. Wilson Franco	SESA - Los Ríos
Tclog. Bady Vázcones	SESA - Tungurahua
Ing. Humberto Castelo	SESA - Pichincha
Ing. Hugo Alvarez	INIAP-EEPortoviejo

#### GRUPO DE REFERENCIA

Ing. Raúl Estrada	UEFC
Ing. Rubén Alcívar	Investigador - ANECAFE
Ing. Byron Macías	Extensionista - PROMSA
Sr. Ever Bowen	Citricultor
Sr. Honorato Navia	Citricultor

#### EDICIÓN Y DIRECCIÓN GRÁFICA



Pje. Alonso Jerves 127 y Av. Orellana  
Telf.: (593-2) 255-5140 / 254-6244  
Telefax: (593-2) 255-5474  
e-mail: publiasesores@access.net.ec

#### IMPRESIÓN



Print & Promo

Telf.: (593-2) 250-5425 / 09 800-8186

## AGRADECIMIENTO

Los autores dejan constancia de su agradecimiento a las siguientes:

#### Instituciones:

Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA), del Ministerio de Agricultura y Ganadería.  
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo.  
Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria (SESA), Direcciones Provinciales de Manabí, Los Ríos, Pichincha y Tungurahua.  
Colegio de Postgraduados de México (CP), Instituto de Fitosanidad.  
Centro Nacional de Referencia de Control Biológico en Tecomán Colima, México

#### Personas:

Ing. Víctor H. Cardoso, Ing. Saul Mestanza, Dr. Julio C. Delgado, Ing. Marat Rogríguez, Dr. Jorge Vera Graziano, Ing. Hugo C. Arredondo Bernal, Ing. Tarquino Carvajal, Ing. Heriberto Mendoza, Ing. Freddy Sión, Ing. Gloria Cobeña, Dr. Julio Chang, Dr. Leonardo Corral, Dr. Antonio Chamorro, Ing. Raúl Estrada, Ing. Francisco Gabela, Ing. Franklin Pita, Ing. Wilson Franco, Tclog. Bady Vázcones, Ing. Humberto Castelo, Ing. José Donoso, Agr. Angel Calderon, Ing. Myrian Arias, Ing. Angel Jines, Ing. Hugo Alvarez, Ing. Rubén Alcívar, Ing. Byron Macías, Ing. Jacobo Espinoza y Sr. Ever Bowen.

Además de otras instituciones, empresas, gremios, productores y profesionales de las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, Tungurahua, Bolívar y Pichincha, que contribuyeron de una u otra manera para que el presente documento llegue a publicarse.

## PRESENTACIÓN

Han pasado 116 años desde que nació el **control biológico** como método científico, gracias al exitoso caso de control de la escama algodonosa de los cítricos *Icerya purchasi* en California-USA, mediante la introducción de la catarinita *Rodolia cardinales*, por lo que su historia es relativamente moderna, en la cual han existido fracasos, que no opacan los sorprendentes éxitos alcanzados hasta ahora por estos organismos en la regulación de una diversidad de insectos-plaga en el mundo. El control biológico como método, responde a la necesidad de dar solución a severos problemas entomológicos, aplicando el concepto de denso-dependencia que mantiene en equilibrio las poblaciones de los insectos. Sin embargo, en países como Ecuador, aún se considera en la mayoría de los casos a los órganos sintéticos como la primera opción para el control de insectos-plaga, limitante en la producción agrícola del país, desconociendo o haciendo caso omiso a la importante acción ejercida por reguladores biológicos.

Frente a este panorama, el reto actual, es disminuir esta dependencia de los plaguicidas sintéticos, creando bases sólidas para que tanto productores y consumidores den al control biológico un rol protagónico, entendiendo que éste debe ser la base piramidal dentro de un programa de manejo racional de insectos-plaga. Es necesario por tanto, documentar casos exitosos del control biológico en Ecuador, para fomentar el cambio de mentalidad del consumidor, que genere una demanda de productos libres de residuos tóxicos, obligando a productores a creer más en la acción que ejercen organismos depredadores, parasitoides y entomopatógenos en la regulación de las poblaciones de insectos dañinos.

La presente publicación, reúne los resultados más sobresalientes de la investigación realizada en el país por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a través de la Estación Experimental Portoviejo, en el control biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton, considerada desde su aparición en 1995, la principal plaga de este cultivo. En el año 2000, el Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA), financió al INIAP, una tesis de maestría, que permitió generar importantes resultados sobre el control biológico de *P. citrella*, como dar el primer reporte de *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) en Ecuador, razón por la cual se realizó un análisis profundo de la presencia fortuita de este importante regulador específico del minador en nuestro país. Finalmente entre el 2002 y 2003, nuevamente el PROMSA, financió al INIAP, una investigación con cobertura nacional cuyos resultados también son expuestos en este documento.

Esta publicación esta dirigida a técnicos, estudiantes, productores, relacionados con la actividad cítrica del país, así como al consumidor de estas frutas, que como ya se mencionó juegan un rol protagónico en el incremento de productos limpios. Esperamos contribuir al convencimiento del lector, de la importancia del control biológico en la regulación de las poblaciones de insectos-plaga, mas aún hoy que se habla de la agricultura limpia e incluso de una producción orgánica de productos agrícolas.

Los Autores

## CONTENIDO

	ÍNDICE DE CUADROS	iii
	ÍNDICE DE FIGURAS	v
<b>1.</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	1
<b>2.</b>	<b>EL MINADOR DE LA HOJA DE LOS CÍTRICOS <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton 1856</b>	3
<b>3.</b>	<b>CONTROL BIOLÓGICO</b>	7
3.1.	CLASES DE ENEMIGOS NATURALES	7
3.1.1.	Parasitoides	7
3.1.2.	Depredadores	7
3.1.3.	Patógenos	7
3.1.4.	Organismos para el control de malezas	7
3.1.5.	Parásitos	8
3.1.6.	Antagonistas	8
3.2.	CLASIFICACION DEL CONTROL BIOLÓGICO	8
3.2.1.	Por conservación	8
3.2.2.	Por introducción	8
3.2.3.	Por incremento	9
<b>4.</b>	<b>EL CONTROL BIOLÓGICO DE <i>Phyllocnistis citrella</i></b>	10
4.1.	CONTROL BIOLÓGICO DE <i>Phyllocnistis citrella</i> POR CONSERVACIÓN	10
4.2.	CONTROL BIOLÓGICO DE <i>Phyllocnistis citrella</i> POR INTRODUCCIÓN Ó CLÁSICO	13
4.2.1.	DESARROLLO	13
4.2.2.	DISTRIBUCIÓN DE LOS PARASITOIDES DE <i>Phyllocnistis citrella</i> EN EL MUNDO	15
4.2.3.	CARACTERÍSTICAS DE <i>Ageniaspis citricola</i>	17
4.2.3.1.	Ubicación taxonómica	17
4.2.3.2.	Origen	17
4.2.3.3.	Descripción	17
4.2.3.4.	Bioecología	17
4.2.4.	PRESENCIA DE <i>Ageniaspis citricola</i> EN ECUADOR	18
4.2.5.	DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Ageniaspis citricola</i> EN ECUADOR	29
4.3.	CONTROL BIOLÓGICO DE <i>Phyllocnistis citrella</i> CON DEPREDADORES	31
<b>5.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LOS PARASITOIDES REPORTADOS EN ECUADOR</b>	38
5.1.	<i>Ageniaspis citricola</i> (Hymenoptera: Encyrtidae)	38
5.2.	<i>Baryscapus</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae)	38
5.3.	<i>Cirrospilus</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae)	38

5.4.	<i>Chrysocharodes</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae)	39
5.5.	<i>Elasmus</i> sp. (Hymenoptera: Elasmidae)	39
5.6.	<i>Galeopsomyia</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae)	39
5.7.	<i>Horismenus</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae)	39
5.8.	<i>Neochrysocharis</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae)	40
5.9.	<i>Zagrammosoma</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae)	40
6.	<b>INTERFERENCIA DE INSECTICIDAS CONVENCIONALES SOBRE PARASITOIDES DE <i>Phyllocnistis citrella</i> EN CAMPO Y VIVERO</b>	41
7.	<b>EFFECTO DEL NIM <i>Azadirachta indica</i> SOBRE POBLACIONES PARASITOIDES DE <i>Phyllocnistis citrella</i>.</b>	43
8.	<b>METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES DE <i>Phyllocnistis citrella</i></b>	48
8.1	Identificación del complejo de enemigos naturales	48
8.2.	Distribución geográfica de enemigos naturales	48
8.3.	Eficacia de los parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i>	49
8.4.	Depredación de <i>Phyllocnistis citrella</i>	49
9.	<b>CRÍA DEL PARASITOIDE <i>Ageniaspis citricola</i></b>	50
9.1.	Especie citrícola hospedera	50
9.2.	Preparación de la planta hospedera	50
9.3.	Condiciones climáticas para la cría	50
9.4.	Multiplicación de <i>Phyllocnistis citrella</i>	51
9.5.	Multiplicación de <i>Ageniaspis citricola</i>	51
10.	<b>LITERATURA CITADA</b>	55

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Determinación del daño de <i>Phyllocnistis citrella</i> y su parasitismo natural presente en Manabí, Ecuador. 1996.	11
Cuadro 2.	Generos parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> reportadas en Ecuador hasta 1998.	12
Cuadro 3.	Parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> registrados en el mundo. 2001.	15
Cuadro 4.	Especies parasitoides, estados biológicos que ataca y promedio nacional del parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> . Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.	19
Cuadro 5.	Distribución <b>geográfica</b> y eficacia de los parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> en Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.	19
Cuadro 6.	Himenópteros parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> identificados en seis provincias citrícolas del Ecuador.	22
Cuadro 7.	Valores porcentuales del parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en la provincia de Manabí, Ecuador. 2002.	25
Cuadro 8.	Valores porcentuales del parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en la provincia del Guayas, Ecuador. 2002.	26
Cuadro 9.	Valores porcentuales del parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en la provincia de Los Ríos, Ecuador. 2002.	26
Cuadro 10.	Valores porcentuales del parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en la provincia de Bolívar, Ecuador. 2002.	27
Cuadro 11.	Valores porcentuales del parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en la provincia de Pichincha, Ecuador. 2002.	27
Cuadro 12.	Valores porcentuales del parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en la provincia de Tungurahua, Ecuador. 2002.	28
Cuadro 13.	Porcentajes de parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en 15 localidades seleccionadas, épocas seca de 2002 y lluviosa de 2003	28
Cuadro 14.	Porcentaje de parasitismo de <i>Ageniaspis citricola</i> registrados en tres localidades productoras de limón sutil en el Valle del Río Portoviejo. Ecuador. 2002-2003.	30
Cuadro 15.	Porcentaje de depredación de <i>Phyllocnistis citrella</i> Manabí, Ecuador. 1996.	31
Cuadro 16.	Depredadores de <i>Phyllocnistis citrella</i> presentes en tres localidades de Manabí, Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.	32
Cuadro 17.	Número promedio de depredadores de <i>Phyllocnistis citrella</i> por cada cuatro brotes evaluados en tres localidades de Manabí, Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.	32
Cuadro 18.	Porcentajes de depredación de larvas de <i>Phyllocnistis citrella</i> en tres localidades de Manabí, Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro 19. Porcentaje de parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> obtenidas en la última evaluación de los tratamientos de nim. Lodana. Ecuador. 2000.	43
Cuadro 20. Porcentaje de pupas de <i>Phyllocnistis citrella</i> obtenidas en la última evaluación de los tratamientos de nim. Lodana. Ecuador. 2000	44
Cuadro 21. Porcentaje de parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> evaluado a los 20 días después de la aplicación de tratamientos de nim. Estación Experimental Portoviejo. Ecuador. 2000.	46
Cuadro 22. Promedio de la emergencia de adultos de <i>Phyllocnistis citrella</i> evaluado a los 20 días después de la aplicación de tratamientos de nim, en las dos pruebas. Estación Experimental Portoviejo. Ecuador. 2000.	47

Figura 1. Descripción de la ruta seguida por el parasitoide <i>Ageniaspis citricola</i> en Ecuador.	20
Figura 2. Distribución de los parasitoides del minador de la hoja de los cítricos <i>Phyllocnistis citrella</i> en seis provincias del Ecuador. 2003.	22
Figura 3. Especies parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> presentes la provincia de Manabí, Ecuador. 2003.	23
Figura 4. Especies parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> presentes en la provincia del Guayas, Ecuador. 2003.	23
Figura 5. Especies parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> presentes en la provincia de Los Ríos, Ecuador. 2003.	23
Figura 6. Especies parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> presentes en la provincia de Bolívar, Ecuador. 2003.	24
Figura 7. Especies parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> presentes en la provincia de Pichincha, Ecuador. 2003.	24
Figura 8. Especies parasitoides de <i>Phyllocnistis citrella</i> presentes en la provincia de Tungurahua, Ecuador. 2003.	24
Figura 9. Porcentaje promedio de parasitismo de <i>Phyllocnistis citrella</i> en seis provincias del Ecuador en las época seca del 2002 y lluviosa del 2003.	29
Figura 10. Dinámica poblacional del parasitoide <i>Ageniaspis citricola</i> registrado en tres localidades productoras de limón en el Valle del Río Portoviejo, Ecuador. 2002-2003.	30
Figura 11. Porcentaje de depredación de <i>Phyllocnistis citrella</i> en seis provincias del Ecuador en la época seca del 2002.	34

## 1. ANTECEDENTES

Desde febrero de 1995, un nuevo problema entomológico afecta la citricultura ecuatoriana, el minador de la hoja de los cítricos (MHC) *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), que se detectó, inicialmente, en Manabí, en viveros (INIAP, 1995 y 1996<sup>a</sup>; Valarezo y Cañarte, 1997); Seis meses después, se descubrió que el minador se encontraba en casi todo el Litoral ecuatoriano (Manabí, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas) y, posteriormente, se lo detectó también en la región Sierra (Bolívar, Tungurahua, Imbabura, Pichincha, Azuay y Loja) y Oriente (Napo), reportándose infestaciones hasta 97,14% en Manabí (Valarezo y Cañarte, 1998<sup>a</sup>).

La fase dañina del insecto es la larva que mina entre el haz y envés de las hojas tiernas, en altas infestaciones tallos y frutos pequeños (Garrido, 1995<sup>a</sup> y Knapp *et al.*, 1995), causando pérdida de área foliar que repercute en la capacidad fotosintética de las hojas, causando en países como China una disminución en el rendimiento de hasta el 50% en número, peso de frutos y calidad como contenidos de jugo, azúcares y ácidos (Knapp *et al.*, 1993).

Debido a la rápida dispersión de la plaga, los productores de Ecuador en su afán de controlar el problema, utilizaron una diversidad de insecticidas que, lejos de controlarlo, contribuyeron a la perturbación del equilibrio ecológico provocando la explosión de la plaga, ya sea, por ausencia de reguladores biológicos o por su eliminación a causa de los plaguicidas (Guerra *et al.*, 1997; Valarezo y Cañarte, 1998<sup>a</sup> y Bautista *et al.*, 1999) A esto se suma, la facilidad que presenta la familia Gracillariidae para adquirir resistencia a los insecticidas convencionales (Peña y Duncan, 1993).

El corto ciclo biológico que presenta el minador, que le permite la obtención de hasta trece generaciones al año, obligaría al productor a realizar un excesivo número de aplicaciones insecticidas, por lo que es necesario, establecer programas de manejo integrado de esta plaga en las regiones afectadas (Peña, 1997). Dos alternativas, que según muchos investigadores se enmarcan dentro de este esquema son el control biológico mediante la acción de depredadores, parasitoides nativos o introducidos, y el uso de sustancias botánicas como aquellas provenientes del árbol de nim *Azadirachta indica* (Cano y Gladstone, 1994), que reduzcan significativamente del impacto dañino del minador, con menor alteración sobre el ecosistema.

Peña (1997), menciona que el aspecto más importante en el manejo del minador, es el control biológico, ya que la diversidad de enemigos naturales (parasitoides y depredadores) reduce considerablemente las poblaciones de *P. citrella*. No obstante, la actividad de éstos, es variable, debido a que su valor como factor de mortalidad y regulación de las poblaciones de esta plaga difiere según las áreas geográficas, por lo que es necesario tener conocimiento de las poblaciones, establecer formas de muestreo, determinar el efecto del clima en la plaga y en los enemigos naturales; así como identificar los nichos que estos benéficos ocupan, con el propósito de ver su valor real como reguladores.

Posterior a su ingreso al Ecuador, el INIAP, inició varias investigaciones tendentes a determinar la presencia y eficacia de enemigos naturales en la regulación del minador. Hasta 1997, se habían identificado la presencia de once parasitoides de las familias Eulophidae, Elasmidae y Signiphoridae, ejerciendo hasta un 50% de parasitismo (INIAP, 1996<sup>b</sup> y Valarezo y Cañarte, 1998<sup>a</sup>). Luego Cañarte (2001), informó la presencia de tres especies parasitoides y dio el primer reporte en Ecuador de *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya (Hymenoptera: Encyrtidae), considerado como uno de los mejores reguladores biológicos de esta plaga. Más tarde el INIAP (2003), nuevamente describe la presencia de 12 especies parasitoides en plantaciones cítricas de nuestro país.

## 2. EL MINADOR DE LA HOJA DE LOS CÍTRICOS

### *Phyllocnistis citrella* Stainton 1856

Este insecto es considerado uno de los problemas fitosanitarios más limitantes de la producción cítrica del mundo debido a su velocidad de dispersión y a los niveles de infestación que alcanza (Sponagel y Díaz, 1994 y Castaño, 1996). Según Valarezo y Cañarte (1996), el daño ocurre mayormente durante las brotaciones de la época lluviosa o en plantaciones que disponen de riego durante el año (Foto 1). Esto es coincidente con Garrido (1995<sup>a</sup>) y Curti Díaz *et al.*, (1998) quienes sostienen que las plantaciones jóvenes, injertos y huertos con riego son mucho más atacadas. El daño lo provoca la larva al alimentarse de la savia en las hojas, causando ruptura de los conductos vasculares y distorsión del tejido afectado, volviéndose sensible al ataque de otras plagas y enfermedades (Knapp *et al.*, 1995). El daño causa interferencia del proceso fotosintético, alterando la emisión de flores y la futura producción de frutos (Foto 2). Varios estudios demuestran que si el minador destruye el 30% del área foliar, la siguiente cosecha se reduce. Sponagel y Díaz (1994) manifiestan que en Honduras las infestaciones entre 75 y 83% con una disminución del área foliar de 20% en limón “persa” y naranja “agria”, ocasionan la reducción en rendimiento entre 30 y 40%. En estudios realizados en Ecuador por Valarezo y Cañarte (1997), se determinó una reducción en limón por efecto del minador de 45 y 48% del número y peso de fruto, afectando severamente la producción de limón “sutil” *Citrus aurantifolia* destinada al consumo local (Foto 3), así como la exportación de limón “persa” o “tahití” *Citrus latifolia* (Foto 4).

El microlepidóptero *Phyllocnistis citrella* Stainton 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae), es una plaga originaria de Asia Suroriental. Fue descrita por primera vez en Calcuta, India en 1856 por H.T. Stainton y su primer reporte en América fue en mayo de 1993, en Florida, EEUU (Garrido, 1995<sup>a</sup>). Actualmente se encuentra en todos los continentes, con la misma severidad. En Ecuador se reportó por primera vez en la provincia de Manabí, en febrero de 1995, y según el INIAP (2003), esta plaga se encuentra actualmente distribuida en todos los sistemas de producción de cítricos del país, sea como monocultivo o asociado.

Heppner, 1993 y Castaño (1996), describen el **adulto** como una palomilla pequeña de 2 mm de largo y 4 mm de expansión alar, las alas son cubiertas por escamas blancas y plateado iridiscentes, presenta en los márgenes anteriores y posteriores, una franja de flecos largos con un punto negro en la extremidad de cada ala anterior (Foto 5). Los **huevos** son convexos, microscópicos, de aproximadamente 0.3 mm de diámetro, translúcidos y depositados individualmente en el haz o envés de hojas tiernas (Knapp *et al.*, 1995 y Castaño, 1996). La **larva** de forma aplanada, con cuatro ínstar; el primero de 0.8-2.0 mm de longitud, verde claro, transparente, con la cápsula cefálica más ancha que el cuerpo; el segundo y tercer ínstar larval es amarillo con una longitud de 2 a 4 mm (Foto 6). El cuarto instar es llamado **prepupa**, es de forma alargada y cilíndrica, de color cremoso (Castaño 1996). La **pupa** se forma dentro de la cámara pupal de color naranja, forma de huso, amarillopardo a marrón, de 2,6-3,0 mm de longitud, se destacan sus ojos grandes y una

estructura quitinizada a manera de pico (Foto 7), que le sirve para la emergencia del adulto (Garrido, 1995<sup>b</sup> y González *et al.*, 1995).

Se ha determinado que en regiones cálidas el ciclo biológico se cumple entre 14 y 18 días, mientras en regiones montañosas una generación podría tardar entre 30 y 60 días, pudiendo alcanzar entre 13 y 14 generaciones en un año (Castaño, 1996). El huevo tiene un estadio de 2 a 10 días, la larva 5 a 20 días; prepupa no más de un día, pupa 6 a 22 días y finalmente el adulto tiene una longevidad entre 2 y 12 días (Knapp *et al.*, 1995; Garrido, 1995<sup>b</sup> y González *et al.*, 1995). En Portoviejo, Ecuador, el ciclo biológico del minador es de 28 días, con lo que podrían suceder aproximadamente 13 generaciones al año (Valarezo y Cañarte, 1997).

Los adultos, son muy activos al oscurecer y en las primeras horas de la mañana, tiempo en el cual ovipositan (Salazar, 1999). La hembra deposita individualmente de uno a siete huevecillos en el haz y envés de las hojas tiernas (Peña, 1997), aunque según Cañarte (2001), preferentemente lo hace en el envés (77.08%) y cerca de la nervadura central (75.95%). Esta preferencia esta posiblemente relacionada con la presencia y distribución de los estomas, que en gran medida facilitan la penetración de la larva (Sponagel y Díaz, 1994). Luego de la eclosión del huevo, la larva perfora la cutícula de la hoja hasta llegar a la epidermis, donde se alimenta de los jugos que salen del mismo cuando separa la epidermis del parenquima (Garrido, 1995<sup>b</sup>), observándose claramente el recorrido de la larva, que deja una mina en la hoja en forma de serpentina (Foto 6). Se ha determinado que el 70% del daño en la hoja lo causa el tercer ínstar (Peña, 1997). La proporción sexual se ha establecido en 1:1. Cumplida la alimentación, la larva III se dirige hacia el borde de la hoja, donde pasa a prepupa para construir la cámara pupal; la pupa se forma en un 83% en el borde de la hoja, pero puede ocurrir en cualquier depresión de ésta (Mendoza y Quijije, 1995; Castaño, 1996).

Singh y Azam (1986); Singh *et al.*, (1988) y Cañarte (2001), mencionan que el minador ataca preferentemente brotes tiernos, por lo que la fluctuación poblacional de la plaga está estrechamente relacionada con los periodos de formación de brotes (Foto 8); lo cual a su vez se relaciona con las condiciones climáticas de la zona (Padmanaban, 1994) y la preferencia del insecto por alimentarse de tejido foliar joven (Curti Díaz *et al.*, 1998).

Espinoza (2004), dentro del proyecto "Identificación de los enemigos naturales y determinación del control biológico de los artrópodos-plaga de importancia económica de los cítricos en el Ecuador", estudió durante el año 2003, la dinámica poblacional de las especies-plaga de limón "sutil", entre ellas *P. citrella*, en tres localidades de Manabí (Riochico, Pachinche y Lodana). Se apreció, de manera general una coincidencia de las infestaciones en las tres localidades estudiadas, siendo abril y mayo/03 los meses en que se alcanzaron las mayores poblaciones de la plaga. En Pachinche se logró el valor más alto de infestación en abril/03 con 12,45%, manteniéndose el resto del tiempo valores bajos, de hasta 2,23% en junio/02. En Riochico, las infestaciones fueron ligeramente superiores a las de Pachinche, obteniéndose el valor más alto en mayo/03 con 44,49%, pero la cifra más baja fue de

0.36% en marzo/03. Por último, en Lodana se encontraron las mayores infestaciones en el mes de mayo/03 (28,93%), mientras que las cifras más bajas se dieron en los meses de diciembre/02 y abril/02 con cero porciento de infestación.

El minador presenta como hospederos primarios a especies del género *Citrus*, así como otras pertenecientes a géneros relacionadas con la familia **Rutaceae** (*Aegle*, *Atalantia*, *Citrofortunella*). Se mencionan otros géneros como: *Severinia*, *Muraya*, *Poncirus*, *Limonia*, *Fortunella*. familia **Leguminosae** (*Pongamia*); familia **Lauraceae** (*Alseodaphne* y *Cinnamomum*) y familia **Tiliaceae** en *Grewia asiatica*. (Heppner, 1993, Vergara, 1995 y Valarezo y Cañarte, 1998<sup>a</sup>).



Foto 1. Plantación de limón manejada bajo riego



Foto 2. Floración y fructificación de limón "sutil"



Foto 3. Producción de limón "sutil" para consumo interno



Foto 4. Producción de limón "tahiti" para la exportación



Foto 5. Adulto de *Phyllocnistis citrella* con la extremidad de las alas en forma de fleco



Foto 6. Larva de *Phyllocnistis citrella* en el envés de una hoja de naranja

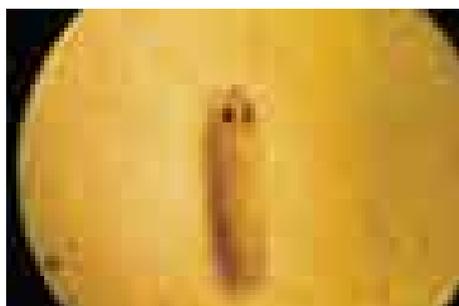


Foto 7. Pupa de *Phyllocnistis citrella* mostrando los ojos y pico quitinizado



Foto 8. Brote de maranja afectado con *Phyllocnistis citrella*

### 3. CONTROL BIOLÓGICO

En 1919, H.S. Smith utilizó, por primera vez, el término “control biológico”, para referirse al uso de enemigos naturales sean introducidos o manipulados, para el control de insectos-plaga, su alcance se ha extendido en el tiempo. Actualmente se entiende como “el uso de organismos vivos como agentes de regulación de plagas”. La premisa del control biológico, descansa en que bajo ciertas circunstancias, muchas poblaciones son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales. Este efecto se origina de la interacción de ambas poblaciones (plaga y enemigos naturales), lo cual implica una relación denso-dependiente que se traduce en el mantenimiento de ambas poblaciones en equilibrio. Bajo este concepto la población del enemigo natural depende de la población de la plaga, es decir la interacción de las poblaciones significa una regulación y no un control (Rodríguez del Bosque, 1991).

#### 3.1. CLASES DE ENEMIGOS NATURALES

Según Greathead y Waage (1983), entre los enemigos naturales, se pueden mencionar parasitoides, depredadores, patógenos, organismos para el control de malezas, parásitos y antagonistas, que presentan características particulares que separan a estos grupos.

- 3.1.1. Parasitoides.** Son una clase especial de depredador, generalmente es del mismo tamaño que el organismo que ataca. Se caracteriza porque se desarrolla dentro o sobre un individuo, el cual casi siempre muere al ser parasitado. El estado larvario del parasitoide es parasítico, mientras que los adultos son de vida libre y muy activos para buscar a los organismos que parasitan, a los cuales se llama hospedero. Cada parasitoide consume un hospedero.
- 3.1.2. Depredadores.** Son individuos que consumen varios organismos durante su vida y activamente buscan su alimento. Al ser que es consumido se denomina presa y, por lo general, son más grandes que éstas. Algunos consumen un rango amplio de especies-presas (polífagos), otros un rango más estrecho (oligófagos) y otros son altamente específicos (monófagos).
- 3.1.3. Patógenos.** Son microorganismos parasíticos, que matan a su hospedero. Los cadáveres de los hospederos liberan millones de propágulos de los microbios individuales, que son dispersados por el viento, la lluvia u otros medios.
- 3.1.4. Organismos para el control de malezas.** Existen insectos fitófagos, que se alimentan selectivamente de una diversidad de malezas, por lo que son ampliamente utilizados para su control biológico. Estos insectos se caracterizan por su alto grado de especificidad por la planta hospedera.

Existen otros agentes de regulación como nemátodos, hongos y bacterias.

**3.1.5. Parásitos.** Estos tienden a debilitar, más que a matar a sus huéspedes y son mucho más pequeños que éstos. Los parásitos dependen de su huésped durante toda su existencia, excepto durante cortos períodos cuando se dispersan; este estado lo pasan usualmente como huevos o esporas, los cuales requieren de un eficiente agente dispersor. Con excepción de algunos nemátodos parásitos de insectos, los parásitos no son muy buenos como agentes de control.

**3.1.6. Antagonistas.** Existen agentes de control biológico que influyen sobre la abundancia de las plagas, pero no se alimentan directamente sobre ellas. Estos afectan a las plagas por exclusión competitiva, misma que puede ser una simple exclusión física o mediante sustancias (antibióticos), que excretan los antagonistas. Estos agentes tienen particular importancia en el control biológico de fitopatógenos.

## 3.2. CLASIFICACION DEL CONTROL BIOLÓGICO

Trujillo (1991), menciona que básicamente se pueden distinguir tres clases de control biológico: por conservación, introducción e incremento.

**3.2.1. Por conservación.** El primer paso consiste en promover la actividad, sobrevivencia y reproducción de los enemigos naturales nativos, a fin de incrementar su impacto sobre las plagas. En este sentido, la conservación de los entomófagos va dirigido preferentemente contra plagas endémicas; no obstante, también incluye el mejoramiento de las posibilidades de establecimiento de las especies introducidas para el control biológico de plagas exóticas o incrementar la eficiencia de especies criadas masivamente en laboratorio. Para alcanzar resultados exitosos, se requiere determinar, cuáles especies están presentes, qué plagas atacan, cuál es su eficacia y bajo que condiciones; con esta información se puede escoger la mejor manera de protegerlos y ayudarlos. Según Trujillo (1991), esta clase de control biológico es la que más se adecua a las condiciones de los países latinoamericanos, ya que la mayoría de las plagas son endémicas y además la implementación de esta clase de control biológico resulta más económica.

**3.2.2. Por introducción.** Si no hay enemigos naturales que eficientemente controlen a las plagas, se puede considerar la introducción y establecimiento de nuevas especies. Esta clase de control, es también llamada control biológico clásico, es usada frecuentemente

en plagas exóticas, las cuales normalmente llegan a una nueva área sin factores naturales de control. Sin embargo, también se pueden utilizar en plagas nativas, que carezcan de enemigos naturales efectivos. En casos exitosos, ésta puede reducir una plaga a niveles por debajo de los umbrales económicos de manera indefinida (Greathead y Waage, 1983).

**3.2.3. Por incremento.** Cuando los enemigos naturales son biológicamente efectivos, pero fallan en controlar a las plagas, no obstante los esfuerzos de conservación e introducción, se puede recurrir al incremento, es decir a su cría masiva y liberación inoculativa o inundativa. Debido a que esta clase de control biológico puede ser más cara que las otras, sólo se deberá recurrir a ella, si las otras clases son ineficientes. Asimismo deberá ser competitiva en términos económicos (Greathead y Waage, 1983).

#### 4. EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Phyllocnistis citrella*

A nivel mundial se ha hecho hincapié en la importancia del control biológico de *P. citrella*, mediante la acción de depredadores, parasitoides nativos e introducidos, capaces de bajar poblaciones de esta plaga a valores tolerables, llegándose incluso en algunos países a prescindir de los insecticidas organosintéticos para su control, debido al perjuicio de estas sustancias sobre los reguladores naturales. Sin embargo, no es menos cierto que en algunas zonas aún no se ha dado importancia a estudios de identificación, distribución, bioecología y eficiencia de los más importantes reguladores biológicos nativos, siendo su eficacia muchas veces ignorada o subestimada. Frente a esta realidad, el conocimiento del accionar de estos enemigos naturales es uno de los pasos iniciales para determinar su potencial y establecer así las condiciones que limitan o aumentan su eficiencia en una región. Por otra parte en Ecuador, en los últimos años, se ha generado importante información sobre la acción de depredadores, parasitoides nativos y particularmente la acción específica del parasitoide *Ageniaspis citricola* fue introducido al Perú en 1996, desde donde se dispersó naturalmente a nuestro país, quedando demostrado que los reguladores biológicos no reconocen frontera y en muchos casos tampoco barreras geográficas.

##### 4.1. CONTROL BIOLÓGICO DE *Phyllocnistis citrella* POR CONSERVACIÓN

El control biológico por conservación de *P. citrella*, consiste en modificar el medio ambiente, de manera que factores adversos a los agentes de control biológico, se eliminen o disminuyan, o en su defecto que el medio sea adaptado a las necesidades de éstos. Es requisito básico eliminar o reducir al mínimo los efectos adversos de insecticidas convencionales, por considerarlos como principal factor nocivo para los parasitoides y depredadores (De Bach, 1979, citado por Bautista *et al.*, 1999).

Esta estrategia está dirigida principalmente al control de plagas nativas; sin embargo, no ofrece resultados tan aparentes como el control biológico clásico, pero su efectividad puede ser mayor que la que se percibe intuitivamente, especialmente si se toma en cuenta el efecto preventivo que tiene. La conservación de especies entomófagas, presenta capacidad para promover la regulación del conjunto de poblaciones de fitófagos, a diferencia del control clásico. Los mecanismos de regulación entre poblaciones de especies de entomófagos y fitófagos se promueven a través de diversas técnicas, entre ellas está, mejorar la disponibilidad de hospederos alternativos y las fuentes alimentarias para entomófagos adultos. Ambas situaciones se logran a través de diseños de cultivos, en los que la diversificación vegetal es la clave de la regulación. Entre las prácticas más comunes está el establecimiento de

policultivos, manejo de vegetación silvestre, cosechas por bandas, o distribución en campo de refugios, aplicación de semioquímicos (Kairomonas) para favorecer el encuentro entre enemigos naturales y sus víctimas (Hagen y Bishot, 1979, citado por Trujillo, 1999).

Valarezo y Cañarte (1998<sup>a</sup>), indican que el empleo de prácticas culturales y la aspersión de sustancias biológicas o naturales, la selección de productos utilizados en cuanto al modo de acción sobre la plaga o su toxicidad, contribuyen a preservar la entomofauna benéfica, compuesta por parasitoides y depredadores que permitirían mantener las plantaciones cítricas con un mínimo de aplicaciones contra el minador.

Durante la época lluviosa de 1996, INIAP, efectuó un levantamiento en 29 localidades en las provincias de Manabí y Los Ríos, para establecer la infestación del minador, presencia de parasitoides y su eficacia en el control natural de esta plaga. De las evaluaciones realizadas Valarezo y Cañarte (1998<sup>a</sup>), determinaron infestaciones hasta 62,19%; sin embargo, pese a la reciente aparición de esta plaga en el país (1995), se detectaron importantes niveles de parasitismo que llegaron hasta 20% (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Determinación del daño de *Phyllocnistis citrella* y su parasitismo natural presente en Manabí, Ecuador. 1996.

Canton	Infestación (%)	Parasitismo (%)	Especies de parasitoides recuperadas
Portoviejo	58.29	17.14	7
24 de Mayo	52.20	20.00	1
Pichincha	50.50	13.33	2
Chone	39.70	16.67	3
Santa Ana	31.53	20.00	1
Jipijapa	19.60	2.50	-
Flavio Alfaro	11.03	0.00	0
Junín	54.12	7.68	1
Bolívar	62.19	2.16	1

- No se recuperaron especímenes, pese a evidenciar parasitismo en campo y laboratorio

De esta investigación se reportaron once especies de parasitoides nativos de esta plaga, incluyendo parasitoides de larvas (Foto 9 y 10) y pupas (Foto 11 y 12), como los microhimenópteros de la familia Eulophidae, Elasmidae y Signiphoridae (Cuadro 2). Las especies ampliamente distribuidas fueron *Elasmus* sp. (Foto 13); *Horismenus* sp. y *Galeopsomyia* sp. (Foto 14), presentes en cinco, cuatro y dos cantones, respectivamente, de los nueve evaluados. Por otra, parte en Portoviejo se colectaron la mayor diversidad de especies (siete de nueve identificadas), seguido de Chone con tres especies y Pichincha con dos especies (INIAP, 1997; Valarezo y Cañarte, 1998<sup>a</sup>; Valarezo y Cañarte, 1998<sup>b</sup> y Valarezo *et al.*, 1999).

**Cuadro 2.** Géneros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* reportadas en Ecuador hasta 1998.

Genero	Canton
Familia Eulophidae	
<i>Baryscapus</i> sp.	Portoviejo (Manabi)
<i>Chrysocharodes</i> sp.	Pichincha (Manabi)
<i>Cirrospilus</i> sp.	Portoviejo, (Manabi)
<i>Galeopsomyia</i> sp.	Portoviejo, Chone (Manabi)
<i>Horismenus</i> sp	Portoviejo, Chone, Pichincha, 24 de Mayo (Manabi)
<i>Neochrysocharis</i> sp.	Portoviejo (Manabi)
<i>Zagrammosoma</i> sp.	Portoviejo (Manabi)
<i>Pnigalio</i> sp.	Quevedo (Los Ríos)
Especie sin identificar	Quevedo (Los Rios)
Familia Elasmidae	
<i>Elasmus</i> sp.	Portoviejo, Chone, Santa Ana, Junín, Bolívar (Manabi)
Familia Signiphoridae	
Especie sin identificar	Portoviejo (Manabi)

La identificación fue realizada en 1997 por M. E. Schauff, Systematic Entomology Laboratory. United States Department of Agriculture, USDA.

Según estudios realizados en Ecuador, en 1992, algunas especies de los géneros citados en el cuadro anterior, fueron reportados como controladores biológicos del minador de la hoja del café *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) en plantaciones de Manabí y Los Ríos, entre ellos *Horismenus cupreus*, *Zagrammosoma* sp., *Tetrastichus* sp., *Pnigalio* sp. y *Cirrospilus* sp. (Mendoza, 1995), de los cuales todos, con excepción de *Tetrastichus* sp., han sido asociados con el minador de la hoja de los cítricos en Ecuador. Esto permite presumir que la plaga podría ser regulada satisfactoriamente de manera natural con estos parasitoides nativos generalistas, dado a la existencia en el país de muchas zonas con la asociación café-cítricos (Valarezo y Cañarte, 1998<sup>a</sup>).

Bautista *et al.*, (1997 y 1998), señalan que en México, en ciertos periodos del año, se presentan bajos porcentajes de parasitismo de *P. citrella*, debido a la presencia de otros huéspedes alternos, tales como el minador de la hoja del café *L. coffeella* y del aguacate *Gracillaria* sp. (Lepidoptera: Gracillariidae), así como otras especies presentes en malezas, que son utilizados por los mismos enemigos naturales. Martínez y Ruiz (1996) citan parasitoides que son coincidentes con los reportados en Ecuador, tales como *Cirrospilus* spp., *Elasmus* sp., *Horismenus* sp., *Zagrammosoma* sp. y *Pnigalio* sp., presentes en el sur de Tamaulipas y norte del Edo. de México. Perales *et al.* (1996) adiciona a éstos la presencia de *C. quadristriatus*, *Z. multilineatum* en Tecmán y Colina. Finalmente Bautista *et al.* (1999) indican que en Cuitlahuac, Veracruz se encuentran, *Cirrospilus* sp. n1, *Cirrospilus* sp. n2, *Galeopsomyia* sp. y *E.*

*tischeriae*. Toda esta diversidad de parasitoides, reducen considerablemente la densidad poblacional del minador, pudiéndose presentar un parasitismo superior a 70%.

En Colombia, frontera con Ecuador, se han registrado más de 30 especies nativas (parasitoides y depredadores) asociadas con *P. citrella* siendo los principales: *Galeopsomyia fausta* LaSalle, *Closterocerus cinctipennis* Ashmead, *Elasmus tricheridae* Howard, *Horismenus fraternus*, *Cirrospilus* sp., *Zagrammosoma multilineatum* Ashmead, *Aprostocetus* sp., *Pnigalio minio* Walker, *P. sarasolai*, *Chrysocharis* sp.. Sobresale *Galeopsomyia* sp., responsables de un 52% de parasitismo (Castaño, 1996; Cabo, 1996 citado por Peña, 1997 y CORPOICA, 1998). Estos autores señalan que un año después de haberse introducido el minador a Colombia (marzo de 1995), se observó un daño menor al 10% y porcentajes de parasitismo superior al 80%.

Salazar, (1999), manifiesta que en Perú, tan pronto se produjo la invasión de la plaga a los departamentos norteños de Tumbes y Piura, frontera con Ecuador (junio de 1995), se detectaron parasitoides nativos, debiéndose su presencia posiblemente a la existencia de diferentes insectos minadores en cultivos como el algodón, café y plantas silvestres. Se menciona a *Closterocerus* sp., *Elasmus* sp., *Pnigalio* sp., *Cirrospilus* sp. y *Zagrammosoma* sp., encontrados en Tumbes, los que se incrementaron progresivamente, hasta alcanzar porcentajes de parasitismo mayores a 80%, en viveros donde no se aplicaban plaguicidas.

## 4.2. CONTROL BIOLÓGICO DE *Phyllocnistis citrella* POR INTRODUCCIÓN Ó CLÁSICO

### 4.2.1. DESARROLLO

Hoy y Nguyen (1994) mencionan que el control biológico clásico comprende la introducción y establecimiento de parasitoides específicos para *P. citrella*, los cuales podrían proveer un control sustancial del minador de entre tres a cinco años después de su introducción, sí las aplicaciones de insecticidas químicos disminuyen para permitir la supervivencia de los parasitoides.

El esfuerzo en el control biológico del minador en los últimos años realizado por científicos australianos resultó en el establecimiento de tres especies de parasitoides: *Citrostichus phyllocnistoides*, *Cirrospilus quadristriatus* y *Ageniaspis citricola*, las cuales ejercieron tasas superiores al 80% de parasitismo en algunas zonas. Estas especies fueron introducidas de China y Tailandia para ser evaluadas en Australia y determinar su especificidad al hospedero (Hoy y Nguyen, 1994); se determinó que *C. quadristriatus* actúa como hiperparasitoide de *Ageniaspis citricola* (Hoy *et al.*, 1996), por lo que según Peña, citado por Castaño (1996) no es conveniente su introducción.

Perales, *et al.* (1997) sostienen que la estrategia que puede emplearse por la naturaleza

exótica del insecto, es el control biológico clásico, que puede complementarse con la acción de los enemigos naturales nativos, permitiendo mayores posibilidades de éxito.

Los primeros trabajos sobre control biológico clásico del minador, los realizó Dan Smith en 1983, cuando colectó *A. citricola* en Tailandia (Peña, 1997). Por su parte, Núñez y Canales (1999) mencionan que la primera experiencia sobre la introducción y utilización de *A. citricola* data de julio de 1990, cuando Beattie, entomólogo de NSW Agriculture, visitó China, Singapur y Hong Kong, para coordinar la introducción hacia Australia de los tres parasitoides del minador antes mencionados.

Las primeras liberaciones de *A. citricola* en Australia se realizaron en junio de 1992, con resultados positivos. Posteriormente, en 1994, se introdujo a Florida, EEUU con especímenes colectados en Australia por Hoy y Nguyen. En Florida, Smith y Hoy, desarrollaron un sistema de crianza, el cual es aplicado en varios países. Las liberaciones y evaluaciones en Florida, indican que *A. citricola* destaca como excelente parasitoide, observando hasta 99% de parasitismo después de 15 meses de su liberación. Actualmente el parasitoide está ampliamente distribuido, siendo catalogado como el enemigo dominante del minador en Florida (Núñez y Canales, 1999).

*Ageniaspis citricola* fue introducido a Israel a fines de septiembre de 1994 y en dos años se observó un 46% de parasitismo; en 1994, también fue trasladada a las Islas de Andros y Abaco, Bahamas, para su colonización, siendo capaz de reducir poblaciones de la plaga en forma radical, registrándose parasitismo cerca de 100% en pupas (Núñez y Canales, 1999). En España, se introdujo *A. citricola*, *Quadrastichus* sp. y *Semielaeches pectiolatus*, causando un parasitismo alto durante el mes de enero de 1997, sin embargo, cuando se quiso determinar su establecimiento y colonización, no se pudieron recuperar especímenes de *A. citricola*. En Asia Menor se introdujeron varias especies de parasitoides, entre ellos *A. citricola* (Peña, 1997 y Jacas, 1997 citado por Peña, 1997). En Honduras, Castro realizó liberaciones de *A. citricola* durante 1996 y en seis meses se había dispersado por toda el área cítrica. A pesar de existir biocontroladores nativos, este parasitoide ha empezado a imponerse sobre ellos demostrando su competitividad (Núñez y Canales, 1999).

En 1996, se inició la introducción de *A. citricola* al Perú desde Florida, EEUU logrando establecerse en los municipios de Tumbes y Piura, donde se reportan parasitismos hasta 85% y 79% respectivamente. En febrero de 1998 se realizó la introducción a Argentina desde Perú, con reportes exitosos de su establecimiento. Igualmente desde Perú, en 1998 se efectuó un envío a Venezuela y en marzo de 1999 a la región norte de Chile (Núñez y Canales, 1999). Dado el éxito de este parasitoide, reportado en el mundo, en agosto y noviembre de 1997, el Centro Nacional de Referencia de Control Biológico introdujo a México 1000 pupas de *A. citricola*. Perales, et al., (1997).

Pese a los logros alcanzados con *A. citricola*, en estudios realizados por Peña y Duncan (1993), durante tres años, se demostró que los parasitoides nativos causan una mortalidad superior al minador, a la reportada por *A. citricola*. Peña (1997) concluye

una investigación, mencionando que en muchas regiones, el establecimiento de *A. citricola* ha sido un éxito, mientras que en otras áreas esto no ha ocurrido, por lo que es necesario realizar estudios para determinar las condiciones abióticas (temperatura, humedad, vientos secos, entre otros) y bióticos (complejo de parasitoides, brotación de los cítricos) que limitan el éxito de adaptación y establecimiento de especies exóticas. Por esta razón, países como Nicaragua y Colombia han decidido no introducir enemigos naturales, debido a que el complejo de controladores nativos actualmente han mantenido las poblaciones por debajo el umbral económico. Sin embargo, el mismo Peña y Duncan (1993) manifiestan que esto no significa una norma para todas las regiones donde se encuentra el minador, sino que la única forma de mantener un sistema de control biológico activo, es mediante estudios que indiquen la acción real de la fauna benéfica nativa y exótica.

#### 4.2.2. DISTRIBUCIÓN DE PARASITOIDES DE *Phyllocnistis citrella* EN EL MUNDO

En el Cuadro 3, se presenta una recopilación de los principales parasitoides reportados en el mundo para la regulación de las poblaciones de *P. citrella*, respaldados por una diversidad de investigadores como Schauff y LaSalle (1996); Martínez y Ruiz (1996); Perales et al., (1996); Peña (1997); Bautista (1997); Valarezo y Cañarte (1998<sup>a</sup>) y Bautista et al., (1999).

Cuadro 3. Parasitoides de *Phyllocnistis citrella* registrados en el mundo. 2001.

Parasitoide	Países de registro
<i>Ageniaspis citricola</i>	Ecuador, Australia, Nueva Zelanda, Israel, EEUU, Taiwán, Perú, Honduras, Argentina, Chile, Venezuela.
<i>Ageniaspis</i> sp.	EEUU, Filipinas
<i>Apleurotropis</i> sp.	China, África, Australia, Nueva Guinea, N. Zelanda
<i>Amatellon</i> sp.	India
<i>Apotetrastichus sericothorax</i>	Italia
<i>Aschrysocharoides</i> sp.	Japón
<i>Ascotolinx funeralis</i>	Australia
<i>Asaphoideus niger</i>	Japón
<i>Bracon</i> sp.	Filipinas
<i>Bariscapus</i> spp.	Ecuador, Oman, Egipto
<i>Catolaccus aeneoridis</i>	EEUU
<i>Cirrospilus quadristriatus</i>	China, Tailandia, México, Japón
<i>Cirrospilus ingenuos</i>	Tailandia, Filipinas, Taiwan, C.Rica, China, Japón
<i>Cirrospilus triafasciatus</i>	Tailandia
<i>Cirrospilus phyllocnistoides</i>	Tailandia, La India
<i>Cirrospilus pictus</i>	España, EEUU
<i>Cirrospilus vittatus</i>	España, EEUU
<i>Cirrospilus</i> sp.	España, EEUU, Costa Rica, Panamá, Islas Canarias
<i>Cirrospilus</i> sp.	Colombia, España, Israel, Siria, EEUU, Honduras
<i>Cirrospilus</i> sp. n.1	México
<i>Cirrospilus</i> sp. n.2	México
<i>Cirrospilus</i> spp.	Ecuador, México, Brasil
<i>Cirrospilus cinctiventris</i>	África,
<i>Cirrospilus diallus</i>	Italia
<i>Cirrospilus jiangxiensis</i>	Italia
<i>Cirrospilus lycus</i>	China, Japón
<i>Cirrospilus nigriscutellaris</i>	China, Japón

continúa a la siguiente pág

Cuadro 3... (continuación)

<i>Cirrospilus phyllocnistis</i>	EEUU
<i>Chrysocharis pentheus</i>	Japón, España, Israel
<i>Closterocerus</i> sp.	EEUU, Bahamas
<i>Closterocerus tritasciatus</i>	Honduras, México
<i>Closterocerus cincipennis</i>	EEUU
<i>Chrysocharodes</i> spp.	Ecuador, América Central, México, EEUU, Colombia, Perú, Venezuela
<i>Chrysonotomya</i> sp.	China
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	Honduras, México
<i>Chrysocharis phyllocnistoides</i>	Japón
<i>Diglyphus isaea</i>	España
<i>Elachertus</i> sp.	China, EEUU, Honduras
<i>Eurytoma</i> sp.	Tailandia, Japón
<i>Elasmus tischeriae</i>	Ecuador, EEUU, México
<i>Elasmus</i> sp.	Ecuador, México, EEUU, India, Bahamas, C. Rica, Filipinas
<i>Elasmus zehnteri</i>	Filipinas, EEUU
<i>Eupelmus urozonus</i>	Japón
<i>Galeopsomyia</i> sp.	Ecuador, Colombia, México, Nicaragua, Holanda
<i>Horismenus</i> sp.	EEUU, Honduras
<i>Horismenus</i> sp.	Ecuador, Brasil, Colombia, Honduras, Costa Rica, EEUU
<i>Horismenus sardus</i>	Costa Rica
<i>Hocopelte</i> sp.	Colombia, Nicaragua, Honduras
<i>Kratoysma citri</i>	No se indica país
<i>Kratoysma</i> sp.	No se indica país
<i>Notanisomorphella borborica</i>	África
<i>Neochrysocharis formosa</i>	España, Mediterráneo
<i>Neochrysocharis</i> sp.	Ecuador, Honduras, Costa Rica, EEUU
<i>Oncophanes</i> sp.	EEUU
<i>Pnigalio pectinicornis</i>	España
<i>Pnigalio proximus</i>	EEUU
<i>Pnigalio maculipes</i>	EEUU
<i>Pnigalio minio</i>	EEUU
<i>Pnigalio</i> sp.	Ecuador, México, EEUU, Bahamas
<i>Pleurotropopsis</i> sp.	Indonesia
<i>Pediobius</i> sp.	Indonesia
<i>Pteromalus</i> sp.	Túnez
<i>Quadrastichus</i> sp.	Tailandia, EEUU
<i>Ratzeburgiola incompleta</i>	España, Siria, Europa, Israel
<i>Sympiesis striatipes</i>	Tailandia, Japón, Siria, Europa, Israel
<i>Sympiesis gregori</i>	España, Túnez
<i>Sympiesis gordius</i>	España
<i>Sympiesis</i> sp.	EEUU, España
<i>Sympiesis sendanis</i>	España
<i>Sympiesis saudani</i>	España
<i>Semielacher petiolatus</i>	Siria, Europa, Israel
<i>Scotolinx quadratiatus</i>	India
<i>Tetrastichus dolichogaster</i>	Italia
<i>Tetrastichus</i> spp.	Taiwan, India
<i>Tetrastichus phyllocnistoides</i>	China
<i>Teleopterus</i> sp.	Tailandia, Italia
<i>Teleopterus exias</i>	Italia
<i>Zaomomentedon brevipetiolatus</i>	Japón
<i>Zagrammosoma multilineatum</i>	EEUU, Colombia, México
<i>Zagrammosoma americanum</i>	EEUU
<i>Zagrammosoma crowei</i>	Etiopía, África
<i>Zagrammosoma</i> sp.	Ecuador, Colombia, Bahamas, C.Rica, Guatemala, EEUU

#### 4.2.3. CARACTERÍSTICAS DE *Ageniaspis citricola*

Núñez y Canales (1999), realizan una descripción de las características más sobresalientes de este parasitoide.

##### 4.2.3.1. Ubicación taxonómica

Orden	Hymenoptera
Suborden	Apocrita
Súper familia	Chalcidoidea
Familia	Encyrtidae
Subfamilia	Encyrtinae
Genero	<i>Ageniaspis</i> Dahlbom, 1857
Especie	<i>Ageniaspis citricola</i> Logvinovskaya, 1983

**4.2.3.2. Origen:** Fue descrita por Logvinovskaya en 1983 de especímenes procedentes de la República Democrática de Vietnam, Hanoi, cuyo holotipo se encuentra en la colección del Zoological Institute of the Academy of Sciences, URSS, Leningrado. Estas avispa pertenecen al grupo de los controladores llamados parasitoides, por cumplir su ciclo biológico a expensas de la plaga hospedera. Es endoparasitoide porque se desarrolla dentro del cuerpo de la larva del insecto. Tiene como centro de origen Tailandia, Taiwán y Vietnam.

Las colonias que fueron introducidas a Perú desde Florida, EEUU tienen su origen en Tailandia. A pesar de tener requerimientos altos de temperatura y humedad relativa, se aclimató muy bien a las condiciones de la costa norte y sur de Perú, con baja humedad relativa entre 50 y 60% (Núñez y Canales, 1999)

**4.2.3.3. Descripción:** Las larvas de *A. citricola* son muy móviles, alargadas, sin segmentos visibles, pasan por dos instares segmentados, luego a prepupa y finalmente a pupa. La larva de *P. citrella* presenta síntomas característicos del parasitismo de *A. citricola*, que primero se observa como una hinchazón, acompañada de pérdida de color y de apetito, al finalizar el último instar larval, su piel se endurece y cambia al color acaramelado, delineando cada una de las pupas de la avispa parasitoide (Foto 15), que se disponen preferentemente dentro de la cámara pupal del minador (Foto 16), en hileras una tras otra y en número de dos a nueve a manera de “salchichas” (Foto 17). El adulto, es una avispa diminuta, cuyo cuerpo mide de 0,8 a 1,0 mm de longitud, de color negro (Foto 18), alas hialinas (Foto 19). La hembra con la cabeza tan larga como ancha, antenas de color marrón claro, tórax convexo, considerablemente más largo que el abdomen, patas oscuras excepto la base del fémur medio, que es pálido. Abdomen con ovipositor no proyectado. El macho, cabeza tan ancha como el tórax, antenas de color oscuro, todas las patas son oscuras excepto el tarso y un tercio de las patas medias y posteriores, que son de color amarillo (Foto 20).

**4.2.3.4. Bioecología:** Algunos himenópteros parasitoides como *A. citricola*, presentan un proceso especial de reproducción, llamado poliembrionía, donde un huevecillo puede dar origen a más de un individuo; . En este caso, la avispa deposita un minúsculo huevecillo dentro del embrión del huevo de la plaga. Durante el periodo

de incubación, el huevecillo del parasitoide se multiplica en un número variable de células, formando un cuerpo alargado asimétrico llamado cadena embrionaria, que se encuentra flotando dentro del cuerpo del hospedero, posteriormente se rompe y cada célula se adhiere a un órgano de la larva hospedero y desarrolla un embrión. Esto es adquirido sólo después que la larva de la plaga ha empezado a madurar. Los individuos desarrollados de un huevecillo serán de un mismo sexo. La longevidad de *A. citricola* se reporta entre 10 y 40 horas. La oportunidad del encuentro entre el espécimen hembra de *A. citricola* y el minador se debe a la alta especialización del controlador en parasitar solamente huevos y larvas recién emergidas de la plaga (Núñez y Canales, 1999).

El ciclo biológico de *A. citricola* está muy relacionado con el del minador, la duración del desarrollo desde huevecillo hasta adulto oscila entre 16 y 24 días en pruebas realizadas en 1997, entre 14 y 38 días en 1998, con diferencia de 1 a 3 días menos que el ciclo del minador. El ciclo del minador se inicia 3 ó 4 días antes del controlador; se considera que el momento preciso para que la microavispa parasite, es antes que el huevecillo del minador eclosiona (Núñez y Canales, 1999).

Respecto a las condiciones climáticas, las temperaturas por encima de 25 °C y humedades relativas mayores a 60% son ideales, siendo lo óptimo para favorecer el establecimiento y colonización de *A. citricola*, temperaturas de 28 °C y humedad relativa entre 80-85%, con lo cual se obtiene hasta 98% de parasitismo (Núñez y Canales, 1999).

Según Núñez y Canales (1999), los mejores resultados del establecimiento de *A. citricola* en Perú, se han obtenido en campos cuyos propietarios han conservado las reglas de liberación, como la de no aplicar plaguicidas, mientras que en campos con aplicación de plaguicidas el parasitismo es muy bajo (0.5 a 15 %). Esto se comprobó en Villacuri, Perú, donde luego de haber liberado más de 3200 avispas, sólo se reportó 3% de parasitismo, debió a que los productores continuaron aplicando plaguicidas cada 10 días.

#### 4.2.4. PRESENCIA DE *Ageniaspis citricola* EN ECUADOR

Durante su investigación, Cañarte (2001), reportó por primera vez en Ecuador la presencia de este sorprendente regulador biológico identificado como *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya (Hymenoptera: Encyrtidae). Su identificación, así como la de otros dos parasitoides, fue ratificada por M. N, Bautista Del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados de México y B. H, Arredondo Del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico en Tecoman Colima, México, empleando las claves de Schauf y La Salle (1996). Los otros dos parasitoides corresponden a las especies *Galeopsomyia* sp1 Girault (Eulophidae) y *Elasmus tischeriae* (Foto 13) Howard (Elasmidae), también del orden Hymenoptera. Estos tres reguladores biológicos fueron encontrados en tres regiones del país (Costa, Sierra y Amazonía). Las dos últimas especies han sido reportados también en Colombia (frontera con Ecuador), según cita Castaño (1996). Cabe señalar que la especie predominante fue siempre *A. citricola*, cuyo hallazgo es de gran trascendencia para la citricultura del país.

En el Cuadro 4, se presenta el estado biológico que atacan los parasitoides mencionados y su eficacia promedio a nivel nacional, sobresaliendo *A. citricola* con un 28.42% de parasitismo. En el Cuadro 5, se puede observar la distribución geográfica y la eficacia de estos parasitoides en 18 localidades del Ecuador, determinándose que la acción conjunta de los tres parasitoides reportados, permitieron establecer un control biológico entre 13.33% en Flavio Alfaro y 86.21% en Sucre. Definitivamente *A. citricola* es la especie parasitoide predominante y responsable del mayor parasitismo con relación a las otras dos, alcanzando en el cantón Sucre hasta un 79.31% de parasitismo, valores muy similares a los reportados en Florida, EEUU con 80% (Medina *et al.*, 1997) y hasta de 100% en Australia (Peña, 1997). Las otras dos especies representan bajo parasitismo, pese a que según estudios reportados por Valarezo y Cañarte (1998<sup>a</sup>), en nuestro país *Elasmus* sp. se presentaba como la especie más frecuente entre las localidades evaluadas y con el mayor número de individuos en Manabí hasta 1998, seguida de *Horismenus* sp. y *Galeopsomyia* sp.. Otro punto importante es la presencia de *A. citricola* en el Oriente ecuatoriano, hasta con 16.67% de parasitismo, lo cual sorprende si se considera que entre la Costa y esta región se encuentra una barrera natural como es la Cordillera de Los Andes, atribuyéndose su presencia muy posiblemente, al transporte del material vegetativo, entre otras razones.

**Cuadro 4.** Especies de parasitoides, porcentaje promedio de parasitismo en *P. citrella* a nivel nacional y estado biológico que ataca. Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.

Parasitoide	Familia	% de parasitismo	Estado biológico que ataca
<i>Ageniaspis citricola</i>	Encyrtidae	28.42	Huevos, larvas I
<i>Galeopsomyia</i> sp1	Eulophidae	2.15	Larva II, III, prepupa y pupa
<i>Elasmus tischeriae</i>	Elasmidae	0.07	Larva II, III y pupa

El éxito de *A. citricola* como parasitoide de *P. citrella*, se puede explicar por ser ésta una especie poliembriónica, específica de este minador y gregaria, lo cual le confiere mayor eficacia frente a las especies generalistas nativas (Hoy y Nguyen, 1994), demostrando su gran competitividad. Mientras que otros parasitoides son desplazados, teniendo que sobrevivir utilizando hospederos alternos de plantas cultivadas o malezas, tales como el minador de la hoja del café *L. coffeella* (Mendoza, 1995; Bautista *et al.*, 1997; Bautista *et al.*, 1998 y Valarezo y Cañarte, 1998<sup>a</sup>). Ésto explicaría el hecho que durante la investigación se encontraron en plantaciones de cítricos solamente dos de las once especies parasitoides que hasta 1998 se reportaron en Ecuador (INIAP, 1996<sup>b</sup> y Valarezo y Cañarte 1998<sup>a</sup>).

**Cuadro 5.** Distribución geográfica y eficacia de los parasitoides de *P. citrella* en Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.

Cantones	Hojas evaluadas	% de parasitismo por especie			Total de parasitismo (%)
		<i>A. citricola</i>	<i>Galeopsomyia</i> sp.1	<i>E. tischeriae</i>	
<b>Región Costa/Manabí</b>					
Portoviejo	1825	18.31	2.45	0.09	20.85
Santa Ana	715	45.97	6.48	0.00	52.45
Jipijapa	490	18.08	3.15	0.00	21.23
Pichincha	187	29.56	0.87	0.00	30.43
Chone	154	27.89	0.53	0.00	28.42
Pajan	139	35.88	1.18	0.00	37.06

continúa a la siguiente página

Cuadro 5... (continuación)

Junín	110	13.34	2.96	0.00	16.30
Flavio Alfaro	97	13.33	0.00	0.00	13.33
Olmedo	86	20.95	0.00	0.00	20.95
Bolívar	83	28.43	0.00	0.98	29.41
24 de Mayo	82	50.00	0.00	0.00	50.00
Sucre	70	79.31	6.90	0.00	86.21
<b>Región Costa/Guayas</b>					
Guayaquil	76	25.81	0.00	0.00	25.81
<b>Región Costa/Los Ríos</b>					
Quevedo	81	14.00	2.00	0.00	16.00
Buena Fé	85	17.14	2.86	0.00	20.00
<b>Región Sierra/Loja</b>					
Malacatos	5	--	--	--	--
<b>Región Sierra/Azuay</b>					
Santa Isabel	5	--	--	--	--
<b>Región Amazónica/Orellana</b>					
Coca	98	16.67	5.00	0.00	21.67

-- Solo se evidenció la presencia de exuvias de parasitoides, pero no se recuperó especímenes

Cañarte (2001), menciona que *A. citricola* llegó y se dispersó en Ecuador de manera natural desde Perú, país que lo introdujo desde 1996, como parte de un programa nacional de control biológico clásico del minador, realizando liberaciones en la mayoría de las zonas cítricas peruanas, incluyendo plantaciones fronterizas de Tumbes y Piura, que reportaron luego parasitismo de hasta 98% (Núñez y Canales, 1999). En la Figura 1, se sitúan dentro del mapa los 18 cantones muestreados en Ecuador durante el 2001, reportándose en ellos la presencia de *A. citricola*. Además se aprecia, la posible ruta de dispersión seguida por este parasitoide en el Ecuador desde que inicia su colonización en la provincia fronteriza de Loja, avanzando hacia el resto del país, pasando por las provincias Azuay, Guayas, Manabí, Los Ríos y posteriormente Orellana.

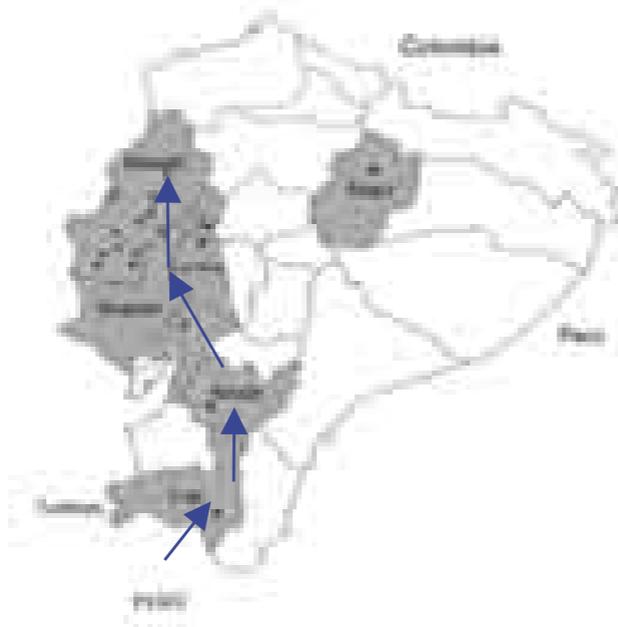


Figura 1. Descripción de la ruta seguida por el parasitoide *Ageniaspis citricola* en Ecuador.

Cañarte (2001), evaluó en tres localidades de Manabí, la proporción de pupas de *A. citricola*, observando 2503 hojas con cámaras pupales. Los resultados permitieron determinar que en un 69,30%, las cámaras pupales presentaban en promedio “salchichas” con tres pupas de *A. citricola*, seguido del 23,14% con dos pupas y el restante 7,56%, presenta una, cuatro, cinco y seis pupas por cámara, lo cual estaría dentro del rango citado por Núñez y Canales (1999), que mencionan entre 2 a 9 pupas de *A. citricola* por cámara pupal.

A partir del 2002, el INIAP, en el proyecto “Identificación de los enemigos naturales y determinación del control biológico de los artrópodos-plaga de importancia económica de los cítricos en el Ecuador”, también buscó determinar la identificación, distribución y eficiencia de los parasitoides del minador de la hoja de los cítricos *P. citrella*. Se visitaron 61 plantaciones de limón, naranja y mandarina durante la época seca del 2002. De éstas durante la época lluviosa del 2003, se confrontaron 15 plantaciones seleccionadas al azar. Las provincias involucradas en el estudio fueron Manabí, Guayas, Los Ríos, Bolívar, Pichincha y Tungurahua, por su mayor hectareaje a nivel nacional. Con el fin de recuperar parasitoides, en cada plantación se tomó una muestra de 50 hojas, que fueron ubicadas en fundas plásticas, siguiendo la metodología descrita en el Capítulo 8 (páginas 50 y 51) de este manual. De estas colectas, se determinó la presencia de doce especies parasitoides, todas del orden Hymenoptera (Cuadro 6). Fueron identificadas preliminarmente por personal técnico del DNPV-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP cinco especies: familia Encyrtidae (*Ageniaspis citricola*), familia Eulophidae (*Cirrospilus* sp., *Horismenus* sp., *Galeopsomyia* sp.) y de la familia Elasmidae (*Elasmus tischeriae*). Esta investigación permitió confirmar la presencia y amplia distribución de *A. citricola* en Ecuador.

La distribución geográfica de los principales enemigos naturales del minador, se presenta en las Figuras 2 al 8. De las doce especies parasitoides reportadas para *P. citrella*, se puede mencionar que *A. citricola* y *Horismenus* sp. están ampliamente distribuidas en Ecuador, presentándose en las seis provincias cítricas evaluadas (Manabí, Guayas, Los Ríos, Bolívar, Pichincha y Tungurahua), seguido de *Cirrospilus* sp. que se encontró en cuatro provincias, estando ausente en provincias de la Sierra como Pichincha y Tungurahua; *Galeopsomyia* sp. está en Manabí, Los Ríos y Pichincha; mientras que *Elasmus* sp. fue reportada sólo en Manabí y Los Ríos, por lo que es el parasitoide de menor distribución; las restantes siete especies, aún por identificar se limitan de una a tres provincias (Figura 2). También se puede mencionar que de manera general existe una mayor diversidad de enemigos naturales en las provincias de la Costa, sobresaliendo Los Ríos por su gran número de especies parasitoides (siete), seguido de Manabí y Guayas con seis, Bolívar y Pichincha con cinco especies cada una. No así Tungurahua que reportó tan sólo dos especies parasitoides.

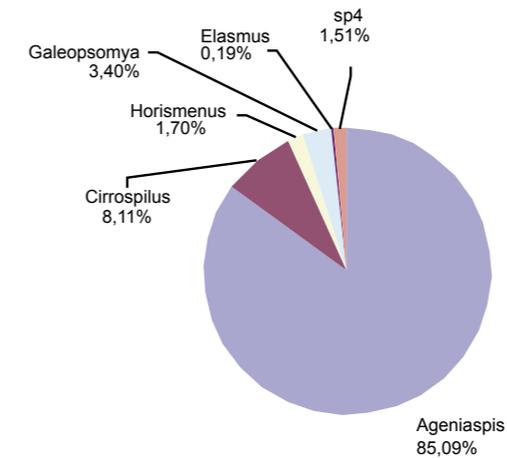
**Cuadro 6.** Himenópteros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* identificados en seis provincias cítricas del Ecuador.

Especie parasitoide	Familia	Estado biológico que parasita
<i>Ageniaspis citricola</i> Logvinovskaya	Encyrtidae	Huevos, larva I.
<i>Cirrospilus</i> sp.	Eulophidae	Larva II, III
<i>Elasmus tischeriae</i> Howard	Elasmidae	Larva II, III, pupa
<i>Galeopsomyia</i> sp. Girault	Eulophidae	Larva II, III, prepupa, pupa
<i>Horismenus</i> sp.	Eulophidae	Larva II, III
<i>Galeopsomyia</i> sp. Girault	Eulophidae	Larva II, III, prepupa, pupa
<i>Elasmus tischeriae</i> Howard	Elasmidae	Larva II, III, pupa
Especie 1	Eulophidae	Larva
Especie 2	Eulophidae	Larva
Especie 3	Eulophidae	Larva
Especie 4	Eulophidae	Larva
Especie 5	Eulophidae	Larva
Especie 6	Eulophidae	Larva
Especie 7	Eulophidae	Larva

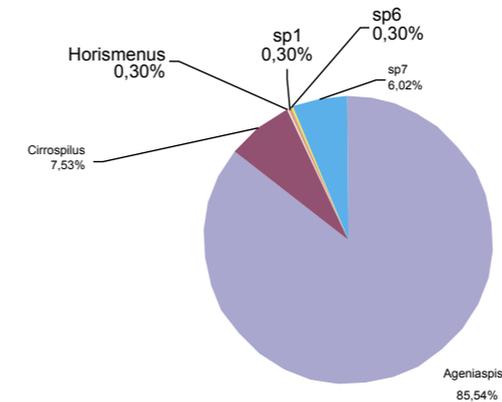
Conocida la identificación de los parasitoides, se procedió a determinar su proporción. Según los datos colectados, *A. citricola* fue la especie de mayor abundancia en todas las provincias evaluadas, alcanzando en Manabí el 85,09% del total de especímenes recuperados (Figura 3), Guayas 85,54% (Figura 4), Los Ríos 83,05% (Figura 5), Bolívar 72,00% (Figura 6), Pichincha 79,00% (Figura 7), y Tungurahua el 59,00% (Figura 8), que la convierten fácilmente en la especie dominante sobre las demás, y prueba una vez más su capacidad de desplazar a las especies nativas, como fue documentado anteriormente. En segundo lugar de abundancia, aunque en menor proporción que *Ageniaspis*, se encuentra *Cirrospilus* sp. para las provincias de Manabí, con 8,11% del total de la población, Guayas (7,53%) y Los Ríos (14,00%), e incluso Bolívar con 12% (Figuras 3, 4, 5 y 6). En las provincias de la Sierra *Cirrospilus* sp. esta ausente, sobresale después de *Ageniaspis*, la especie *Horismenus* sp. con 9,00% y 41,00% del total de individuos recuperados en las provincias de Pichincha y Tungurahua, respectivamente (Figuras 7 y 8).



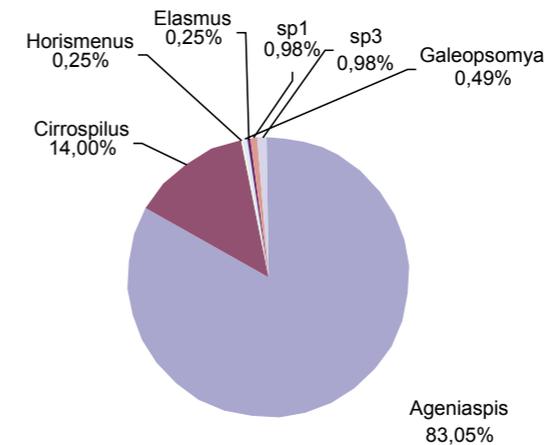
**Figura 2.** Distribución de los parasitoides del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* en seis provincias del Ecuador. 2003.



**Figura 3.** Especies parasitoides de *Phyllocnistis citrella* presentes la provincia de Manabí, Ecuador. 2003.



**Figura 4.** Especies parasitoides de *Phyllocnistis citrella* presentes en la provincia del Guayas, Ecuador. 2003.



**Figura 5.** Especies parasitoides de *Phyllocnistis citrella* presentes en la provincia de Los Ríos, Ecuador. 2003.

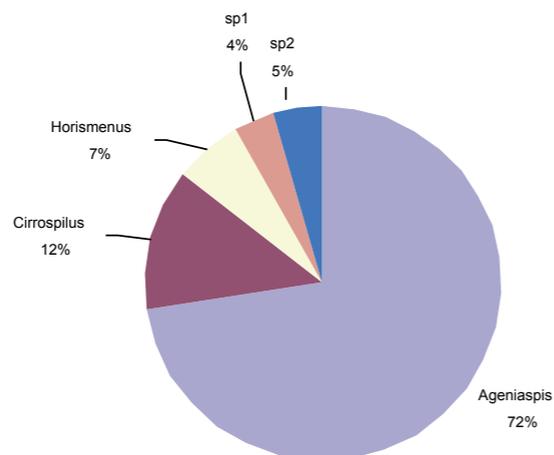


Figura 6. Especies parasitoides de *Phyllocnistis citrella* presentes en la provincia de Bolívar, Ecuador. 2003.

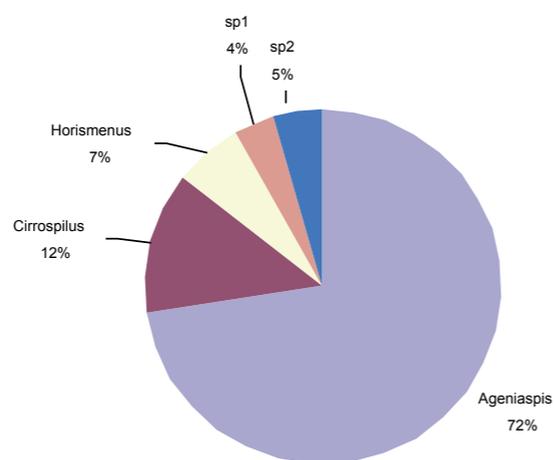


Figura 7. Especies parasitoides de *Phyllocnistis citrella* presentes en la provincia de Pichincha, Ecuador. 2003.

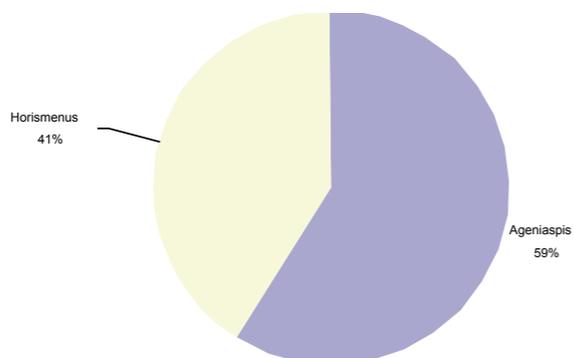


Figura 8. Especies parasitoides de *Phyllocnistis citrella* presentes en la provincia de Tungurahua, Ecuador. 2003.

Durante el año 2002, también se evaluó la eficacia de los parasitoides antes mencionados, en la regulación de las poblaciones del minador en las 61 plantaciones involucradas en este proyecto. Se determinó que en 15 de las 20 localidades evaluadas en Manabí, no realizan aplicaciones de insecticidas, presentándose un porcentaje promedio de parasitismo de 31,19%. El mayor nivel de parasitismo (57,14%), se obtuvo en una plantación monocultivo de limón tahití, localizada en el cantón Pedernales, donde no se aplica insecticidas y se estima que *A. citricola* es responsable de gran parte de este control biológico. No obstante, una plantación de mandarina asociada, en La Tablada de Sanchez del canton Chone, presentó 0,00% de parasitismo, pese a que no se reporta en ésta, el uso de insecticidas, lo cual esta relacionado con la baja presencia del minador en esta zona (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores porcentuales del parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en la provincia de Manabí, Ecuador. 2002.

Canton	Localidad	Especie cítrica	Sistema de cultivo	Aplica insecticidas	% parasitismo
Chone	La Ñaruzá	Mandarina	Asociado	No	-
Chone	La Tablada	Mandarina	Asociado	No	0,00
Chone	La Concepción	Naranja	Monocultivo	Si	31,58
Chone	Pavón	Mandarina	Monocultivo	Si	40,00
El Carmen	Tropezón	Mandarina	Monocultivo	No	15,69
El Carmen	La Virgencita	Mandarina	Asociado	No	23,91
El Carmen	km 44	Mandarina	Monocultivo	No	15,79
El Carmen	Palestina	Limón Tahití	Asociado	No	40,35
Pedernales	Tabuga	Limón Sutil	Monocultivo	Si	50,98
Pedernales	Chindul	Limón Tahití	Monocultivo	No	32,96
Pedernales	Marcos	Limón Tahití	Monocultivo	No	57,14
Jama	El Escondido	Limón Sutil	Monocultivo	No	45,09
Jama	Camaronés	Limón Sutil	Monocultivo	No	15,69
Portoviejo	Riochico	Limón Sutil	Monocultivo	Si	-
Portoviejo	Pachinche	Limón Sutil	Monocultivo	Si	-
Santa Ana	El Sauce	Naranja	Asociado	No	28,57
Santa Ana	La Laguna	Naranja	Asociado	No	31,25
Santa Ana	Teodomira	Limón Sutil	Monocultivo	No	-
Jipijapa	San Eloy	Naranja	Asociado	No	25,00
Jipijapa	Bolívar	Naranja	Asociado	No	45,00
PROMEDIO					31,19

- no se encontraron hojas con evidencia de minador

En la provincia del Guayas sucedió lo contrario a Manabí, ya que en siete de las ocho localidades, utilizan insecticidas contra una diversidad de artrópodos-plaga, quedando excluida únicamente Barcelona (Santa Elena). Pese a este antecedente el porcentaje promedio de parasitismo es de consideración (37,56%), alcanzando un máximo de 70% en limón tahití monocultivo en El Azúcar (Santa Elena). El control natural del minador en esta provincia resultó promisorio, ya que el menor valor fue de 22,00% (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Valores porcentuales del parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en la provincia del Guayas, Ecuador. 2002.

Canton	Localidad	Especie	Sistema	Aplica insecticidas	% parasitismo
Santa Elena	La Chola	Limón Tahití	Monocultivo	Si	42,00
Santa Elena	Barcelona	Limón Sutil	Monocultivo	No	22,00
Santa Elena	El Azúcar	Limón Tahití	Monocultivo	Si	70,00
Guayaquil	Chongón	Limón Tahití	Monocultivo	Si	42,00
Guayaquil	Daular	Limón Tahití	Monocultivo	Si	39,62
Playas	San Juan	Limón Tahití	Monocultivo	Si	28,85
Milagro	San Antonio	Limón Tahití	Monocultivo	Si	26,00
La Troncal (Cañar)	Tusset	Limón Tahití	Monocultivo	Si	30,00
PROMEDIO					<b>37,56</b>

En Los Ríos también existió una preferencia por el control químico de las plagas de los cítricos, por lo que en siete de las nueve localidades los productores informaron realizar aplicaciones de insecticidas. Sin embargo, el porcentaje promedio de parasitismo no deja de ser sustancial (28,39%), pudiendo incluso llegar hasta 58,00% como en “La Represa” del cantón Quevedo en una plantación de naranja en monocultivo. También hubo valores bajos como un 10,64% de parasitismo reportado en una plantación monocultivo de tangelo en Patricia Pilar (Buena Fé), donde realizan aplicaciones programadas de insecticidas (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Valores porcentuales del parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en la provincia de Los Ríos, Ecuador. 2002.

Canton	Localidad	Especie	Sistema	Aplica insecticidas	% de parasitismo
Quevedo	La Represa	Naranja	Monocultivo	Si	58,00
Ricaurte	Montecarlos	Naranja	Monocultivo	Si	54,00
Buena Fé	Los Guadales	Naranja	Monocultivo	No	31,43
Buena Fé	Hcda. Yolanda	Limón tahití	Monocultivo	Si	24,00
Buena Fé	Patricia Pilar	Tangelo	Monocultivo	Si	10,64
Buena Fé	Hcda. Mireya	Limón Tahití	Asociado	No	28,00
Buena Fé	La 14	Limón Tahití	Monocultivo	Si	14,00
Ventanas	Hcda. Magaly	Naranja	Monocultivo	Si	22,00
Babahoyo	La Clementina	Limón Tahití	Monocultivo	Si	13,46
PROMEDIO					<b>28,39</b>

Como se observa en el Cuadro 10, en la provincia de Bolívar, pese a ser una región tradicionalmente cítrica, productora especialmente de naranja, de manera general no se realizan controles para insectos-plaga, ya que de las nueve localidades visitadas, sólo en el Pital del cantón Caluma se registró el uso de insecticidas en una plantación de naranja monocultivo. Al igual que en las otras regiones, en ésta, existe también un excelente control biológico, que se refleja en un promedio provincial de parasitismo de 28,32%, encontrándose en algunas localidades valores entre 68,00% en San Vicente (San Miguel), en naranja asociada y 2,00% en la Finca Aldaz en el cantón Las Naves.

**Cuadro 10.** Valores porcentuales del parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en la provincia de Bolívar, Ecuador. 2002.

Canton	Localidad	Especie	Sistema	Aplica insecticidas	% parasitismo
Las Naves	Las Mercedes	Naranja	Monocultivo	No	40,00
Las Naves	La Cadena	Naranja	Monocultivo	No	10,00
Las Naves	Arabella	Naranja	Monocultivo	No	32,00
Las Naves	Finca Aldaz	Naranja	asociado	No	2,00
San Miguel	San Vicente	Naranja	asociado	No	68,00
San Miguel	El Cristal	Naranja	asociado	No	9,80
San Miguel	El Limón	Naranja	Monocultivo	No	25,00
Caluma	Pital	Naranja	Monocultivo	Si	41,18
Caluma	UTE-Bolívar	Naranja	Monocultivo	No	26,92
PROMEDIO					<b>28,32</b>

En la provincia de Pichincha se determinó que de las cinco plantaciones evaluadas en el cantón Santo Domingo, sólo una realiza aplicaciones de insecticidas, contrastando con el cantón Quito, donde se hacen aplicaciones en todas las localidades visitadas. Esto explica porqué en las localidades del cantón Santo Domingo, se registraron los porcentajes más altos de control biológico a través del parasitismo, observándose en el km 13 de la Vía a Chone hasta de 39,13% en una plantación de limón tahití asociada (Cuadro 11). En el cantón Quito el parasitismo estuvo ausente, lo cual da como resultado, un bajo promedio provincial, que alcanzó 15,80%.

**Cuadro 11.** Valores porcentuales del parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en la provincia de Pichincha, Ecuador. 2002.

Canton	Localidad	Especie	Sistema	Aplica insecticidas	% parasitismo
Santo Domingo	Km 16 vía Quinindé	Naranja	Asociado	No	26,64
Santo Domingo	Km 5 vía Quinindé	Limón tahití	Monocultivo	No	15,38
Santo Domingo	Km 13 vía Chone	Limón tahití	Asociado	No	39,13
Santo Domingo	Km 19 vía Chone	Naranja	Asociado	No	9,43
Santo Domingo	CADE	Limón tahití	Monocultivo	Si	20,00
Quito	San Vicente	Limón Meyer	Monocultivo	Si	0,00
Quito	San José	Limón Meyer	Monocultivo	Si	0,00
Quito	Collaquí	Naranja	Monocultivo	Si	-
Quito	La Sofía	Limón Meyer	Asociado	Si	-
PROMEDIO					<b>15,80</b>

- no se encontraron hojas con evidencia de minador

Tungurahua, resultó ser la provincia con el menor promedio de parasitismo durante el 2002, con apenas 2,51%, siendo el mayor valor 9,52% reportado en San Luis de Patate en mandarina cultivada como monocultivo, donde de manera general, si se realizan aplicaciones de insecticidas, pues cuatro de las seis localidades reportaron que lo hacían. También se determinó que el 50% de las plantaciones evaluadas presentaron ausencia total de parasitismo (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Valores porcentuales del parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en la provincia de Tungurahua, Ecuador. 2002.

Canton	Localidad	Especie	Sistema	Aplica insecticidas	% de parasitismo
Patate	San Luis	Mandarina	Monocultivo	No	9,52
Patate	San Javier	Mandarina	Monocultivo	Si	0,00
Patate	Patate viejo	Mandarina	Asociado	Si	-
Baños	Juive Chico	Mandarina	Monocultivo	Si	0,00
Baños	Lligñay	Mandarina	Monocultivo	No	3,03
Baños	Río Blanco	Mandarina	Monocultivo	Si	0,00
PROMEDIO					2,51

- no se encontraron hojas con evidencia de minador

De las 61 plantaciones visitadas durante la época seca del 2002, dentro de este proyecto, se seleccionaron 15, que volvieron a ser evaluadas durante la época lluviosa de 2003. Los resultados denotan que a nivel nacional, el parasitismo fue sustancialmente superior en la época lluviosa (54,71%), en comparación a la época seca que fue de 28,90% en promedio (Cuadro 13). Esta alta eficacia de los parasitoides durante la época lluviosa, se debe preferentemente a la mayor presencia de la plaga en este periodo, que se ve favorecido por la abundante brotación de los cítricos. En el mismo cuadro se observa que durante la época lluviosa al menos 10 de las 15 plantaciones confrontadas, superaron notoriamente los valores a la época seca, siendo sobresaliente lo sucedido en plantaciones de la Sierra, dónde si bien es cierto durante la época seca el parasitismo fue insignificante, durante la época lluviosa se evidenció una sorprendente recuperación, que se reflejó en los altos valores como aquellos reportados en Juive Chico (Tungurahua) y Collaquí (Pichincha), que presentaron parasitismo hasta de 87,50% y 81,81%, respectivamente. Este significativo incremento del parasitismo del minador de la hoja de los cítricos durante la época lluviosa, se dió en casi todas las provincias consideradas en este estudio (Bolívar, Guayas, Los Ríos, Pichincha y Tungurahua), exceptuándose Manabí, donde el parasitismo disminuyó en esta época, a causa de la poca presencia de *P. citrella*, que baja su incidencia por la destrucción mayoritaria de la brotación a causa de la "Antracnosis" *G. limeticola*; también se aprecia que las provincias que mayormente incrementaron sus poblaciones de parasitoides fueron Tungurahua y Pichincha en la Sierra, seguidas de Los Ríos y Guayas en la Costa (Figura 9).

**Cuadro 13.** Porcentajes de parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en 15 localidades seleccionadas, épocas seca de 2002 y lluviosa de 2003.

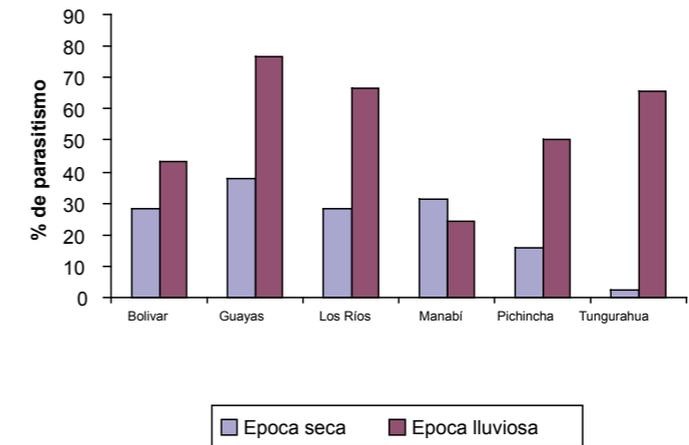
Provincia	Canton	Localidad	Especie	Sistema	% parasit./época	
					Seca	Lluviosa
Bolívar	Las Naves	Las Mercedes	Naranja	Monocultivo	40,00	37,50
Bolívar	Caluma	Pital	Naranja	Monocultivo	41,18	48,57
Los Ríos	Quevedo	La Represa	Naranja	Monocultivo	58,00	55,55
Los Ríos	Babahoyo	La Clementina	Limón Tahití	Monocultivo	13,46	78,00
Manabí	El Carmen	La Virgencita	Mandarina	Asociado	23,91	12,00
Manabí	Pedernales	Marcos	Limón Tahití	Monocultivo	57,14	26,00
Manabí	Jipijapa	San Eloy	Naranja	Asociado	25,00	35,09
Guayas	Santa Elena	La Chola	Limón Tahití	Monocultivo	42,00	83,00

continúa a la siguiente pág

Cuadro 13... (continuación)

Guayas	Santa Elena	Barcelona	Limón Sutil	Monocultivo	22,00	56,36
Guayas	La Troncal	Tusset	Limón Tahití	Monocultivo	30,00	91,09
Pichincha	Santo Domingo	CADE	Limón Tahití	Monocultivo	20,00	19,00
Pichincha	Quito	Collaquí	Naranja	Monocultivo	-	81,81
Tungurahua	Patate	Patate Viejo	Mandarina	Asociado	-	59,14
Tungurahua	Baños	Juive Chico	Mandarina	Monocultivo	0,00	87,50
Tungurahua	Baños	Lligñay	Mandarina	Monocultivo	3,03	50,00
PROMEDIO					28,90	54,71

-no se encontraron hojas con evidencia de minador



**Figura 9.** Porcentaje promedio de parasitismo de *Phyllocnistis citrella* en seis provincias del Ecuador en las época seca del 2002 y lluviosa del 2003.

#### 4.2.5. DINÁMICA POBLACIONAL DE *Ageniaspis citricola* EN ECUADOR

Espinoza (2004), dentro del proyecto "Identificación de los enemigos naturales y determinación del control biológico de los artrópodos-plaga de importancia económica de los cítricos en el Ecuador", estudió la dinamica poblacional de *A. citricola* en tres localidades del Valle del Río Portoviejo (Riochico, Pachinche y Lodana), de la provincia de Manabí, en plantaciones monocultivos de limón sutil, cuya superficie de estudio en cada sitio fue de 1ha aproximadamente. En Lodana la plantación estuvo a libre infestación de plagas, a diferencia de Pachinche y Riochico cuyo manejo se dió de acuerdo al criterio de los respectivos propietarios, sin descartarse que existan diferencias o variaciones entre dichas localidades. Las variantes poblacionales de este parasitoide en el periodo junio/2002 a mayo/2003, se presentan en el Figura 10, pudiéndose observar que en Lodana sus poblaciones se mantuvieron muy bajas durante el periodo diciembre/02 a mayo/03, alcanzando el mayor número de individuos (33) en septiembre/02. En Riochico ocurrió algo parecido a Lodana, ya que las poblaciones del parasitoide, mantuvieron cierta estabilidad en enero y mayo/03 con valores que variaron entre 7 y 9 individuos, respectivamente, mientras que el valor máximo se alcanzó en agosto/02 con 28 individuos, contrastando con el valor cero que se registró en julio. Por su parte, en Pachinche, *A. citricola* tuvo un comportamiento diferente, ya que presentó incrementos y descensos de manera alternada durante los meses del estudio, reportándose el mayor valor de individuos (30) en marzo.

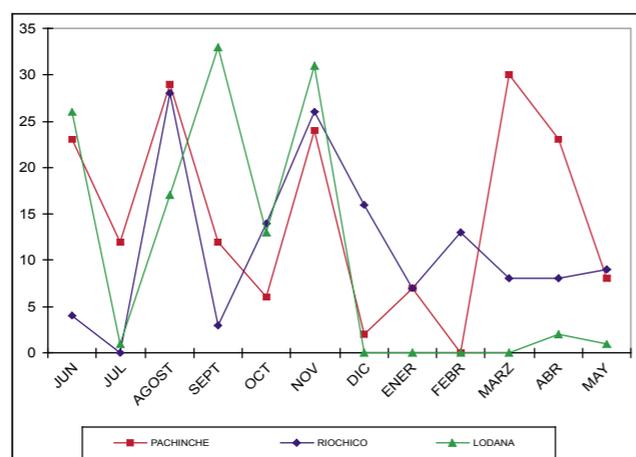


Figura 10. Dinámica poblacional del parasitoide *Ageniaspis citricola* registrado en tres localidades productoras de limón en el Valle del Río Portoviejo, Ecuador. 2002-2003.

Debido a que *A. citricola* fue la especie dominante en estas localidades, Espinoza (2004), evaluó la eficacia de este parasitoide sobre *P. citrella*, pudiéndose resaltar que en el mes de mayo/03, coincidentemente, se presentó un excelente parasitismo en las tres localidades con 78,89% en Lodana, 62,39% en Riochico y 50,85% en Pachinche. Mientras que los menores valores se dieron en junio/02 para Riochico y Pachinche con 14,29% y 21,43%, respectivamente. En Lodana la disminución del parasitismo fue drástica, reportándose incluso valores de 0,00% en noviembre/02 y en el periodo enero a marzo del 2003 (Cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentaje de parasitismo de *Ageniaspis citricola* registrados en tres localidades productoras de limón sutil en el Valle del Río Portoviejo. Ecuador. 2002-2003.

Mes	Parasitismo (%)		
	Pachinche	Riochico	Lodana
Junio/02	21,43	14,29	31,00
Julio	47,00	55,82	56,66
Agosto	38,36	50,22	30,77
Septiembre	43,33	48,78	62,02
Octubre	24,38	28,88	34,03
Noviembre	36,33	51,39	0,00
Diciembre	41,04	57,40	55,81
Enero/03	35,12	48,96	0,00
Febrero	45,68	35,29	0,00
Marzo	39,19	53,84	0,00
Abril	43,91	57,50	80,00
Mayo	50,85	62,39	78,89
PROMEDIO	38,88	47,06	35,77

En todo caso merece resaltarse que los promedios anuales obtenidos en cada lugar, se mantienen por encima del promedio provincial registrado en la época seca del 2002, que fue de 31,19% (Cuadro 7) y los alcanzados en la época lluviosa del 2003 en las localidades manabitas de El Carmen con 12%, Pedernales 26% y Jipijapa con 35,09% de parasitismo (Cuadro 13).

### 4.3. CONTROL BIOLÓGICO DE *Phyllocnistis citrella* CON DEPREDADORES

El minador de la hoja de los cítricos cuenta con una diversidad de depredadores que realizan un eficiente control de esta plaga. Su acción sobre la hoja minada se reconoce fácilmente al apreciar una lesión de color marrón en el fondo y al final de la mina, que dejan los depredadores al consumir o retirar la larva del insecto-plaga de la mina (Foto 21) o la cámara pupal del minador (Foto 22). Algo que merece ser aclarado es que *P. citrella* puede ser depredada en cualquiera de sus instares larvales, como se aprecia en la Foto 23.

Castaño, 1996; Cabo, 1996 citado por Peña, 1997 y CORPOICA, 1998, mencionan que en Colombia, a más de la acción de los parasitoides, se debe tomar en cuenta el aporte de una gran cantidad de depredadores como *Chrysopa* sp., *Hiperaspis* sp., *Azia luteipes*, *Cycloneda sanguinea*, *Scymnus* sp., *Polybia* sp., *Polistes* sp., *Solenopsis* sp. *Amblyseius* sp.

En Perú, se han reportado depredadores como crisopas, hormigas, chinche pirata, coccinélidos, trips y arañas, realizando un control satisfactorio (Salazar, 1999). Por otra parte, Núñez y Canales (1999) mencionan que en dicho país, en las localidades selváticas, esta plaga no es problema, a pesar de que las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo (> 28 °C y 70% de H.R). En cambio se han encontrado abundantes enemigos naturales, principalmente depredadores que en conjunto con los parasitoides y entomopatógenos serían los responsables del control de la plaga.

En Ecuador, desde 1996, Valarezo y Cañarte (1998<sup>a</sup>), reportan en plantaciones cítricas de la provincia de Manabí, la existencia de elevado número de minas vacías en las hojas evaluadas (Foto 24), denotando la presencia de exitosos depredadores como *Polybia* spp. (Fotos 25 y 26), *Polistes* sp. (Hymenoptera: Vespidae) y *Chrysopa* sp. (Fotos 27 y 28) (Neuroptera: Chrysopidae), que constituyen importante factor de mortalidad natural del minador en esta región, llegándose a registrar hasta 66.37% de depredación del minador de la hoja de los cítricos en el cantón Jipijapa (Cuadro 15).

Cuadro 15. Porcentaje de depredación de *Phyllocnistis citrella* Manabí, Ecuador. 1996.

Cantón	Infestación (%)	Nº máximo de minas / hoja	Depredación (%)
Portoviejo	58.29	9	40.39
24 de Mayo	52.20	7	43.27
Pichincha	50.50	9	61.19
hone	39.70	9	45.97
Santa Ana	31.53	10	61.16
Jipijapa	19.60	3	66.37
Flavio Alfaro	11.03	4	34.70
Junín	54.12	11	43.12
Bolívar	62.19	32	31.86

Cañarte (2001), en el periodo septiembre del 2000 a marzo del 2001, confirmó la identificación e impacto de los principales depredadores del minador en tres localidades de Manabí (Lodana, Riochico y La Unión). La identificación de los depredadores se realizó por comparación con base en una colección de referencia, la experiencia local y literatura consultada (Mendoza, 1995; Mendoza y Quijiye, 1995; Castaño, 1996; Valarezo y Cañarte, 1998a y Nuñez y Canales, 1999). En las tres localidades, fue coincidente la presencia de los depredadores de *P. citrella*, los cuales se citan en el Cuadro 16, observándose que son responsables de un importante control natural del minador, resultados que ratifican investigaciones realizadas por INIAP (1996b); Valarezo y Cañarte (1998a) y Salazar (1999) que hablan de la importancia de estos organismos en el control del minador.

**Cuadro 16.** Depredadores de *Phyllocnistis citrella* presentes en tres localidades de Manabí, Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.

Orden	Familia	Genero
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i> sp.
Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polybia</i> sp.
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes</i> sp.
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i> sp.

En el Cuadro 17, se presentan los promedios de la evaluación mensual sobre el número de depredadores adultos por cada cuatro brotes en las tres localidades, observando en Lodana una mayor presencia de *Chrysopa* sp. (5.79), *Zelus* sp. (Foto 29 y 30), con 4.73 adultos, avispas *Polybia* sp. y *Polistes* sp. (3.89) y 2,04 adultos de *Hippodamia* sp. (Foto 31 y 32). También se puede mencionar de manera general, que la mayor población se presentó en la época seca que coincide con la mayor presencia de la plaga. En Riochico nuevamente las especies *Chrysopa* sp. y *Zelus* sp., fueron los depredadores con mayor presencia con promedios de 2.48 y 2.02 adultos por cada cuatro brotes, respectivamente. Por último en La Unión, los promedios de *Chrysopa* sp. fueron de 2.57 individuos, seguido de *Zelus* sp. con 1.86 individuos.

**Cuadro 17.** Número promedio de depredadores de *P. citrella* por cada cuatro brotes evaluados en tres localidades de Manabí, Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.

Localidad	Número de depredadores				
	<i>Chrysopa</i> sp.	<i>Zelus</i> sp.	<i>Polybia</i> sp. <i>Polistes</i> sp.	<i>Hippodamia</i> sp.	Arañas
Lodana	5.79	4.73	3.89	2.04	0.69
Riochico	2.48	2.02	1.15	1.05	0.44
La Unión	2.57	1.86	1.29	0.57	0.71

En cuanto al impacto de los depredadores como agentes de regulación natural evaluado por Cañarte (2001), se puede mencionar que en Lodana, los mayores porcentajes de depredación se presentaron en septiembre (58.42%), seguido de noviembre con 55.07% y enero (50.83%), mientras que el menor promedio se observó en marzo con 30.12%. En Riochico, la depredación fue mayor en enero y octubre con 76.47 y 66.70%, respectivamente, mientras que en marzo la depredación estuvo

ausente, debido posiblemente a la poca brotación de los árboles en este periodo, que se traduce en una disminución drástica de la plaga y por ende de alimento para estos reguladores. En La Unión, fue muy importante la acción efectiva que realizan los depredadores, donde se presentó 73.04 y 72.54% de depredación en septiembre y noviembre respectivamente (Cuadro 18). Se asume que las bajas densidades poblacionales de *P. citrella* en esta localidad se deben posiblemente a la acción combinada de estos reguladores biológicos que ejercen un control natural de la plaga bajo estos sistema de producción (café-cítricos) (Mendoza, 1995; Castaño, 1996; Valarezo y Cañarte, 1998a y Nuñez y Canales, 1999). Esta acción se ve favorecida por el hecho relevante que en esta zona, no se realiza ninguna medida de control fitosanitario en las plantaciones de café-cítricos.

**Cuadro 18.** Porcentajes de depredación de larvas de *Phyllocnistis citrella* en tres localidades de Manabí, Ecuador. Septiembre del 2000 a marzo del 2001.

Mes	% de depredación		
	Lodana	Riochico	La Unión
Septiembre/2000	58.42	57.42	73.04
Octubre	38.76	66.70	62.38
Noviembre	55.07	43.30	72.54
Diciembre	34.17	58.27	68.69
Enero/2001	50.83	76.47	0.00
Febrero	39.37	51.43	12.00
Marzo	30.12	0.00	48.00
PROMEDIO	43.82	50.51	48.09

El proyecto nacional antes mencionado, también tuvo como objetivo determinar la presencia y eficacia de los depredadores como agentes de regulación del minador de la hoja de los cítricos. Se tomaron muestras en las mismas 61 plantaciones de limón, naranja y mandarina durante la época seca de 2002 y 15 en la época lluviosa del 2003. La provincias involucradas en el estudio fueron Manabí, Guayas, Los Ríos, Bolívar, Pichincha y Tungurahua y se siguió la metodología ya descrita en este manual. De las colectas se logró identificar en Manabí a las especies *Chrysopa* sp., *Zelus* sp., *Polistes* sp., *Polybia* sp. e *Hippodamia* sp., que coinciden con los ya citados anteriormente por Cañarte (2001).

Respecto a la eficacia de estos importantes reguladores en las provincias estudiadas, se puede mencionar que en Manabí, los promedios de depredación, son superiores (51,72%), al parasitismo, llegando incluso a reportarse hasta 88,66% de depredación del minador en monocultivo de limón sutil en la localidad de Camarones del cantón Jama, mientras la menor depredación (5,26%), fue reportada en una plantación de mandarina asociada en La Tablada de Sanchez (Chone), localidad donde coincidentemente, el parasitismo fue de 0,00%. El Azúcar (Santa Elena), de la provincia del Guayas, también sobresale por presentar una mayor depredación (80,00%). El control natural del minador en la provincia es muy promisorio, presentando como menor valor de depredación un 16,33%. En la provincia de Los Ríos, los depredadores pueden, de manera natural, regular las poblaciones hasta un 81,13% como ocurre en la localidad de Montecarlos (Ricaurte) en monocultivo

de naranja, donde según el productor si realizan aplicaciones de insecticidas. En la provincia de Bolívar, la depredación es también notoriamente superior (75,46%) al parasitismo, llegando incluso a un 100% de depredación del minador en “El Limón” de San Miguel en una plantación monocultivo de naranja, pese al uso de insecticidas. En la provincia de Pichincha, en el km 13 de la Vía a Chone del cantón Santo Domingo, se reportó la mayor depredación de la plaga (56,14%). No sucediendo lo mismo en el cantón Quito de esta misma provincia, donde a más de la ausencia del parasitismo, la depredación fue baja 16,67%. En la provincia de Tungurahua en la localidad de San Luis de Patate, se observó la mayor depredación del minador con 62,00%.

En la Figura 11, se compara la depredación promedio del minador en las seis provincias motivo de esta investigación, pudiéndose observar que el mayor valor promedio se obtuvo en Bolívar con 75,46%, diferenciándose de las restantes cinco provincias, donde los porcentajes variaron entre 38,81% reportado en Pichincha y 51,72% en Manabí. Esto demuestra que la acción de estos reguladores biológicos resulta de trascendental importancia en el control natural de esta importante plaga de los cítricos en Ecuador.

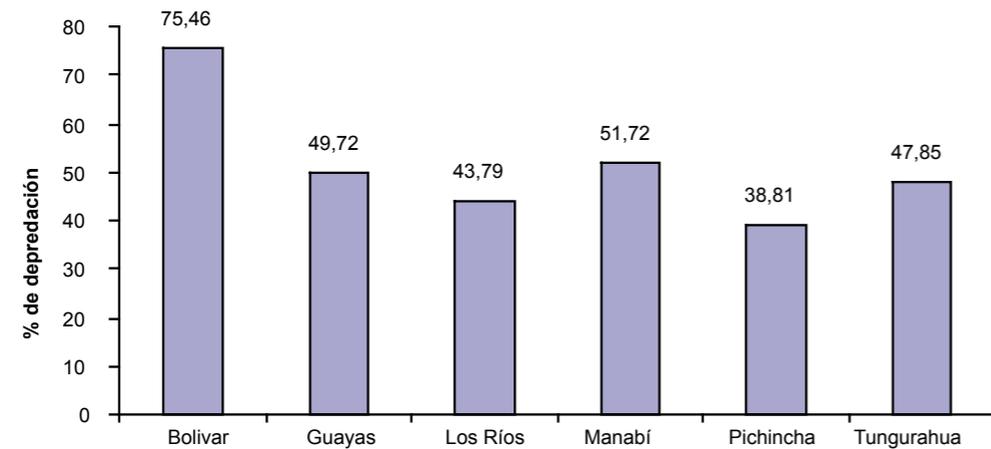


Figura 11. Porcentaje de depredación de *Phyllocnistis citrella* en seis provincias del Ecuador en la época seca del 2002.

Espinoza (2004), también evaluó la eficacia de los depredadores del minador (*Chrysopa* sp. y *Zelus* sp.), en tres localidades de la provincia de Manabí, determinando que los mayores promedios se presentaron en junio/02 (Pachinche) con 66,22% de depredación, en septiembre/02 en Riochico (79,69%), y en julio/02 en Lodana (72,15%).



Foto 9. Larvas de un parasitoide dentro de una mina de *Phyllocnistis citrella*



Foto 10. Pupas de un parasitoide dentro de una mina de *Phyllocnistis citrella*



Foto 11. Larva de parasitoide dentro de una cámara pupal de *Phyllocnistis citrella*



Foto 12. Pupa de parasitoide dentro de una cámara pupal de *Phyllocnistis citrella*



Foto 13. Adulto de *Elasmus tischeriae* parasitoide de *Phyllocnistis citrella*

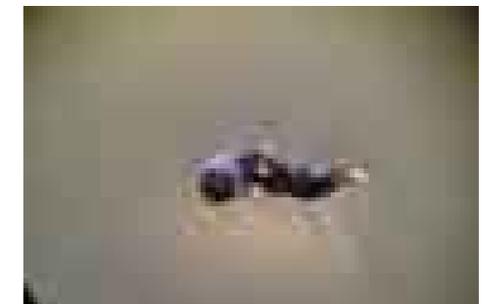


Foto 14. Adulto de *Galeopsomyia* sp. parasitoide de *Phyllocnistis citrella*



Foto 15. Pupas de *Ageniaspis citricola* parasitoide de *Phyllocnistis citrella*



Foto 16. Pupas de *Ageniaspis citricola* en el interior de cámara pupal de *Phyllocnistis citrella*



Foto 17. Pupas de *Ageniaspis citricola* dispuestas en forma de "salchichas"



Foto 18. Adulto de la avispa *Ageniaspis citricola* de color negro



Foto 19. Adulto de *Ageniaspis citricola* mostrando sus alas hialinas



Foto 20. Macho adulto de *Ageniaspis citricola*

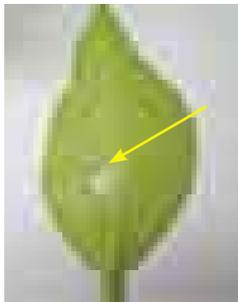


Foto 21. Hoja minada con evidencia de la lesión provocada por un depredador de *Phyllocnistis citrella*



Foto 22. Cámaras pupales con evidencia de la lesión provocada por un depredador de *Phyllocnistis citrella*



Foto 23. Larvas de *Phyllocnistis citrella* depredadas en diferentes instares



Foto 24. Hoja de limón mostrando mina de *Phyllocnistis citrella* vacía por efecto del depredador



Foto 25. *Polybia scutellaris*, importante depredador de *Phyllocnistis citrella*



Foto 26. Avispa del genero *Polybia*, depredador de *Phyllocnistis citrella*



Foto 27. Huevo de *Chrysopa* sp.



Foto 28. Adulto de *Chrysopa* sp., otro importante depredador de *Phyllocnistis citrella*



Foto 29. Ninfa del depredador *Zelus* sp.



Foto 30. Adulto de *Zelus* sp. depredador de *Phyllocnistis citrella*



Foto 31. Larva de *Hippodamia* sp., depredador de *Phyllocnistis citrella*



Foto 32. Adulto de *Hippodamia* sp., depredador de *Phyllocnistis citrella*

## 5. CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LOS PARASITOIDES REPORTADOS EN ECUADOR

A continuación se describen brevemente las características más sobresalientes empleadas en la identificación de los principales parasitoides de *P. citrella* en Ecuador, utilizando como referencia autores como Cave (1995); Bautista (1997); Valarezo y Cañarte (1998<sup>a</sup>); Núñez y Canales (1999).

### 5.1. *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae)

Es una avispa diminuta, cuyo cuerpo mide de 0,8 a 1,0 mm de longitud aproximadamente, de color negruzco con brillo ceroso, alas hialinas, vena marginal separada de la submarginal por un espacio aparente. La hembra con cabeza tan larga como ancha, antena marrón claro, con escapo y pedicelo oscuro y largo, segmentos funiculares del primero al quinto más anchos que largos, siendo los dos primeros mas pequeños que el resto, sexto segmento cuadrado, club entero. Tórax convexo, considerablemente mas largo que el abdomen, patas oscuras excepto la base del fémur medio que es pálido. Tibia de la pata anterior y posterior amarillo brillante, Abdomen con ovipositor no proyectado. El macho, cabeza tan ancha como el tórax, antena con radícula, escapo y pedicelo 2; 2,7 y 2 veces mas largo que ancho, respectivamente. Funiculo con seis segmentos cuadrados y casi iguales. Antena oscuro con club amarillo. Todas las patas son oscuras, excepto el tarso y un tercio de las patas medias y posteriores que son amarillas. Alas anteriores hialinas con vena submarginal marrón. Presenta una alta especialización para *P. citrella* y se encuentra distribuido en Ecuador, Australia, Nueva Zelanda, Israel, EEUU, Taiwán, Perú, Honduras, Argentina, Chile, Venezuela.

### 5.2. *Baryscapus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Tiene una longitud aproximada 1,0 mm; cabeza color negro, tórax marrón oscuro y abdomen café claro, peciolo muy delgado. Es un parasitoide de larvas, llegándose a ubicar tanto en la mina como en el pupario. No se conoce mayormente sobre éste. Se reporta principalmente como hospedero a *P. citrella*. Está presente en Ecuador.

### 5.3. *Cirrospilus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Presenta una longitud aproximada 1,5 mm; cabeza y abdomen café claro, tórax marrón oscuro, el abdomen presenta la característica de una franja transversal de color negro. Patas café claro, excepto los segmentos tarsales que son negros; sus ojos compuestos son rojos, antenas delgadas, cortas con segmentos cilíndricos algo ensanchados en el centro y con seis segmentos. Alas translúcidas, vena postmarginal corta. La hembra deposita 1 a 4 huevos sobre la larva del segundo o tercer instar del minador dentro de su mina, la larva del parasitoide se desarrolla ectoparasiticamente sobre el hospedero, al terminar su desarrollo, la larva, pupa dentro de la mina del hospedero, previo a esto, la larva parasitoide deposita alrededor de su cuerpo pelotillas de sus heces o las de su hospedero, las cuales sirven para soportar las paredes de la mina y prevenir su

desplome, el tiempo de desarrollo desde huevo hasta la emergencia del adulto varia entre 13 a 22 días. Presenta como hospederos a *P. citrella* asi como varias especies de Agromyzidae y Lyonetiidae tales como: *Liriomyza huidobrensis*, *L. coffeella*. Esta distribuido en Ecuador, Costa Rica, Panamá, Estados Unidos, Europa, China, Islas Canarias, Brasil, Perú, entre otros.

### 5.4. *Chrysocharodes* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Presenta una longitud aproximada 1,0-1,5 mm; cabeza, tórax y abdomen negro completamente; patas amarillo cremoso; antenas cortas con seis segmentos y abundantes setas, su cuerpo en general es algo ancho con la particularidad de que su abdómen tiene forma un poco triangular. La hembra parasita las larvas de minadores de hojas en sus túneles, solo una larva parasitoide se desarrolla en una larva hospedero. Presenta varios hospederos, tales como *P. citrella*, *Liriomyza* spp., *L. coffeella*. Está distribuido en Ecuador, América Central, Colombia, Perú, Norte América, Venezuela, entre otros.

### 5.5. *Elasmus* sp. (Hymenoptera: Elasmidae)

Presenta una longitud aproximada de 1,0 a 1,5 mm; todo su cuerpo es negro completamente, a veces algo brillante, su cuerpo tiene un aspecto triangular, sus patas son muy largas, algunos presentan antenas simples, mientras otras antenas ramificadas con abundantes setas. Las hembras son parasitoides externos de larvas de lepidópteros e hiperparasitos de icneumonidos y braconidos. Se reporta como huésped de *P. citrella* en Ecuador, EEUU, México, India, Bahamas, Costa Rica, Filipinas.

### 5.6. *Galeopsomyia* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Son especímenes de una longitud aproximada de 1,5 a 2,0 mm; cabeza, tórax y abdomen de color negro completamente; patas marrón y negro, ojos compuestos de color oscuro, antenas marrón y con seis segmentos, la unión entre el tórax y abdomen (peciolo) es ancho, pero presenta la característica que su abdomen termina puntiagudo. Es un parasitoide de larvas, se observa tanto dentro de la mina como en el pupario. Se reporta como hospedero a *P. citrella* y está distribuido en Ecuador, Colombia, México, Nicaragua, Honduras, entre otros.

### 5.7. *Horismenus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Su longitud aproximada oscila entre 1,0 y 1,5 mm; cabeza, tórax y abdómen verde metálico, abdomen puntiagudo, patas blanco claro, peciolo delgado, antenas con seis segmentos y muchas setas, algunos individuos presentar abdomen más pequeño que el tórax, no siendo en este caso el abdomen puntiagudo. La hembra parasita larvas del minador en sus túneles, el parasitismo es tal, que se ha determinado un hiperparasitismo de los machos de su propia especie. Tiene como hospederos a *P. citrella*, *L. coffeella* y está distribuido en Ecuador, Brasil, Colombia, EEUU, Honduras, Costa Rica, entre otros.

### 5.8. *Neochrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Los adultos con una longitud aproximada 0,5 mm; su cuerpo en general es verde azulado metálico, sin embargo el tórax se observa un poco más verde y el abdomen más azulado, su abdomen es muy delgado, peciolo delgado, ojos compuestos de color rojo, sus patas son blancas, presenta antenas con siete segmentos y setas largas. La hembra deposita sus huevos en las larvas del hospedero, en ocasiones hay más de una larva parasitoide por hospedero, la larva parasitoide mata la larva hospedera madura, la pupa del parasitoide permanece dentro del túnel del hospedero, al principio la pupa es blanca, pero luego se vuelve negra. Entre sus hospederos se citan a *P. citrella* y *Liriomyza sativae*. Se la reporta en Ecuador, Honduras, Costa Rica, Estados Unidos, entre otros.

### 5.9. *Zagrammosoma* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Son de una longitud aproximada de 2 mm; cabeza, tórax y abdomen mayormente amarillo, presenta bandas longitudinales a lo largo de su cuerpo de color negro, igualmente sus alas presentan ciertas bandas oscuras, ojos compuestos rojos, antenas con siete segmentos y setas. No se conoce mucho de la biología de este parasitoide polífago, excepto que parasita el estado larval de su hospedero. También se conoce como parasitoide de especies de Agromyzidae, Cecidomyiidae, Gelechiidae y Coleophoridae en los Estados Unidos. Entre sus hospederos reportados constan *P. citrella*, *L. coffeella*. Está distribuida en Ecuador, Costa Rica, Estados Unidos, Guatemala, Colombia, entre otros.

## 6. INTERFERENCIA DE INSECTICIDAS CONVENCIONALES SOBRE PARASITOIDES DE *Phyllocnistis citrella* EN CAMPO Y VIVERO

Núñez y Canales (1999) citan que, en Perú, en localidades en las cuales los productores de cítricos aplicaban insecticidas cada 10 días, *A. citricola* alcanzó sólo 3% de parasitismo, contrastando con zonas donde al aplicar un mínimo de estos productos, es común encontrar más del 80% de parasitismo. Castaño (1996), también ha realizado estudios al respecto, concluyendo que la eficacia de los parasitoides, depende entre otros factores de la región evaluada, edad del cultivo y sobre todo la frecuencia de aplicación de insecticidas.

Cañarte (2001), realizó una encuesta a productores de plantas de cítricos en once viveros de Manabí, mediante la aplicación de una boleta con 16 preguntas relacionadas con el manejo fitosanitario. Entre los resultados más sobresalientes de la encuesta, el 100% de los productores realizaban aplicaciones de plaguicidas (insecticidas + fungicidas) en sus viveros, de éstos el 63,64% lo hace con una frecuencia semanal. Respecto del minador como plaga, la totalidad ellos consideran al insecto un problema severo, manifestando que éste retrasa sustancialmente el normal crecimiento de las plantas, sea como patrón o planta injertada, por lo que el 100% de ellos realizan frecuentes controles dirigidos contra esta plaga.

Es tan complejo el problema, que de todos los insecticidas que utilizan para el control de insectos plaga, el 71% son destinados para controlar minador, siendo la sustancia mayormente utilizada (82%), el methomyl (Lannate 0.5 g/L agua). Al consultar a los productores sobre el uso de mezclas de varios insecticidas, la totalidad manifestaron no realizar esta práctica, sin embargo el 73% si mezclan en cada aplicación un insecticida + fungicida + fertilizante foliar. Finalmente se determinó también mediante esta entrevista que el 100% de estos viveristas desconocen por completo la acción de los enemigos naturales del minador en estos ambientes.

En cada vivero, adicionalmente se colectaron 100 hojas de plantas patrón e injertadas, con presencia de larvas del tercer instar y cámaras pupales del minador, para evaluar en laboratorio la presencia de parasitoides. Siguiendo la metodología de cría y recuperación, descrita en este manual. También se colectaron 25 hojas de plantas patrón, con presencia de estados biológicos del minador (larvas vivas, muertas, pupas, cámaras parasitadas y minas depredadas), todo estas variables fueron utilizadas para determinar el porcentaje de depredación de la plaga, siguiendo la metodología ya mencionada anteriormente. Se determinó que *A. citricola* era la única especie parasitoide, presente en los viveros evaluados.

Se observó que en ocho de los once viveros, donde se utiliza el methomyl (Lannate) como principal alternativa de control de larvas del minador, el parasitismo fluctuó entre 91,38 y 58,62% en plantas patrón, lo cual podría explicarse, debido a que Lannate no es una sustancia específica para larvas de minador, sumándose la

utilización de una dosis subletal (0.5g/L agua), por lo que la mortalidad, que reporta fue baja. Al no ser mayormente interferida la larva del minador, el parasitoide *A. citricola* se desarrolla activamente en el interior de la larva hospedera, justificándose así los altos porcentajes de parasitismo. El desconocimiento de la eficiente labor de los enemigos naturales en la regulación de las poblaciones del minador, hace que los viveristas atribuyan la disminución del daño de esta plaga a la acción de los insecticidas utilizados, entre ellos el methomyl, por lo que continúan utilizándolo. El efecto negativo de la especificidad de los insecticidas utilizados en el control del minador en vivero, se comprobó al analizar los resultados de los otros tres viveros, donde se utilizaban sustancias específicas recomendadas para controlar larvas de *P. citrella* (INIAP, 1997; Valarezo y Cañarte, 1998<sup>b</sup> y Valarezo *et al.* 1999), tales como profenofos+cipermetrina (FenonC), lufenuron (Match), chlorfuazuron (Atabron), entre otros, que al ocasionar una elevada mortalidad de larvas de *P. citrella*, provocan una interferencia significativa en las poblaciones de los parasitoides por la supresión de su hospedero, presentándose menores porcentajes de parasitismo (6.25 a 33.33%) en plantas patrón. También se realizó una comparación de los porcentajes promedio de parasitismo entre plantas patrón e injertadas, sin encontrarse mayor diferencia.

## 7. EFECTO DEL NIM *Azadirachta indica* SOBRE POBLACIONES PARASITOIDES DE *Phyllocnistis citrella*

De manera general, la literatura menciona un bajo efecto negativo del nim sobre organismos benéficos; sin embargo, no se han realizado estudios sobre la compatibilidad de estas dos técnicas de control (parasitoides + nim) en el manejo del minador. Si se han hecho contra parasitoides de otras plagas, tal es el caso de estudios realizados por Schmutterer (1990) y Brechelt y Fernández (1995), quienes coinciden en manifestar que si un parasitoide, especialmente de larvas, absorbe gran cantidad de azadiractina de su hospedero, también será afectado.

Bautista y Bravo (1997), Bautista *et al.*, (1998) y Bautista *et al.*, (1999), indican que el uso de sustancias como citrolina y nim son complementarias en el control del minador, resultando una opción viable, debido a las dosis reducidas, forma de aplicación a los árboles, baja toxicidad y poco efecto negativo sobre la fauna benéfica. Sin embargo, plantean la necesidad de realizar más estudios sobre el efecto de estas sustancias en estos organismos, ya que como se conoce el nim tiene efectos repelentes sobre el minador, pero no se ha estudiado si esta acción se da también respecto a los parasitoides y/o depredadores.

Cañarte (2001), demostró a nivel de campo, en Ecuador, que la efectividad biológica mostrada por el nim, sea como extracto acuoso o aceite formulado, sobre las larvas del minador, interfiere significativamente y de manera negativa en la población de parasitoides de este insecto-plaga. Al analizar estadísticamente los resultados (Cuadro 19), se observan las diferencias significativas entre los tratamientos de nim (aceite formulado y extracto acuoso) y el testigo que presentó porcentajes de parasitismo notablemente superiores con 66,04; 62,26 y 53,30% en tres pruebas que realizó, respectivamente. Por otro lado, en el mismo cuadro 19 se aprecia, que siendo los tratamientos con nim diferentes estadísticamente al testigo, también entre ellos hay diferencias estadísticas, presentando el extracto acuoso el menor porcentaje de parasitismo (12,42%) en la prueba 3; mientras que el aceite de nim alcanzó un parasitismo de 23,30% en la prueba 1.

**Cuadro 19.** Porcentaje de parasitismo de *Phyllocnistis citrella* obtenidas en la última evaluación de los tratamientos de nim. Lodana. Ecuador. 2000.

Tratamiento	Parasitismo promedio (%)		
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Extracto acuoso	8.06 c	7.86 c	12.42 c
Aceite de nim	23.30 b	18.12 b	19.07 b
Testigo	53.30 a	62.26 a	66.04 a

Promedios con distintas letras difieren estadísticamente (5 %)

Esta diferencia en la presencia de parasitismo entre los tratamientos de nim, se encuentra relacionada con el diferencial de mortalidad de larvas que estos productos presentan, ya que el extracto acuoso de nim alcanzó valores más elevados de larvas

mueras con lo que resta mayormente posibilidades de establecimiento y desarrollo del parasitoide, por la supresión del hospedero.

También hay que considerar que en Lodana, donde se realizó esta investigación, se encontraba *A. citricola* parasitando al 70,21% de sus huéspedes, quien además, es un endoparásito específico de huevos y larvas del minador, entendiéndose, que en la medida que el nim causa altas tasas de mortalidad (77,17%) sobre las larvas del minador, en esta medida interfiere con el parasitoide al eliminarlo durante su proceso de desarrollo dentro de la larva. Esto se puede confirmar con el parasitismo presente en las parcelas tratadas con aceite de nim, donde se observa que al bajar la mortalidad de larvas del minador con relación al extracto acuoso, se ve un incremento del parasitismo, que desde luego es mucho más notorio en el testigo sin interferencia de aplicaciones.

Investigadores como Joshi et al. (1982), Schmutterer (1997) y Raguraman y Singh (1999) sostienen que el nim inhibe la oviposición de los parasitoides, la alimentación y ocasiona mortalidad de estos organismos reduciendo las posibilidades de su supervivencia. Este efecto pudiera haber ocurrido sobre los parasitoides del minador en la presente investigación. Feldhege y Schmutterer (1993) y Hoelmer et al. (1990) afirman que el nim interfiere con la longevidad del parasitoide, reduciendo así su capacidad parasítica y la emergencia de estos organismos.

El análisis de la mortalidad del nim en larvas del minador y su interferencia con el parasitismo se complementa al observar la variable pupas de *P. citrella*. Se aprecian diferencias altamente significativas a partir de los ocho días después de la aplicación de tratamientos en la prueba 1; desde los seis días en la prueba 2, mientras en la prueba 3, se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos a los cuatro y ocho días. En el Cuadro 20 se presentan las medias entre tratamientos de la última evaluación para las tres pruebas, donde podemos apreciar que existen diferencias estadísticas según la prueba de Tukey entre los tratamientos de nim y el testigo. Se observó que el testigo, en las tres pruebas siempre presenta un mayor porcentaje promedio de pupas del minador (38,11; 31,95 y 25,11%), respectivamente, que corresponden a aquellas larvas que escapan a la acción de los parasitoides, mientras que entre los tratamientos de nim no existe diferencia estadística; sin embargo, el extracto acuoso presentó el menor valor (11,00% de pupas) en la prueba 3, lo cual está, desde luego, directamente relacionada con la alta tasa de mortalidad que presenta este tratamiento.

**Cuadro 20.** Porcentaje de pupas de *Phyllocnistis citrella* obtenidas en la última evaluación de los tratamientos de nim. Lodana. Ecuador. 2000

Tratamiento	Promedio de pupas (%)		
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Extracto acuoso	17,92 b	14,97 b	11,00 b
Aceite de nim	12,88 b	12,90 b	17,59 ab
Testigo	38,11 a	31,95 a	25,11 a

Promedios con distintas letras difieren estadísticamente (5 %)

Cañarte (2001), estudió también el efecto del nim sobre el minador y sus parasitoides. La investigación se realizó en las instalaciones de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, ubicada en la localidad "El Cady" (Portoviejo). La prueba se repitió en dos fechas en condiciones climáticas diferentes. La primera fue entre noviembre 17 a diciembre 22 del 2000 (época lluviosa) y la segunda entre febrero 12 a marzo 19 del 2001 (época seca), llamando a cada fecha como las pruebas 1 y 2, respectivamente. Las pruebas se efectuaron en una jaula entomológica, de 8 m<sup>3</sup> (2x2x2) cubierta de tela de organdí, ubicada en la localidad mencionada; en cuyo interior se colocaron 150 plantas de mandarina "Cleopatra" (*C. reticulata*) obtenidas del vivero de cítricos de la misma institución, éstas se distribuyeron en tres bloques de 50 plantas, a las que se despuntó (corte apical) a una altura de 50 cm, con la finalidad de estimular la emisión uniforme de brotes nuevos y sanos, libres del minador. A los 15 días después del despunte, las plantas presentaban brotes ideales de 5 a 8 cm para la infestación de la plaga, que concuerda con los resultados de Bautista (1997), quien manifiesta que los primeros seis días después de que se abren las hojas son las más susceptibles para la infestación. Cumplido este periodo se realizó la aplicación de los tres tratamientos (aceite de nim, extracto acuoso de nim y un testigo). Para esto se utilizó una aspersora manual marca "CP3" con boquilla de cono. Inmediatamente de la aplicación de los tratamientos, las plantas fueron transportadas al campo experimental "La Teodomira" del INIAP ubicado en Lodana, distribuyendo las plantas a campo abierto en cinco repeticiones con 10 plantas por cada unidad experimental. Aquí permanecieron durante ocho días, tiempo suficiente para permitir la oviposición y desarrollo hasta el instar I del minador que se consideran ideales para la acción de los parasitoides, especialmente *A. citricola* (Núñez y Canales, 1999).

Concluido este tiempo en el campo, las plantas fueron regresadas a la jaula, para suprimir el riesgo de la depredación de larvas del minador. Posteriormente se realizaron evaluaciones a los 10, 15 y 20 días después de la aplicación de los tratamientos, mismas que se realizaron sobre 10 plantas por unidad experimental, considerando un brote tierno por planta. Los datos colectados fueron transformados a porcentaje para su mejor interpretación. Conforme a éstos, el efecto repelente de los tratamientos estudiados, sobre los parasitoides del minador, se determinó, con base en el porcentaje de parasitismo presente en cada tratamiento. Éste dato se registró solo a los 20 días posteriores a la aplicación de tratamientos, utilizando la fórmula de parasitismo descrita en este manual. Previo a la instalación de esta prueba se realizaron ciertas observaciones, primero se seleccionaron 10 plantas con brotes tiernos que fueron ubicadas en campo para estudiar el tiempo promedio de oviposición a larva del instar I, determinando que bajo las condiciones de Lodana, esto sucede en aproximadamente ocho días. La decisión de dejar en el campo las plantas hasta la obtención de larvas del instar I, se hizo en función de la experiencia peruana en la cría del minador y sus parasitoides (Núñez y Canales, 1999), quienes mencionan que hasta este periodo es el ideal para la oviposición de *A. citricola* sobre su hospedero (*P. citrella*), el cual como ya se dijo fue desde el inicio la especie dominante.

Esta repelencia del nim sobre la población adulta del minador, posiblemente se haya extendido a los parasitoides, ya que como se apreció, existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos para la variable porcentaje de parasitismo en ambas pruebas. En el Cuadro 21 se presentan las medias de parasitismo de las dos pruebas evaluadas a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos, observándose en la prueba 1 que los tres tratamientos son diferentes entre sí; presentando el testigo el mayor porcentaje de parasitismo (75,50%), seguido del aceite de nim con 18,48%, mientras que el extracto acuoso presenta un 8,23%. En la prueba 2 se repite el testigo con un elevado parasitismo (73,61%), mientras que los tratamientos de nim no difieren estadísticamente, presentando ambos bajos porcentaje.

**Cuadro 21.** Porcentaje de parasitismo de *Phyllocnistis citrella* evaluado a los 20 días después de la aplicación de tratamientos de nim. Estación Experimental Portoviejo. Ecuador.2000.

Tratamiento	Porcentaje de parasitismo	
	Prueba 1	Prueba 2
Extracto acuoso	8,23 c	16,22 b
Aceite de nim	18,48 b	17,53 b
Testigo	75,50 a	73,61 a

Promedios con distintas letras difieren estadísticamente (5 %)

Esta comparación de medias permite sostener que los compuestos secundarios presentes en el nim, actúan también como repelentes de los parasitoides, reduciéndose considerablemente la población de estos organismos. Esta aseveración es respaldada por estudios realizados sobre los mecanismos de acción del nim en los insectos, que indican que debido a la presencia en el nim de una gran cantidad de ingredientes volátiles con acción repelente, al ser asperjadas sobre las plantas provocan que de la superficie tratada emitan mensajes olfatorios que evitan que los insectos la colonicen, por lo tanto la tasa de oviposición es reducida, ya sea por la disminución de la población de hembras ovipositando o por el efecto de antioviposición del nim en las hembras que colonizan una planta tratada con estas sustancias. Lo anterior concuerda con los trabajos realizados por Munakata (1977), Jotwani y Srivastava (1981), Schmutterer y Ascher (1987), Schmutterer (1988), Kossou (1989), Mankanjuola (1989), National Academy Press (1992), COINBIOL (1995), Botanical Agricultural Insecticide (1996) y Ecological Resources (1996) que hablan de todos estos mecanismos de acción del nim.

En el análisis de varianza de la variable porcentaje de emergencia de adultos del minador evaluado a los 20 días después del tratamiento, se aprecia diferencias altamente significativas entre los tratamientos en las dos pruebas. En el Cuadro 22 se observa que según la prueba de Tukey hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos de nim versus el testigo para ambas pruebas, pudiéndose manifestar que en el testigo ocurrió una menor emergencia de adultos del minador (23,18%) en la prueba 2. En la prueba 1 se observaron diferencias entre los tratamientos de nim, que en ambos casos interfieren sobre el parasitismo, permitiendo el normal desarrollo de la plaga, que presentó hasta 74.85% de emergencia con el extracto acuoso en la prueba 1 y 71,74% con el aceite de nim (Prueba 2).

**Cuadro 22.** Promedio de la emergencia de adultos de *Phyllocnistis citrella* evaluado a los 20 días después de la aplicación de tratamientos de nim, en las dos pruebas. Estación Experimental Portoviejo. Ecuador.2000.

Tratamiento	Porcentaje de emergencia	
	Prueba 1	Prueba 2
Extracto acuoso	74,85 a	72,19 a
Aceite de nim	68,09 b	71,74 a
Testigo	20,29 c	23,18 b

Promedios con distintas letras difieren estadísticamente (5 %)

Estos resultados permiten concluir que en plantaciones de campo o vivero, donde *A. citricola* se haya establecido, no es recomendable el uso de sustancias químicas convencionales y aún, la utilización de derivados del nim, deberá efectuarse con las consideraciones del caso, pudiendo utilizarse libremente en los periodos donde el parasitoide está en baja población y restringiéndose su empleo en aquellos de máxima población, debido a la incompatibilidad de estos métodos de control, sustentada en esta investigación y otras que cita la literatura.

## 8. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES DE *Phyllocnistis citrella*

### 8.1. Identificación del complejo de enemigos naturales

Para la identificación de parasitoides, se deben coleccionar de brotes tiernos (Foto 33), hojas con larvas del tercer ínstar (Foto 34) o cámaras pupales de *P. citrella* (Foto 35), que permitan asegurar una alta tasa de supervivencia ya sea del minador o sus parasitoides; éstas se colocan en fundas plásticas transparentes de 30.4 x 25.2 cm, con papel absorbente en su interior para mantener la humedad necesaria y asegurar la emergencia del parasitoide. Se distribuyen, aproximadamente, unas 25 hojas por funda (Foto 36) y para evitar la contaminación de hojas, de ser posible se deberá cambiar diariamente el papel toalla (Rodríguez *et al.*, 1999). Las gotas de condensación originadas por la transpiración de las hojas, favorecen la emergencia y el despliegue normal de las alas de los insectos (Núñez y Canales, 1999). Finalmente las fundas deben ser infladas y cerradas con liga para ser colgadas en cordeles en el área más iluminada de una casa de malla. Otra técnica de recuperación desarrollada por Cañarte (2001), consiste en ubicar hojas hidratadas en bandejas cubiertas con tela organdí (Foto 37). A partir del momento en que se colocan las hojas en cualquiera de los métodos, se evalúa diariamente cada funda o bandeja, para observar la emergencia de parasitoides del minador. La evaluación se puede prolongar entre 10 y 20 días, dependiendo de las condiciones climáticas. Después de este tiempo, es necesario revisar en el laboratorio, cada hoja, individualmente, utilizando un estereomicroscopio, con la finalidad de determinar si en estas hojas quedan aún pupas de parasitoides que no hayan emergido por efecto de manejo o por deshidratación prematura de las hojas, debido a factores abióticos (temperatura y humedad relativa). Las pupas que se recuperen deben ser confinadas en bandejas con algodón humedecido o recipiente de agua y tapa con tela organdí, hasta lograr su emergencia (Foto 38). Los individuos emergidos se recuperan y se coleccionan en alcohol al 70%, para posteriormente realizar su respectiva identificación, utilizando claves taxonómicas, pudiéndose recomendar aquellas de Schauff y La Salle (1996).

### 8.2. Distribución geográfica de enemigos naturales

Para establecer la distribución de estos organismos, primeramente se deberá recuperar individuos, siguiendo la metodología antes descrita. En cada localidad se tomarán una muestra de 50 hojas infestadas con estados avanzados de minador. Cada funda será codificada con los siguientes datos: provincia, cantón, localidad, sistema de cultivo, especie cítrica. Periódicamente, se deben evaluar las fundas, para recuperar especímenes, que deban ser clasificados por características taxonómicas y conservarse en alcohol al 70%. En cada evaluación se registrará en una planilla previamente elaborada, el número de individuos recuperados. Posteriormente se efectuará la identificación y se establecerá el número total de individuos parasitoides recuperados por localidad. Esta información puede ser presentada en mapas de distribución

### 8.3. Eficacia de los parasitoides de *Phyllocnistis citrella*

A partir de una muestra de 50 hojas con presencia de larvas del tercer ínstar y cámara pupales cerradas de *P. citrella*, se podrá determinar la eficacia de los parasitoides del minador, siguiendo la metodología de recuperación de los parasitoides ya descrita. Una vez terminada la emergencia de los parasitoides, las hojas de cada localidad o fecha, deberán ser evaluadas individualmente con la finalidad de contabilizar las minas y cámaras pupales con evidencia de parasitoides, o estados de desarrollo de la plaga, que por algunas circunstancias no pudieron emerger. Con estos datos se determinará el porcentaje de parasitismo, aplicando la fórmula citada por Cañarte (2001).

$$\% \text{ Parasitismo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de estados biológicos del parasitoide}}{\text{N}^\circ \text{ total de estados biológicos (parasitoide + plaga)}} \times 100$$

### 8.4. Depredación de *Phyllocnistis citrella*

Para determinar la acción de los depredadores del minador de la hoja de los cítricos, se deberá, en cada fecha o localidad de evaluación, coleccionar una muestra de 50 hojas que evidencien diversos estados biológicos de la plaga. En cada hoja se registrará a nivel de laboratorio el número minas con evidencia de depredación y el número total de estados biológicos de la plaga (larvas vivas, muertas, pupas adultos emergidos, minas o cámaras parasitadas). Con esta información se obtendrá el porcentaje de depredación con base a una relación entre el número total de estados biológicos del insecto y las minas depredadas, aplicando fórmula citada por Cañarte (2001).

$$\% \text{ Depredación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de minas con evidencia de depredación}}{\text{N}^\circ \text{ total de estados biológicos (minas depredadas + plaga)}} \times 100$$

## 9. CRÍA DEL PARASITOIDE *Ageniaspis citricola*

La cría de *A. citricola* se puede considerar sencilla, sin embargo, deben tomar en cuenta algunos aspectos con relación a la especie cítrica utilizada, preparación de la planta hospedera, condiciones climáticas, la multiplicación de *P. citrella* y finalmente la multiplicación del controlador biológico. Núñez y Canales (1999), en Perú lograron aplicar con éxito, la metodología de cría de *A. citricola* aplicada en Florida (USA). Durante su investigación Cañarte (2001), en Ecuador, también realizó algunos ensayos sobre la cría y multiplicación del minador y su parasitoide *A. citricola*, modificando la metodología ya probada por Núñez y Canales, tal como se describe a continuación:

### 9.1. Selección de planta hospedera

Para la multiplicación de *P. citrella*, se necesita la mayor cantidad de hojas jóvenes de la especie hospedera, por lo que la especie elegida debe tener mayor número de brotaciones en el menor tiempo posible. La literatura menciona que la mandarina “Cleopatra”, utilizada como patrón en los viveros de cítricos (Foto 39), tiene una brotación precoz de alrededor de 8 días, lo cual es muy conveniente para la obtención frecuente de hojas tiernas, lo cual fue corroborado en la investigación realizada por Cañarte (2001).

### 9.2. Preparación de la planta hospedera

El segundo aspecto, es la preparación de la planta hospedera; ésta deberá ser cortada entre 30 y 50 cm de altura, eliminando la totalidad de hojas por planta, para provocar una brotación uniforme (Foto 40). Estas plantas son confinadas en una jaula entomológica de 2x2x2 m (Foto 41), donde caben aproximadamente 150 plantas. Esto evita el ataque de otras plagas y la depredación de huevos y larvas del minador. Las plantas deberán recibir todas las prácticas de manejo de modo tal que se desarrollen vigorosamente.

### 9.3. Condiciones climáticas

Hay que considerar que *P. citrella* y *A. citricola*, son exigentes en cuanto a las condiciones climáticas, especialmente de temperatura y humedad relativa, siendo lo recomendable temperaturas arriba de 25 °C y de 70% de humedad relativa, respectivamente. Para la cría del minador, Cañarte (2001), observó que durante la época seca, se obtiene una mayor recuperación de adultos que puede llegar entre 73 y 83% de emergencia exitosa, mientras que durante la época lluviosa la emergencia puede bajar incluso hasta un 40%. Esto indudablemente está relacionado con las condiciones climáticas propias de la época. Cabe mencionar que las condiciones bajo las cuales se realizaron estas crías fueron: Temperatura media anual 25.5 °C, Precipitación anual 645,6 mm, Humedad Relativa 82 % y una Altitud de 44 msnm.

### 9.4. Multiplicación de *Phyllocnistis citrella*

El objetivo de este proceso, es la producción de adultos del minador, tratando de obtener la mayor cantidad de posturas, por ser el estado preferido de *A. citricola*. Los adultos pueden provenir de colectas realizadas en campo, para lo cual se toman hojas con larvas del minador del tercer instar o cámaras pupales, que son ubicadas en fundas plásticas en número de 25 hojas/funda, en el interior se deberá colocar un papel toalla para absorber el exceso de humedad y evitar la pudrición de las muestras (Foto 42), las toallas deberán cambiarse diariamente. Las fundas son infladas, amarradas con liga, identificadas y colocadas en casa de malla sobre cordeles con la finalidad de proporcionarles adecuada iluminación (Foto 43). Luego de constatar la emergencia de adultos, se los dejará por algunas horas para permitir el apareamiento. Los adultos obtenidos de estas fundas, deberán recuperarse con mucho cuidado para evitar en lo posible escape de especímenes, ubicándolos en tubos de ensayo, en cuyo interior se colocará papel humedecido con miel de abeja, esto entretiene a los adultos por dos horas, aproximadamente, mientras son llevados a la jaula. Estos adultos constituyen la colonia inicial, que será utilizada en la infestación provocada en la jaula. Para esto y luego de dos horas de haber capturado a los adultos, éstos son liberados dentro de la jaula que contiene las plantas con brotación y hojas de un tamaño aproximado de 0,5 a 2 cm (Foto 44). Se liberan aproximadamente 200 adultos dentro de la jaula. La oviposición de *P. citrella* se inicia de inmediato y continúa por algunos días, los huevos que tienen la apariencia de una gota de rocío, son depositados preferentemente en el envés de las hojas tiernas, cerca de la nervadura central. A partir de los tres a ocho días se inicia la emergencia de la larva del primer instar e inicia su penetración hacia el parénquima de la hoja.

### 9.5. Multiplicación de *Ageniaspis citricola*

Paralelamente a la recuperación de *P. citrella*, se colectarán en campo, hojas con cámaras pupales del minador, para la recuperación de la avispa parasitoide, siguiendo la metodología descrita precedentemente. Estos individuos constituyen la colonia inicial del parasitoide y serán utilizados dentro de la jaula entomológica. Para esto y considerando 3 y 5 días posteriores a la infestación con el minador de las plantas en la jaula, se liberan entre 150 y 200 adultos de la avispa, que coincide con los días en que los huevos del minador empiezan su eclosión. Es importante este sincronismo, ya que son los huevos y la larva I. de la plaga, aquellos susceptibles de parasitación. Es importante que luego de la recuperación de los adultos de *A. citricola*, en las fundas, estos sean ubicados, por espacio de 2 a 3 horas en tubos de colecta, para permitir la cópula y evitar la reproducción partenogenética llamada **arrenotokia**, que involucra la producción de una descendencia de sólo machos. Una vez en la jaula los parasitoides inician su actividad parasítica. La avispa hembra posee al final de su abdomen un ovipositor, que utiliza para atravesar el corion del huevo, o en su defecto la cutícula de la larva de la plaga, depositándole un huevo microscópico en su interior. A partir de este huevo se desarrolla una cadena de embriones, obteniéndose las larvas y luego las pupas, que se disponen en hileras de 2 a 9 pupas dando la apariencia de una “salchicha”, tal como se describió antes (Foto 45). Se conoce que

el momento oportuno para la “cosecha” de pupas del parasitoide es entre 10 a 14 días después de la colonización. En ese tiempo ya se habrán formado las cámaras pupales en el borde de las hojas (Foto 46). Estas hojas conteniendo cámaras pupales serán colectadas de las plantas en jaula y ubicadas en bandejas de recuperación o jaulas de vidrio (Foto 47). Aquí pasaran por espacio de 5 días, aproximadamente, hasta que sean llevadas al campo definitivo para su liberación. Un 30% de la producción de avispas parasitoides de *A. citricola*, pueden ser destinadas para iniciar la siguiente multiplicación del parasitoide y el restante 70% puede ser liberado en campos cítricos con presencia de *P. citrella* y alta emisión de brotes tiernos.

Según Cañarte (2001), cuando las pupas de *A. citricola* (salchichas), son retiradas de la cámara pupal y ubicadas directamente en las bandejas de recuperación (Foto 48) con humedad, se logra una mayor emergencia de adultos quizás debido a que durante los cinco días antes mencionados, las hojas sufren una acelerada deshidratación, que deja atrapada a un número de pupas del parasitoide. Esto involucra que para la liberación, la avispa puede ser llevada a campo, sea en cámaras pupales o en pupas expuestas



Foto 33. Brote tierno de limón "sutil" infestado con *Phyllocnistis citrella*.



Foto 34. Larva III. de *Phyllocnistis citrella* adecuada para recuperación de parasitoides



Foto 35. Cámara pupal de *Phyllocnistis citrella* para la recuperación de parasitoides



Foto 36. Hojas de limón "sutil" en fundas plásticas para recuperar parasitoides de *Phyllocnistis citrella*



Foto 37. Hojas de limón "sutil" hidratadas en bandejas de recuperación de parasitoides



Foto 38. Pupas de parasitoides de *Phyllocnistis citrella* en bandejas con recipiente y agua



Foto 39. Patrones de mandarina "Cleopatra" utilizados en la multiplicación de *Phyllocnistis citrella* y *Ageniaspis citricola*



Foto 40. Eliminación total de hojas en plantas de mandarina para provocar brotación uniforme



Foto 41. Jaula entomológica para la cría de *Phyllocnistis citrella* y *Ageniaspis citricola*



Foto 42. Funda plástica conteniendo aproximadamente 25 hojas de mandarina



Foto 43. Fundas ubicadas en cordeles y en un área con adecuada iluminación en casa de malla



Foto 44. Plantas en jaula con brotación ideal para la infestación con *Phyllocnistis citrella*



Foto 45. Pupas de *Ageniaspis citricola* con la característica forma de "salchicha"



Foto 46. Cámara pupal en el borde de una hoja, listas para ser colectada y recuperar *Ageniaspis citricola*



Foto 47. Jaula de vidrio para la recuperación del parasitoides *Ageniaspis citricola*



Foto 48. Bandeja con humedad para la recuperación de *Ageniaspis citricola*

## 10. LITERATURA CITADA

- Bautista M, N. 1997. Bioecología de *Phyllocnistis citrella* Stainton. Minador de la hoja de los cítricos (Lepidoptera: Gracillariidae). Tesis de Doctor en Ciencias. Montecillo MX, Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Especialidad de Entomología y Acarología. 80 p.
- Bautista M, N. y Bravo M, H. 1997. El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. Montecillo MX, Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Instituto de Fitosanidad. 12 p. (Folleto técnico para productores).
- Bautista M, N.; Carrillo S, J.; Bravo M, H. 1997. Enemigos naturales y uso del nim (*Azadirachta indica* A. Juss) para el control del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) (Lepidoptera: Gracillariidae) en el estado de Veracruz. In Simposium Internacional de control biológico del minador de la hoja de los cítricos (1997, Guadalajara, MX). Memoria. Guadalajara MX, SAGAR. 33 p.
- Bautista, N.; Morales, O.; Carrillo, J. y Bravo, H. 1998. Mortalidad de *Phyllocnistis citrella* con un aceite mineral y nim. Manejo Integrado de Plagas no. 50: 29-33.
- Bautista M, N.; Bravo M, H. y Carrillo S, J. 1999. Control biológico por conservación. Análisis de caso de *Phyllocnistis citrella* (Stainton). In Memorias del Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. 6 p.
- Botanical Agricultural Insecticide. 1996. Neem-X. A New Insect Control Weapon. Whidden Industrial Park, Florida, USA. 34 p.
- Brechelt, A. y Fernández, C. 1995. El nim, un árbol para la agricultura y el medio ambiente. Experiencia en la República Dominicana. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Loyola. 123 p.
- Cano, E. y Gladstone, S. 1994. Efecto del insecticida botánico, nim-20 sobre el parasitismo por *Trichogramma pretiosum* en huevos de *Helicoverpa zea* en el cultivo de melón Manejo Integrado de Plagas no. 33: 23-25.
- Cañarte, E. 2001. El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en Ecuador. Tesis de Maestro en Ciencias. Montecillo MX, Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Especialidad de Entomología y Acarología. 136 p.
- Castaño, O. P. 1996. El minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*, Stainton) In XXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. (1996, Cartagena de Indias, CO). p 9-23.
- Cave, R. 1995. Manual para el reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. Tegucigalpa HO, Escuela Agrícola Panamericana. 202 p.
- COINBIOL (Comercializadora Internacional de Insumos Biológicos). 1995. Evaluaciones de aplicaciones de Extraplus (aceites y extractos vegetales) en cítricos contra *Phyllocnistis citrella*. 14 p.
- CORPOICA, 1998. Determinación de enemigos naturales del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella*. Subdirección de Sistemas de Producción. Programa Nacional de Información Tecnológica. CO, Oferta Tecnológica CORPOICA-ICA. 4 p.
- Curti-Díaz, S.; Díaz-Zorrilla, U.; Loredó-Zalazar, J.; Sandoval, R; Pastrana-Aponte, L. y Rodríguez-Cuevas, C. 1998. Manual de producción de naranja para Veracruz y Tabasco. ME, CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 175 p. (Libro Técnico. No. 2)
- Ecological Resources. 1996. Oikoneem. Inc. Miami. FL 33183. USA. (Información técnica del producto). 16 p.
- Espinoza, J. 2004. Evaluación de control biológico natural de las principales plagas del cultivo de limón y su dinámica poblacional en el Valle del Río Portoviejo. Tesis de Ing. Agrónomo. Portoviejo, EC, Universidad Técnica de Manabí. 68 p.

- Feldhege, M. And Schmutterer, H. 1993. Investigations on side-effects of Margosan-O on *Encarsia formosa* Gah. (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoid of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Homoptera: Aleyrodidae). J. Appl. Entomol. 115 (1993): 37-42.
- Garrido, A. 1995<sup>a</sup>. El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. Morfología, biología, comportamiento, daño e interacción con factores foráneos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. PHYTOMA no. 72: 7 p.
- Garrido, A. 1995<sup>b</sup> *Phyllocnistis citrella* Stainton. Aspectos biológicos y enemigos naturales encontrados en España. Levante Agrícola no. 330: 13-21.
- González, C.; Borges, M.; Castellanos, A.; González, N.; Vázquez, L. y García, M. 1995. *Phyllocnistis citrella* Stainton. Minador de la Hoja de los Cítricos. In II Taller nacional sobre el minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. (1995, La Habana, CU). 35 p.
- Greathead, D. J. y J. K. Waage. 1983. Opportunities for biological control of agricultural pest in developing countries. Washington D.C, The World Bank. 44 p. (World Bank Technical Paper no. 11)
- Guerra, L.; Martínez, J.; Martínez, D.; González, F.; Montero, R.; Quiroz, H.; Sanchez, J.; Rodríguez, V. y Badii, M. 1997. Biología y control biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep.: Gracillariidae), en el Estado de Nuevo Leon. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L. INIFAP- SAGAR. México. 4 p.
- Heppner, J. B. 1993. Citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* in Florida (Lepidoptera:Gracillariidae: Phyllocnistinae). Tropical Lepidoptera 4(1): 49-64.
- Hoelmer, K. A.; Osborne, L.S.; Yokomi, R. K. 1990. Effects of neem extracts on beneficial insects in greenhouse culture. Proc.USDA. Neem Workshop, Beltsville MD. p 100-105.
- Hoy, M. y Nguyen, R. 1994. Control biológico clásico del minador de la hoja de los cítricos en la Florida. Citrus Industry: 22-25.
- Hoy, M.; Jonson, S. and Nguyen, R. 1996. Classical biological control of the citrus leafminer: In M. Hoy ed. Theory and practice Proc. International Conference. Managing. Citrus Leafminer. University of Florida. p 16-20.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1995. Proyecto "El minador de la hoja de los cítricos en Manabí". Departamento Nacional de Protección Vegetal. Sección Entomología. Estación Experimental Portoviejo. Informe Anual Técnico. 81 p.
- 1996<sup>a</sup>. Proyecto "El minador de la hoja de los cítricos en Manabí". Departamento Nacional de Protección Vegetal. Sección Entomología. Estación Experimental Portoviejo. Informe Anual Técnico 79 p.
- 1996<sup>b</sup>. Proyecto "El minador de la hoja de los cítricos en Manabí". Departamento Nacional de Protección Vegetal. Sección Entomología. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Informe Anual Técnico. 56 p.
- 1997. Proyecto "El minador de la hoja de los cítricos en Manabí". Departamento Nacional de Protección Vegetal. Sección Entomología. Estación Experimental Portoviejo. Informe Anual Técnico. 73 p.
- 2003. Proyecto "Identificación de los enemigos naturales y determinación del control biológico de los artrópodos-plaga de importancia económica de los cítricos en el Ecuador". Informe Final. Portoviejo, EC, INIAP. 144 p.
- Joshi, B.; Ramaprasad, G. and Sitaramaiah, S. 1982. Effect of neem seed kernel suspension on *Telenomus remus*. An egg parasite of *Spodoptera litura*. Phytoparasitica 10: 61-63.
- Jotwani, M. G. and Srivastava, K. P. 1981. Neem pesticide of the future. Protection against field pests. Pesticides. 15(II): 40-47.

- Knapp, J. L.; Peña, J. E.; Stansly, P. A.; Heppner, J. B. and Yang. 1993. Citrus leafminer, a new pest of citrus in Florida. Citrus Industry 75(4): 36-37.
- Knapp, J. L.; Albrigo, L. G.; Browning, H. W.; Bullock, R. C.; Heppner, J. B.; Hall, D. G.; Hoy, M. A.; Nguyen, R.; Peña, J. E. and Stansly, P. A. 1995. Citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton. A new pest of Florida citrus. In Citrus leafminer workshop. Florida Cooperative. Extension Service. Institute of food and Agricultura Ciencias. University of Florida Gainesville. 26 p.
- Kossou, D. K. 1989. Evaluation of different products Neem *Azadirachta indica* A. Juss, for the control of *Sitophilus zeamais* Motsh on stored maize. Insect. Sci. Appl 10(3): 365-372.
- Makanjuola, W. A. 1989. Evaluation of extracts of Neem *Azadirachta indica* A. Juss for the control of some stored products pest. J. Stored Prod. Res. 25(4): 231-237.
- Martínez, B. and Ruiz, E. 1996. Citrus leafminer native parasitoids in midland. Tamaulipas, México.. In M. A. Hoy (ed) Managing the citrus leafminer. Proc. Intern. Conf. Florida. University of Florida. Gainesville. p 89.
- Medina, V., Robles, M. y Arredondo, H. 1997. Manejo Integrado del minador de la hoja en limón mexicano, avances preliminares. In Simposium Internacional Control biológico del Minador de la Hoja de los Cítricos (1997, Guadalajara, ME). Guadalajara. ME, SAGAR. 33 p.
- Mendoza, J. 1995. El minador de la hoja del café *Perileucoptera coffeella* y su control. Quevedo EC, Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP. 17 p.
- Mendoza, J. y Quijije, R. 1995. Nueva plaga de los cítricos en el Ecuador. El minador de la hoja. Revista INIAP no. 5: 29.
- Munakata, K. 1977. Insect feeding deterrents in plants. In Chemical control of insects behavior. Shorey, H. H. and Mekelevy, J. Jr. (Eds) Wiley. New York, N. Y. p 93-99.
- National Academy Press. 1992. Neem: A tree for solving global problems. Report of an Ad Hoc. Panel of the board on science and technology for international development. National Research Council. Washington. D.C. 107 p.
- Nuñez, E. y Canales, A. 1999. *Ageniaspis citricola*. Controlador del minador de la hoja de los cítricos: Experiencia Peruana.. Lima PE, Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 87 p.
- Padmanaban, B. 1994. Screening of citrus germplasm for controlling citrus leaf-miner (*Phyllocnistis citrella*) (Lepidoptera: Phyllocnistidae). Indian Journal of Agricultural Sciences 64 (10): 723-726.
- Peña, J. E. and Duncan, R. 1993. Control of the citrus leafminer in South Florida. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 106: 45:51.
- Peña, J. E. 1997. Estado actual del control biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. Florida USA, University of Florida. Tropical Research and Education. Center Homestead. 6 p.
- Perales, G. A.; Arredondo, H. C. and Garza, E. G. 1996. Native parasitoids of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* in Colima. México. Southwestern Entomologist 21: 349-350.
- Perales, M.; Arredondo, H.; Garza, E. y Díaz, C. 1997. Control biológico del minador de la hoja de los cítricos en Colima. In Simposium Internacional Control biológico del Minador de la Hoja de los Cítricos (1997, Guadalajara, ME). Guadalajara ME, SAGAR. 33 p.
- Raguraman, S. and Singh, R. 1999. Biological effects of neem (*Azadirachta indica*) seed oil on an egg parasitoid *Trichogramma chilonis*. Journal Econ. Entomol. 92 (6): 1274-1280.
- Rodríguez del Bosque, L.A. 1991. Teorías y bases ecológicas del control biológico. In Memorias del II Curso de Control Biológico. (1991, Buenavista, ME) Buenavista ME, SMCB-UAAAN. p. 6-19

- Rodríguez, J.; Zúñiga, A.; Legaspi, J. y French, V. 1999. Supervivencia del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en condiciones de laboratorio. In: XXXIV Congreso Nacional de Entomología. (Memorias). Sociedad Mexicana de Entomología.
- Salazar, J. 1999. Control de Plagas de los Cítricos. Lima, PE, SENASA. p 87-101.
- Schauff, E. M. and La Salle, J. 1996. Citrus leafminer parasitoid identification. Workshop identification manual. Systematic Entomology Laboratory. USDA. 168. Washinton. D. C. USA, National Museum of Natural History. 28 p.
- Schmutterer, H. and Ascher, K. 1987. Natural pesticides from the Neem tree an other tropical plants. GTZ. Eschborn Germany. p 539.
- Schmutterer, H. 1988. Potencial of azadirachtin containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. Journal Insect Physiol. 34(7): 713-719.
- Schmutterer, H. 1990. Properties an potencial of natural pesticides from the neem tree. Annun. Rev. Entomol. 35: 271-297.
- Schmutterer, H. 1997. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insects phatogens and natural ememies of spider, mites and insects. Journal Appl. Entomol. 121: 121-128.
- Singh, T. V. and Azam, K. M. 1986. Seasonal *Phyllocnistis citrella* Sainton occurence. Population dynamics and chemical control of citrus leafminer. In Andhra Pradesh. Indian Journal Entomol. 48(1):38-42.
- Singh, B. P.; Rao, N. S.; Kumar, K. K. and Bhumannavar, B. S. 1988. Field screening of Citrus germplasm against the Citrus leaf-miner *Phyllocnistis citrella* Stainton. Indian Journal Entomol. 50 (1): 69-75.
- Sponagel, K. W. y Díaz, F. J. 1994. El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella*. Un insecto plaga de importancia económica en la citricultura de Honduras. La Lima Cortes HO. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. p. 1- 31.
- Trujillo, J. 1991. Metodologías del control biológico. In Memorias del II Curso de Control Biológico. (1991, Buenavista, ME) Buenavista ME, SMCB-UAAAN. p. 3- 46.
- Trujillo A., J. 1999. Metodologías para el desarrollo de programas de control biológico. In X curso Nacional de Control Biológico (1999, Montecillo, ME). Memoria. Colegio de Postgraduados, Edo. de México. p. 89-98.
- Valarezo C, O. y Cañarte B, E. 1996. El minador de la hoja en el cultivo de cítricos. Revista INIAP no. 7 :48-51.
- y Cañarte B, E. 1997. El minador de la hoja, nueva plaga de los cítricos en Ecuador. Portoviejo, EC, IICA- CreA-PROCIANDINO-INIAP. (Plegable).
- y Cañarte B, E. 1998<sup>a</sup>. El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* en el litoral ecuatoriano. Portoviejo EC, INIAP-COSUDE. 68 p.
- y Cañarte B, E. 1998<sup>b</sup>. Manejo integrado de insectos-plagas. In Tecnologías recomendables para el manejo integrado de plagas en los principales cultivos de Manabí. Portoviejo EC, INIAP-COSUDE. 56 p.
- Valarezo, A.; Bravo, B.; Arroyave, J.; Zambrano, O.; Mendoza, A.; Valarezo, O. y Cañarte, E. 1999. Manual de cítricos para el litoral ecuatoriano. Portoviejo, EC, INIAP EE Portoviejo. 51 p.
- Vergara, R. 1995. Nueva Plaga de los cítricos en Colombia: El minador de las hojas de los cítricos. Universidad Nacional. Sede Medellín. Hoja de Sanidad Vegetal no. 7: 5.

El INIAP cuenta con siete Estaciones Experimentales y tres Granjas Experimentales ubicadas en varias zonas agroecológicas del país. Estas unidades están provistas de laboratorio, planta de semillas, invernaderos, maquinarias agrícolas, equipos y vehículos, para el desarrollo de las actividades de investigación, transferencia tecnológica y provisión de servicios tecnológicos

En la Región Litoral están ubicadas las siguientes Estaciones Experimentales: Boliche, Pichilingue, Portoviejo y Santo Domingo.

En la Región Sierra están situadas las siguientes Estaciones Experimentales: Santa Catalina y Chuquipata y las Granjas Experimentales Tumbaco y Bullcay

En la Región Amazónica Ecuatoriana están ubicadas la Estación Experimental Napo y la Granja Experimental Palora



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

Departamento Nacional de Protección Vegetal. Sección  
Entomología  
Km 12 vía Portoviejo-Santa Ana  
Casilla Postal 100  
Teléfono 632317  
Portoviejo



**SERVICIO ECUATORIANO DE SANIDAD AGROPECUARIA**

Ramos Iduarte, Edificio MAG  
Teléfono: 052633618  
Portoviejo

**FINANCIA**

**PROMSA**

**PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DE LOS  
SERVICIOS AGROPECUARIOS**



Ministerio de Agricultura y Ganadería

**PROYECTO IG-CV-107**

**Estación Experimental Portoviejo. DNPV-Entomología. 2005**

© Copyright 2005 / Todos los derechos reservados por INIAP y PROMSA