

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

---

---

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

---

---

**DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
COORDINACIÓN DE POSGRADO**



**“Control Natural del Minador de la Hoja de los Cítricos,  
*Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en  
Jalisco y Colima, México.”**

---

---

TRABAJO QUE CON EL CARÁCTER DE

**T E S I S**

PRESENTA EL C.

**ANTONIO TALAVERA VILLARREAL**

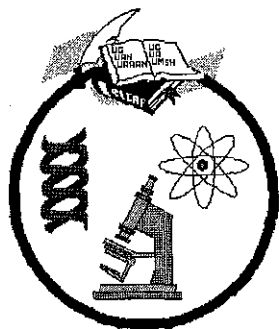
PARA OPTAR AL GRADO DE

**MAESTRÍA EN EL POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

Guadalajara, Jal., diciembre 2005

---

---



POSGRADO INTERINSTITUCIONAL  
EN CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES

**PICAF**

Esta tesis titulada "Control natural del minador de la Hoja de los Cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae)" fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:



UAA



UAAAN



UdeC



UdeG



UMSNH



UAN

**MAESTRIA  
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

CONSEJO PARTICULAR

TUTOR: Alfonso Pescador Rubio  
DR. ALFONSO PESCADOR RUBIO

ASESOR: [Signature]  
DR. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ RAMÍREZ

ASESOR: [Signature]  
DR. VÍCTOR MANUEL MEDINA URRUTIA

ASESOR: [Signature]  
M.C. SALVADOR DE LA PAZ GUTIÉRREZ

ASESOR: [Signature]  
M.C. JAIME SANTILLÁN SANTANA

## *Agradecimientos*

*A Dios Por darme la vida y ser la luz de mi camino.*

*A la Universidad de Guadalajara por haberme formado y por darme la oportunidad hoy de ser parte de su planta académica.*

*Al Centro Universitario de la Costa Sur por ser la institución donde trabajo, así mismo a su personal administrativo por las facilidades prestadas por lograr está meta.*

*A mi Director y Asesores*

*Dr. Alfonso Pescador Rubio*

*Dr. José Luis Martínez Ramírez*

*Dr. Víctor Manuel Medina Urrutia*

*por sus sabios consejos y experiencia que hicieron posible la conclusión de este documento.*

## *D e d i c a t o r i a s*

*A mis Padres Constanza y Rogelio con gratitud y respeto siempre los amaré con todo mi corazón.*

*A mis hijos Fernando y Roberto por ser la inspiración de mi superación constante.*

*A Tere por su apoyo incondicional y por haberme dado lo más valioso de la vida, mis hijos,.....*

*A mis hermanos Aurora, Elisa, Petra, Socorro, Agustina, Carmela, Rogelio, Rigoberto, Guillermo, Arturo, Jesús e Isidro por su apoyo y muestras de cariño permanente.*

*A la Familia Sandoval Madrigal con respeto y admiración y en especial al pilar de la familia Don José. ....*

*Al Maestro Salvador Acosta Romero por ser excelente amigo.*

*A mis amigos Roberto, Alfonso, Manuel R., Jesús Juan, Jesús D., Manuel Pío, Ramón, Alfredo, Raquel y Martin por su amistad y apoyo desinteresado.*

*A Rolando Castillo Murillo por su sincera amistad.*

# INDICE

Página

Índice de Cuadros y Figuras.....	
<b>Resumen</b> .....	
<b>Abstract</b> .....	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Control biológico.....	3
2.2. Clasificación.....	3
2.3. Ciclo de vida de <i>Phyllocnistis citrella</i> .....	3
2.3.1. Comportamiento de los adultos.....	4
2.3.2. Control biológico clásico.....	4
2.4. Historia de ingreso a América.....	5
2.5. Ciclo de vida y descripción de los diferentes estados.....	5
2.6. Hospederos.....	7
2.7. Daños foliares causados por juveniles (larvas).....	7
2.8. Parasitoides enemigos naturales del minador de la hoja de los cítricos .....	8
2.9. Entomopatógenos.....	16
2.10. Importancia de depredadores de insectos plaga.....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	22
3.1. Área de estudio.....	22
3.2. Clima.....	26
3.3. Aspectos agropecuarios.....	27
3.4. Fluctuación poblacional anual.....	27
3.5. Tabla de vida .....	28
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	30
4.1 Tabla de vida.....	33

<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>42</b>

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Figura 1. Colindancias del municipio de Autlán de Navarro, Jalisco .....	25
Figura 2. Localización geográfica del área de estudio .....	26
Figura 3. Fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos ( <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton) en Autlán de Navarro, Jalisco, México.....	32
Figura 4. Depredación y parasitismo del minador de la hoja de los cítricos ( <i>Phyllocnisti citrella</i> Stainton) en Autlán de Navarro, Jalisco de 1998 a 1999.....	33
Cuadro 1. Tabla de vida del MHCs en Autlán de Navarro, Jalisco en septiembre de 2000.....	34
Cuadro 2. Tabla de vida del MHC en Colima, Col., durante febrero-abril 1998 .....	34
Cuadro 3. Tabla de vida del MHC en Colima, Col., durante abril-junio 1998.....	35
Figura 5. Proporción de sobrevivencia de <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton en el Valle de Autlán de Navarro, Jalisco (2000) y en dos cohortes estudiadas en la población de Colima, Col. (1998).....	36
Figura 6. Mortalidad del MHC en la población de Colima durante junio 1998, en función del porcentaje de infestación de los brotes en 6 árboles.	37

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en una parcela de limón persa (*Citrus aurantifolia*), ubicada en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco y en Colima, Colima. México de 1998 a 2000. El objetivo fue determinar la fluctuación de la fase larval de *Phyllocnistis citrella* Stainton minador de la hoja de los cítricos y la contribución de gremios de artrópodos nativos en el control natural de insecto. En Autlán de Navarro la población de larvas y pupas mostró dos periodos de abundancia, asociados a los meses de agosto y noviembre respectivamente; durante los meses de diciembre a mayo de 1999, la incidencia del insecto fue inapreciable. En la población de Colima, los periodos de abundancia de la fase larval fueron distintos a los de Autlán de Navarro, en particular, de noviembre a abril, cuando las poblaciones incrementaron paulatinamente. En ambas localidades, los patrones de mortalidad observados muestran que los depredadores tuvieron una incidencia importante en el tercer estadio y la pupa de *P. citrella*. En la población de Colima, la mortalidad de las larvas de minador de la hoja de los cítricos se debió principalmente a depredadores que raptan la larva de la mina (82%), otra fracción de la población es depredada por insectos o artrópodos que punzan al insecto y lo consumen en la mina (9.5%) y por ectoparásitos (6.7%); una proporción reducida de la mortalidad (2%) no fue posible asignarla a un tipo de depredador. La mortalidad de las pupas se debió principalmente (91%) a ectoparasitoides, el resto (9%) no fue posible asignarla a una fuente de mortalidad.



## ABSTRACT

This work was realized in a plot of persian lemon (*Citrus aurantifolia*), located in the municipality of Autlan de Navarro, Jalisco and Colima, Colima, Mexico from 1998 to 2000. The aim was to determine the fluctuation of the larval phase of *Phyllocnistis citrella* Stainton miner of the leaf of citrus fruits and the contribution of unions of native arthropods guild native in the natural control of insect. Were showd two periods of abundance in the population of larvae and pupas in Autlan de Navarro, related to August and November respectively during December to May, 1999 the incidence of the insect was invaluable. Wit respect of the population of Colima, the periods of abundance of the larval phase were different from those of Autlán the Navarro, especially, from November to April, when the populations increased gradually. In both localities, the observed pattern of mortality shows that the predators had an important effect in the third stage and the pupa of *P. citrella*. In Colima the mortality of larvae owed mainly to predators that kidnap the larvae of the mine (82%), another part of population is pillaged by insects or arthropods that sting to the insect and is consume it in the mine (9.5%) and for ectoparasitoid (6.7%); a limited proportion of the mortality (2%) was not possible to assign it to a type of predator. The mortality of the pupa was mainly owed to ectoparasitoides (91%) the rest (9%) was not possible to assign it to a source of mortality.

## I. INTRODUCCIÓN

El minador de la hoja de los cítricos invadió el continente americano en 1993. El primer registro que se tuvo de este microlepidóptero, indica que ingresó por el estado de Florida, EEUU, y en pocos meses llegó a ocupar grandes extensiones cultivadas de cítricos en ese país (Hepner, 1993; Hoy y Nguyen, 1997). Presumiblemente, el minador de la hoja de los cítricos invadió el territorio mexicano, de manera simultánea. En los estados de Jalisco y Colima fue detectado a finales de 1994, invadiendo todas las áreas citrícolas con igualdad de rapidez (obs. pers.) A pesar de los daños que causó y de que este se estableció permanentemente en las áreas de estudio, en los años siguientes, los niveles de infestación en la mayoría de los huertos disminuyeron a excepción de los huertos con menos de dos años, situación que se ha mantenido hasta el año 2005 (CESAVECOL y CESAVEJAL). Los estudios realizados sobre la fauna de artrópodos que pueden afectar a las poblaciones de *P. citrella*, han mostrado que ésta es abundante y diversa (Perales-Gutierrez *et al.*, 1997; Schauff, 1998; Ruiz-Cancino *et al.*, 2001). Sin embargo, no se conocen los efectos específicos que estos puedan tener sobre las poblaciones de este lepidóptero, por lo que en este estudio se plantearon los siguientes objetivos: determinar el efecto de los depredadores

## **OBJETIVO GENERAL**

Describir la fluctuación poblacional de *Phyllocnistis citrella* Stainton en los municipios de Autlán de Navarro, Jalisco y Colima, Colima.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- A) Describir la fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton)
- B) Determinar la importancia relativa de los enemigos naturales en el control natural de los estados juveniles.

## **HIPÓTESIS**

Enemigos naturales nativos de *Phyllocnistis citrella* juegan un papel importante en la regulación de los estados juveniles del minador de la hoja de los cítricos en Autlán de Navarro, Jalisco.y Colima, Colima.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Control biológico.

Según Mahr *et al.*, (1993) existen tres clases de control biológico; **Importación** de enemigos naturales que es conducida por instituciones federales y agencias del estado con el objeto de incorporar los mejores enemigos naturales benéficos que se puedan establecer de manera permanente en áreas nuevas. **Conservación** que consiste en promover la actividad, sobre vivencia y reproducción de los enemigos naturales nativos, a fin de incrementar sus impactos sobre las plagas. **El incremento** de enemigos naturales aumenta temporalmente el número de éstos a través de liberaciones y mejorando su actividad de control.

### 2.2. Clasificación.

*Phyllocnistis citrella* Stainton es un micro-lepidóptero perteneciente a la familia Gracillariidae, y subfamilia Phyllocnistidae (Garrido *et al.*, 1995).

### 2.3 Ciclo de vida de *Phyllocnistis citrella*.

Sánchez *et al.* (2002) describen el ciclo biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* en naranja valencia *Citrus sinensis* (L.) Osbeck en condiciones de invernadero de la siguiente manera; el tiempo para completar el ciclo a una temperatura promedio de 27,67°C y 61% de humedad relativa fue de  $14,25 \pm 1,29$  días (rango 13-15,5 días). El promedio de desarrollo en días para cada fase fue de  $2,35 \pm 0,32$  para incubación de huevos,  $4,25 \pm 0,23$  para desarrollo larval,  $1,03 \pm 0,13$  para la prepupa y

6,58 ± 0,61 para la pupa, y el tiempo de vida de los adultos fluctuó entre un mínimo de cuatro hasta un máximo de 21 días.

El adulto es una pequeña mariposa de unos 2 a 3 mm de longitud, de color blanco nacarado, se le aprecian sobre sus alas plumosas bandas oscuras dispuestas longitudinal y transversalmente destacando dos manchitas negras situadas en la parte caudal de sus alas anteriores (Hepner, 1999).

Jacas *et al.*, (1996) reportan que las crisálidas masculinas y femeninas del minador de la hoja de los cítricos, exhiben una diversa morfología pygidial, que permite la predicción del sexo del adulto. El pygidium femenino es más largo y lleva dos pelos largos que no están presentes en los machos.

### **2.3.1. Comportamiento de los adultos.**

Jacas *et al.*, (2002) estudiaron el efecto de la edad sobre el comportamiento de *Phyllocnistis citrella*, encontrando que éste es sexualmente activo en el amanecer y que esa actividad es causa probablemente por el tiempo acumulado que transcurrió desde la puesta del sol.

### **2.3.2 Control biológico clásico.**

Smith *et al.*, (1995) describen con detalle los métodos para reproducir tres niveles tróficos (plantas de cítricos, minadores y parasitoides). Mencionan que se produjeron un promedio de 1,155 adultos del minador en una jaula provista con 60-72 plantas jóvenes. De abril a octubre de 1994 se produjeron un total de 15,230 de *Ageniaspis citricola* con un promedio de 750 por jaula. De fines de julio a octubre de 1994 se produjeron un total de 1,328 *Cirrospilus quadristriatus* con un promedio de 144 adultos por jaula. Esto fue

parte de un proyecto de control biológico clásico, y se liberaron los parasitoides en huertas de cítricos infestadas por minador, en varios sitios en el estado de Florida.

#### **2.4 Historia de ingreso a América.**

Hepner *et al.* (1995) mencionan que la pequeña mariposa minadora *Phyllocnistis citrella*, fue descubierta en cultivos de cítricos en Homestead, Florida en mayo de 1993. Durante el resto de 1993, esta importante plaga del viejo mundo se dispersó a áreas de cultivos de cítricos en la Florida. Para septiembre de 1994 se había dispersado a través de la Florida y en la región del Caribe, incluyendo el este de México. También ha alcanzado el sureste de Louisiana, el sur de Alabama y Brownsville, Texas. La distribución potencial futura en el sudeste de Estados Unidos incluirá probablemente áreas de la costa donde las heladas de invierno no son severas, con intervalos de verano posiblemente tan lejos como a zonas costeras bajas de Virginia, en donde se pueden encontrar plantaciones de cítricos.

#### **2.5 Ciclo de vida y descripción de los diferentes estados.**

Rodríguez *et al.*, (1997) comentan que el ciclo de vida del minador de la hoja de los cítricos se inicia cuando la hembra adulta deposita individualmente los huevecillos en las hojas, los cuales son colocados preferentemente en el envés de las hojas, pero cuando se presentan en elevadas poblaciones son depositados también en el haz.

Los huevecillos son de color blanquecino y tiene forma ovalada y achatada, la eclosión ocurre entre dos a diez días, el huevo es lenticular de 0.3 mm de diámetro y transparente, características que dificultan su apreciación a simple vista, pueden estar situados indistintamente sobre el haz o el envés de la hoja (Legaspi *et al.*, 1999).

Alcanzando el desarrollo embrionario del huevo, nacerá una larva que penetra inmediatamente en la hoja, situándose en la cutícula y el parénquima foliar, a los que irá separando progresivamente con su activo aparato bucal, alimentándose en sus tres primeros estadios larvarios de los jugos que se desprenden al cavar la galería. Las larvas son apodas, realizando su avance mediante sucesivos movimientos de contracción y expansión de los segmentos que forman su cuerpo. Su tamaño, coloración y trazado de galería, varía a medida que avanza en edad; así pues, y sobre larvas de primera edad se aprecia que su cabeza es más ancha que el resto de su cuerpo, presentando este un color blanquecino, durante este estadio las galerías son de trazas sensiblemente rectilíneas discurriendo normalmente muy próximas y en paralelo a la nervadura central de la hoja. Durante los dos estadios siguientes se puede apreciar una considerable reducción de su cabeza respecto al resto de su segmentado cuerpo, que variará de color desde el amarillo pálido, en larvas de segunda edad, el amarillo intenso brillante en larvas de tercera edad; igualmente se comienza a observar con claridad una línea oscura a modo de eje en el interior de la galería que se inicia en la parte caudal de las larvas y que corresponde al excremento por ellas producido. Alcanzando su cuarto estadio larvario o precrisálida, deja de alimentarse tejiendo un velo blanco sedoso, que provoca el pliegue en la hoja final de la galería; aislando la cámara crisalidal de agentes externos. Su cuerpo adquiere forma cilíndrica tendiendo los segmentos de su cuerpo a redondearse y uniformar su tamaño, pierde intensidad su color amarillo y adquiere una tonalidad mate (Ujiye, 1999).

En el interior de la cámara alcanzará su último estadio de crisálida; presentando un color marrón claro apreciándosele los ojos, patas y antenas plegadas, dos manchitas negras próximas a su parte caudal y un esclerito cefálico puntiagudo, con lo que

horadará el velo que sella la cámara, impulsándose mediante sucesivas convulsiones y giros hasta la emergencia del adulto; el resto de la crisálida quedará parcialmente en el interior de la cámara, al ser este retenido en el orificio de salida que practicó la crisálida sobre el velo, según (Garrido 1995; Legaspi *et al.*, 1999).

Ujiye (1990) menciona que la temperatura umbral para el desarrollo del minador de la hoja de los cítricos está fijada en 12.1°C y su integral térmica es de 206°C, aunque otras variables también influyen sobre su desarrollo.

## **2.6. Hospederos.**

El minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*) ataca todas las especies relacionadas con la familia de las rutáceas, uvas, leguminosas y una diversidad de ornamentales (Legaspi *et al.*, 1999).

## **2.7. Daños foliares causados por juveniles (larvas).**

Hung *et al.*, (1989) describen el porcentaje promedio de área minada, donde esta fluctuó desde menos del 1.0% en la época invernal hasta un 30% en el otoño. Aunque no se tiene datos del efecto del daño del minador en el limón mexicano, en China se estableció que si la hoja de la superficie dañada es menor al 20% no afecta el desarrollo ni producción de los árboles.

García *et al.*, (2002). Menciona que las poblaciones estacionales y el daño de árboles de cítricos por *Phyllocnistis citrella* fueron estudiadas en un área de Valencia al este de España durante 1996 a 1999.

En un área amplia fueron determinadas las tendencias poblacionales del minador de la hoja de los cítricos, en 10 huertas de árboles adultos de 50-96%, los árboles desarrollan



brotos nuevos durante la primavera y su rango fue de 51 al 96% con un promedio del 80%. El daño de las poblaciones de *Phyllocnistis citrella* en hojas nuevas desde julio a noviembre fue igual o menor a 45%, pero estas fueron pérdidas debido al minador de la hoja.

Hepner (1995) reporta que las infestaciones del minador de la hoja de los cítricos en Florida han dado lugar a una serie de información acerca de daños ocasionales en el fruto por minadores de la corteza, antes de la llegada de *Phyllocnistis citrella*, este daño lo causó otro minador conocido como *Marmara n. spp.* (Gracillaridae), ya que se ha detectado en Florida y que es posiblemente la misma especie que se reportó en California.

Rao *et al.*, (2003) fueron responsables de un estudio en Maharashtra, India en 2001 para investigar el potencial de depredadores y el desarrollo del crisópido *Mallada boninense* sobre el minador de la hoja de *Phyllocnistis citrella*, infestando *Citrus aurantifolia* (limes), *C. reticulata* (mandarin), *C. jambhiri* (rough limon) y *C. limonia* (ragpur lime). Cada larva de crisópido consumió un total de 149.93, 140.3 y 104.8 larvas de la plaga sobre sus respectivas plantas. La depredación por larvas fue de 11.9-15.1 días. Las larvas depredadoras consumieron un mayor número de minadores criados en limas ácidas y mandarinas, que en las otras especies de cítricos.

## **2.8. Parasitoides enemigos naturales del minador de la hoja de los cítricos.**

En la actualidad se puede distinguir y cuantificar la mortalidad del minador debido a la depredación, al parasitismo y a la producida por las picaduras alimenticias realizadas por las hembras de parasitoides al alimentarse de su huésped (Urbaneja *et al.*, 2000). De estos resultados se ha obtenido que la depredación sea el factor más importante de

la mortalidad. Un paso previo a la implementación de un programa de control biológico, es el determinar el complejo de los enemigos naturales nativos y el impacto que estos representan sobre la población de la plaga a controlar, debido a lo anterior es necesario realizar una exploración de los enemigos naturales que se encuentran en cada región en forma nativa; a nivel mundial se conocen aproximadamente 64 especies de parasitoides del minador de la hoja de los cítricos; en Asia centro de origen del minador, se reportan 39 especies de parasitoides, la mayoría pertenecientes a la familia Eulophidae. En Australia, país en el que se han introducido diversos parasitoides originarios de Asia, se reportan 12 especies; en América y a pesar del corto tiempo en el que se detectó el minador de la hoja de los cítricos, se reportan 18 especies de parasitoides. A partir de 1994, año en que fue detectado el minador de la hoja de los cítricos en México, se inició la exploración de parasitoides nativos de esta plaga en las principales zonas citrícolas del país, hasta el momento se han detectado 14 especies de parasitoides. El impacto que representan los parasitoides nativos sobre las poblaciones del minador de la hoja de los cítricos no ha sido evaluado eficazmente debido al escaso tiempo que se ha tenido contacto con la plaga y sus parasitoides. Sin embargo, en Florida se reporta que el parasitismo natural, en huertas libres de insecticidas químicos alcanza el 50% (Browning *et al.*, 2002).

Schauff *et al.*, (1998) mencionan que los parasitoides (Hymenoptera: Chalcidoidea) del género Chalcididae del minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Steinton (Lepidoptera: Gracillariidae) fue revisado y presentado una clave. Cuarenta y un géneros han sido registrados usando al minador de la hoja de los cítricos como huésped. Miembros de las familias Encyrtidae, Pteromelidae, Eurytomidae, Elasmidae, Eupelmidae, y Eulophidae han sido registrados con la mayoría de especies de

eulophidos. Un nuevo género, *Criptastichus* La Salle, y una nueva especie, *Cryptastichus sabo* La Salle, han sido descritas. Las especies *Sympies purpurea* Waterston 1915 es un sinónimo con *Sympiesis striatipes* Ashmead 1904, *Ageniaspis citricola* fue identificado con alta prioridad por su estrecho rango de hospederos y mostrar gran efectividad contra *Phyllocnistis citrella* (Smith *et al.*, 1995).

Cañarte *et al.*, (2004) determinaron la fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* y sus parasitoides en tres localidades de Ecuador, y mencionan al respecto que las densidades poblacionales más altas de *Phyllocnistis citrella* ocurrieron durante la estación seca. Las especies parasíticas en Ecuador son: *Galeopsomyia* sp., *Elasmus tischeridae* y *Ageniaspis citricola*, presentando mayor distribución en el país este último.

Wu *et al.*, (1998) describen nueve especies de parasitoides que fueron encontrados coexistiendo con el minador de la hoja de los cítricos en viveros en el centro de Taiwán. Estas avispas Hymenopteras pertenecen a 4 familias, y seis especies de la familia Eulophidae. *Citrostichus phyllocnistoides* una de las avispas Eulophidas fue el principal parasitoide de larvas, con el 40 al 60% de larvas del minador de la hoja parasitadas por esta avispa.

Urbaneja *et al.*, (2003) señalan que el eulófido *Quadrastichus* sp. fue liberado en España en 1996 y 1997 para el control de la reciente plaga introducida, el minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. Aunque este parasitoide se estableció y ejerció un mínimo control comparado con el parasitoide nativo *Cirrospilus brevis* Zhu, Lasalle and Huang, con clara predominancia. Una evaluación seria de los resultados de un programa de control biológico clásico que desarrollaron contra *Phyllocnistis citrella* en España, y decidieron probar resultados en campo concernientes al parasitoide

exótico *Quadrastichus* sp. y el nativo *Cirrospilus brevis* que pudo haber sido evaluado en laboratorio. Los resultados obtenidos indican que *Quadrastichus* sp. fue prácticamente superior competidor comparado con *Cirrospilus brevis*.

Urbaneja *et al.*, (1999) mencionan que *Cirrospilus* sp. próximo a *Lyncus* (Hymenoptera: Eulophidae) es uno de los parasitoides nativos más abundantes del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillaridae) encontrado en España. Este estudio muestra que la influencia de temperaturas constantes, rangos desde 1 a 40°C sobre la sobrevivencia y desarrollo del parasitoide están presentes. Para completar el desarrollo solo ocurrieron entre 10 y 35°C, pero huevecillos y pupas podrían sobrevivir a bajas y altas temperaturas, respectivamente. El máximo rango de desarrollo ocurrió a 31.8°C y la constante termal fue de 182.0 grados día. De tal manera que en bajas condiciones climáticas del Mediterráneo, el desarrollo de *Cirrospilus* sp. próximo a *lyncus* podría continuar durante todo el año.

Urbaneja *et al.*, (2003) describen los requerimientos termales de *Citrostichus phyllocnistoides* bajo condiciones de laboratorio que resultó en una baja temperatura umbral de 9.8°C, y una constante termal de 212.0 grados día. El desarrollo fue completado entre 15 y 30°C pero no a 10°C. Por lo tanto, la sobrevivencia de este agente exótico de biocontrol podría ser posible bajo temperaturas típicas del Mediterráneo.

Oncina *et al.*, (2003) realizaron muestreos en árboles de limón en dos parcelas en las provincias de Murcia y Alicante en 2002 para determinar la distribución y abundancia de *Phyllocnistis citrella* y sus parasitoides. Cada semana brotes susceptibles al ataque del minador de la hoja fueron muestreados. Los siguientes parámetros fueron evaluados en cada brote: Número de hojas, número de individuos vivos, individuos muertos y número

de individuos parasitados. Para determinar la proporción de especies de parasitoides, a las larvas de los parasitoides se les permitió completar su desarrollo hasta adulto. La mayoría del parasitismo fue causado por el parasitoide exótico *Citrostichus phyllocnistoides*. Esta especie fue encontrada parasitando solo en el segundo y tercer instar larval, mientras que los parasitoides *Cirrospilus* sp. y *Pnigalio* sp. fueron los parasitoides nativos más abundantes.

Raie *et al.*, (2002) comentan que el parasitoide *Cirrospilus lyncus* fue reproducido en plantas jóvenes de naranja agria infestadas por el minador de la hoja de cítricos separadas dentro de cajas de madera en el Insectario de Lattakia, Siria; para criar enemigos naturales durante los años 1996-1997. Algunos de los parámetros biológicos fueron estudiados en condiciones de campo y mostraron su desarrollo en las siguientes fases: períodos de oviposición, en los estados de larva y pupa fueron más de 3.55 ó menos de 0.13, más de 2.70 ó menos de 0.18 y más de 4.90 ó menos de .40 días bajo condiciones de verano, respectivamente. El ciclo de vida de *Cirrospilus lyncus* de huevo a adulto fue de más de 11.15 ó menos de 0.60 días en condiciones de verano y más de 22.9 o menos de 2.08 días en condiciones de invierno. La longevidad del adulto duró más de 27.07 ó menos de 1.26 días cuando se alimentaron con mezclas de miel y más de 4.47 o menos de 0.38 cuando no hubo ninguna alimentación. Durante la temporada de crecimiento en 1997, la tasa máxima de *C. lyncus* del total de los parasitoides fue de 73.53% en Agosto y su promedio durante la misma temporada de crecimiento fue de 60.31.

LaSalle *et al.*, (1997) describen a *Galeopsomya fausta* LaSalle sp. n. (Hymenoptera: Eupophidae: Tetrastichinae) como un parasitoide fortuito del minador de la hoja de cítricos (pupas). La especie *Galeopsomya fausta* está distribuida ampliamente en el

neotrópico desde México, Puerto Rico hasta Argentina. *Galeopsomyia fausta* es un ejemplo característico de un parasitoide nativo atacando una especie plaga invasora.

Nogueira Dé *et al.*, (2000) su trabajo consistió en identificar el complejo de parasitoides del minador de la hoja de los cítricos en Jaguarúna, SP, Brasil, antes y después de la introducción de *Ageniaspis citricola* (Encyrtidae). Mencionan que se realizaron colectas semanales en brotes de huertos de cítricos desde julio-1997 a abril-1999. Durante el período de supervisión *Ageniaspis citricola* fue introducido en el área. Antes de esa introducción *Galeopsomyia fausta* (Eulophidae) fue la especie predominante cerca de (91.83% de la composición de especies), pero *A. citricola* ha sido predominante después de su establecimiento (60.10% contra 38.30% *G. fausta*). Otros parasitoides encontrados fueron *Cirrospilus* sp. (Eulophidae), *Horismenus* sp. (Eulophidae), *Elasmus* sp. (Elasmidae), *Eupelmus* sp. (Eupelmidae) y *Conura* sp. (Ceratospicidae).

Pomerinke *et al.*, (1998) mencionan que el parasitismo de *Ageniaspis citricola* en viveros monitoreados aumentó desde el 2% en mayo de 1994 a 86% en octubre de 1995, aparentemente no obstaculizados por parasitoides nativos.

Amalin *et al.*, (2001) establecen en su estudio que la eficiencia del depredador *Hibana velox* fue probado en jaulas en campo porque se encontró ser un depredador más eficiente que *Chiracanthium. Inclusum* y *Trachelas volutus* en pruebas en laboratorio e invernadero, en suma, más minadores de la hoja de los cítricos en estado larvario fueron consumidos cuando de dos a tres individuos de *H. velox* estuvieron presentes dentro de jaulas que cuando solo una *H. velox* estuvo presente.

Lasalle *et al.*, (1999) mencionan que en 1994 fue liberado *Cirrospilus ingenuus* en cantidades pequeñas en la Florida como agente de control del minador de la hoja de los

cítricos, y que hasta esos momentos no hay recuperaciones y que no existe evidencia alguna sobre el establecimiento de esta especie.

Ateyyat *et al.*, (2002) describen a nueve especies parasitoides Eulophidos que emergieron de larvas de *Phyllocnistis citrella*, estas fueron: *Cirrospilus ingenuus* Gahan, *C. pictus* Nees, *Pnigalio agraulis*, *Pnigalio* sp. B, *Pnigalio* sp. C. *Citrostichus phyllocnistoides* Narayana, *Ratzevurgiola incompleata* Boucek, *Semiela cher petiolatus* Girault y *Zagrammosoma* sp. y *Cirrospilus ingenuus* fueron los parasitoides más comunes del minador de la hoja de los cítricos de Marzo de 1997 a junio de 1999, y podría ser un agente potencial de control biológico después de emergido liberarlo en viveros de cítricos en el Valle Jordan.

Legaspi *et al.*, (1999) mencionan que en agosto de 1994 fue reportado por primera vez el minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*) en la parte baja del Valle de Texas en Río Grande, en 1995 analizaron alrededor de 40 viveros y 20 en 1996, varios parasitoides nativos fueron identificados en sus inspecciones, incluyendo 9 especies de parasitoides a partir de 3 familias entre ellas, Eulophidae, Proctotrupidae y Ceraphronidae, el parasitoide nativo más abundante fue *Zagrammosoma multilineatum* sp. (Ashmead) (Eulophidae). Los parasitoides menos dominantes fueron: el Eulophido *Horismenus* sp., *Closterocerus* sp., *Neochrysocharis* sp., *Pnigalio* sp., y *Tetrastichus* sp.

Evans A. G. (1999) describe una nueva especie *Cirrospilus floridensis* criado a partir del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella*. Y propone el sinónimo de *Zagrammosoma zebralineatum* De Santis con *Zagrammosoma multilineatum* (Ashmead) y de *Pnigalio flavipes* con (Ashmead) *Pnigalio minio* (Walker).

Ruiz *et al.*, (2001) reportan once especies parásitas del minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton, que fueron obtenidas en Tamaulipas y norte de

Veracruz (diez de Eulophidae y una de Elasmidae). El género *Cirrospilus* está representado por tres especies, al menos *Cirrospilus* sp. C, fue la especie más común.

Se registra a *Cirrospilus* sp. B, como parasitoide de *Phyllocnistis citrella* en México.

Bautista *et al.*, (1998) identificaron un complejo de parasitoides asociados al minador de la hoja de los cítricos y una variación de poblaciones en el limón pérsico, *Citrus aurantifolia* cv *Taití*, en Cuiclahuac Ver. México; las especies *Galeopsomya* sp. y *Elasmus tricheriae* desde 1995-1996, el parasitismo del minador fue mayor del 70% y los parasitoides más abundantes fueron *Galeopsomya* sp. y *Cirrospilus* sp.

Urbaneja *et al.*, (1998) mencionan que en estudios hechos en huertos Valencianos libres de pesticidas la actividad de parasitoides nativos apareció en todas las parcelas muestreadas, entre un 5 y 60%, presentándose los mayores valores en aquellas parcelas donde la brotación fue más regular.

Shapiro *et al.*, (1998) mencionan que en algunas especies de cítricos en Cuiclahuac, Veracruz, México, las especies parasitoides como; *Cirrospilus* sp., *Horismenus* sp., *Galeopsomia* y *Elasmus tisheridae* de 1995-1996, ejercieron un parasitismo en el minador de la hoja de los cítricos que fue mayor del 70% y las especies parasíticas más abundantes fueron *Galeopsomya* sp. y *Cirrospilus* sp.

Linares *et al.*, (2001) dicen que para fortalecer el parasitismo nativo de *Phyllocnistis citrella* Stainton se importaron 700 ejemplares de parasitoides, uno de ellos *Ageniaspis cítricola* Logvinovskaya desde Perú y se liberaron en la finca Instivoc, estado de aracuy en 1998. En el 2000 se detectó el parasitoide en seis localidades de Yaracuy, parasitando el 37.18% de *P. citrella* (un rango de 23.12 a 68.11%) en contraste, el parasitismo nativo alcanzó el 10.65% (de 0 a 31.53%) y reportan que el parasitoide se adaptó a las condiciones de Yaracuy.



Argov *et al.*, (1996) pusieron en marcha un proyecto de control biológico con seis especies de enemigos naturales de *Phyllocnistis citrella* que fue introducida desde Tailandia, China, Australia, y Florida. Estos fueron creados y liberados en huertos de cítricos. En el presente se han establecido con relativo rango de parasitismo.

### **2.9. Entomopatógenos.**

En bioensayos realizados por Shapiro *et al.*, (1998) muestran la eficacia de *Bacillus thuringiensis* y un surfactante para el control del minador de la hoja de los cítricos, encontraron que la mortalidad resultó estar correlacionado positivamente con todas las dosis de *Bt* aplicadas tópicamente junto con el surfactante L-77 al 0.01%. Estos resultados sugieren que se podrá reducir la concentración de *Bt*, aumentando la concentración del surfactante y mantener su efectividad contra los minadores en huertos o en viveros de cítricos.

Fernández *et al.*, (1999) mencionan que en Cuba han usado productos a base de *Bacillus turigieninsis* en el control de diferentes plagas como son: *H. virescens*, *M. latipes*, *P. xylostella*, *Erinnys ello* L.; (Lepidoptera: Sphingidae), *Liriomyza* spp., *Diaphania* spp., *Phyllocnistis citrella* y otros lepidópteros defoliadores.

### **2.10. Importancia de depredadores de insectos plaga.**

Urbaneja *et al.*, (2004) realizaron un estudio acerca del impacto de enemigos naturales de *Phyllocnistis citrella* Stainton en España, comentan que la depredación apareció como el factor mas importante de mortalidad, los depredadores respondieron a cambios por la presencia de brotes ya que ésto contribuyó a la continua disponibilidad de presas preferenciales que se alimentan de la presencia de brotes. Los depredadores

generalistas se encontraron alimentándose de áfidos como de *Phyllocnistis citrella*, algunos géneros del orden Neuroptera fueron investigados por dicho evento. En laboratorio *Chrysoperla* completó su desarrollo cuando se alimentó del tercer instar de *Phyllocnistis citrella*.

Ives *et al.*, (2000) investigaron los efectos de mortalidad periódica sobre la dinámica de poblaciones de un depredador y su presa, ambas mostraban tener múltiples generaciones en medio de eventos de mortalidad. Usando modelos simples de interacciones del depredador-presa. Ellos mostraron que la mortalidad periódica puede producir dinámicas complejas incluyendo alternativas en ciclos estables. Periódicos eventos de mortalidad pudieron también crear ciclos depredador-presa que podrían actuar de formas inversa. La suma de la variabilidad ambiental de los modelos demostraron que la mortalidad periódica puede ser un fuerte conductor de la variabilidad poblacional, con estos determinantes vestigios se puede hablar de los fuertes patrones en largos procesos dinámicos de los sistemas depredadores-presa. Estos resultados demuestran que los períodos largos de dinámicas poblacionales muestran episodios regulares de mortalidad que pueden exhibir patrones de abundancia que no aparecen en la ausencia de eventos de mortalidad periódica.

Bajo ciertas circunstancias los omnívoros pueden ser mejores para suprimir las poblaciones de presas que un estricto depredador. Los animales que se alimentan de diferentes niveles tróficos no tienden a migrar cuando la presa es escasa.

Murdoch *et al.*, (1996) mencionan que una población de depredadores o parasitoides mantienen poblaciones de hospederos a bajas densidades sobre largos períodos ecológicamente.

Eubanks *et al.*, (2000) encontraron que la variación en la calidad de planta, abundancia de presas y la presencia de alternativas para alterar la respuesta funcional del omnívoro conocido como chinche ojona *Geocoris punctipes* (Heteroptera: Geocoridae). Y mencionan que las poblaciones del áfido del haba fueron mayores cuando las jaulas con chinche ojona estaban sobre plantas de soya con vainas que en plantas sin vainas. Amalin *et al.*, (2000) reportan que catorce pesticidas que se usan de manera común en limón "Tahiti" *Citrus aurantifolia* se evaluó en *Hibana velox* bajo condiciones de laboratorio, encontrando que todos causaron diferentes niveles de mortalidad, por lo que consideran que es recomendable usar sólo insecticidas selectivos en programas de manejo integrado.

Kean *et al.*, (2000) mencionan que los parasitoides introducidos para el control biológico clásico pueden frecuentemente causar una permanente reducción del 90% ó más en las poblaciones de sus hospederos. Esto ha sido interpretado como el significado de un agente de biocontrol exitoso que mantiene a su hospedero estable y en equilibrio.

Hawkins *et al.*, (1998) determinaron que los enemigos naturales fueron la fuente principal de mortalidad y que esa importancia aumentó en larvas de primer instar y estado de pupa. También matan insectos preferentemente exóticos que endémicos, pues matan principalmente insectos en hábitat con zonas cultivadas que en las no cultivadas.

Castineiras (1995) muestra en esta investigación que algunos parasitoides como (Aphelinidae, Platygyasteridae, Encyrtidae), depredadores (Chrysopidae, Antocoridae, Coccinellidae, Phytoseiidae, Stigmaeidae) y hongos entomopatógenos *Paecilomyces farinosus* han sido reportados como enemigos naturales de *Bemisia tabaci* en diferentes continentes. Nótese que los parasitoides fueron colectados en la región del

Caribe, pero no existen antecedentes de agentes de control biológico de *Bemisia tabaci* en Cuba.

Venzon *et al.*, (1999) mencionan que las principales plagas que atacan al cultivo de la soya son los pentatómidos *Piezodorus guildinii* y *Euschistus heros* y que los rangos de parasitismo en *Piezodorus guildinii* alcanzó desde 50.2% en 1993/94 y desde un 31.3 a 44.1% en 1994/95 en la temporada de Soya. El parasitismo en huevecillos de *Euschistus heros* alcanzó desde 50.6 a 64.7% en 1993/94, pero no se encontraron huevecillos parasitados durante 1994/95.

Thu *et al.*, (2002) reportan que el díptero minador de la hoja que pertenece a la familia Agromyzidae, es una plaga importante para muchos cultivos y plantas ornamentales en Asia. *Hemiptarsenus varicornis* se ha reconocido recientemente como un agente biológico eficaz para el control del minador de la hoja incluyendo *Trifolii* y *L. bryonae* Kakktenbach.

Valladares *et al.*, (2002) correlacionaron la riqueza y abundancia de especies en una comunidad de parasitoides. En la diversidad temporal del parasitoide y su abundancia fueron correlacionados positivamente con el número de especies y la densidad en la comunidad del huésped. El parasitismo existente fue mayor cuando la riqueza del parasitoide fue alta y la dominancia de la comunidad del parasitoide fue baja.

Gratton *et al.*, (2001) trabajaron con 16 especies de parasitoides de dos minadores de hojas, y la mortalidad por parasitoides fue sustancial con un promedio de 74%. Las especies más comunes fueron *Diglyphus arizonensis* y *Neochrysochar* sp.

Ozawa *et al.*, (2001) dicen que el máximo porcentaje de parasitismo por el complejo de parasitoides basado en el número de parasitoides adultos emergidos y colectados de hojas de tomate en invernaderos en Hamaoka y Shimizu fue del 100%. Las especies

dominantes que emergieron de larvas de *L. trifoli* en Hamaoka fue *D.* y *Dacnusa sibirica* mientras que los parasitoides dominantes en Shimizu fueron especies autóctonas.

Digweed (1998) encontró que larvas exóticas de la mosca cortadora del abedul en Alberta Canadá sufrieron ligera mortalidad por parasitoides nativos de la familia (Eulophidae; Hymenoptera: Chalcidoidea). Y encontraron que los huevos de *Pipunculus thomsoni* fueron atacados por 2 especies nativas de *Trichogramma* y las larvas de *P. thomsoni* fueron atacadas por un parasitoide keinobionte nativo especializado *Lathrolestes luteolator*.

McMillin *et al.*, (1998) mencionan que los enemigos naturales causaron una reducción significativa en la supervivencia de la progenie, pero sus efectos fueron similares a través de todas las densidades y altura del árbol durante el estado larval y huevecillo. Sin embargo, la etapa de capullo varió entre densidades y los efectos debidos a los enemigos naturales en distintas elevaciones del árbol.

Shepard *et al.*, (1998) señalan que el parasitoide *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae) fue colectado de plantas infestadas con *Liriomiza huidobrensis* en 19 de las 20 especies examinadas, el cultivo de papa fue el más atacado y la reducción observada en algunos campos fue cercano al 100%.

Hansen *et al.*, (1999) compararon el funcionamiento de un insecto parasitoides en invernaderos de vidrios, encontrando que la dieta de *Macrolophus caliginosus*, consistió solamente de ácaros fitófagos que aparecían en el interior del invernadero, por lo que se le debe considerar como una buena oportunidad para el control de ácaros fitófagos en condiciones de invernadero.

Mele *et al.*, (2002) mencionan que en Delta Mekon, Vietnam, los granjeros que cultivan naranja dulce determinaron que la presencia de *Rhinchoris humeralis*, *Toxoptera*

*auranti*, *Toxoptera citricida* y algunos otros que se alimentan de inflorescencias como *Oecophylla smaragdina* ya que ésta se presentó casi en un 75% en naranja dulce y un 45% en huerta de mandarina.

Heather *et al.*, (1995) reportan en su investigación que *Syntomeida epilais* en estado de larva ataca al arbusto venenoso *Oleander*, pero esta larva está siendo atacada en Florida por varios parasitoides generalistas incluyendo los taquinidos *Lespesia aletia* y *Chetogena (Euphorocera) Floridensis* y el calcídido *Brachymeria incerta* (nuevo huésped reportado). La hormiga roja *Solenopsis invicta* y un depredador pentatómido, *Podisus maculiventris*, y algunos patógenos que también atacan a *Syntomeida epilais*.

Settle *et al.*, (1996) comentan que el alto grado de control biológico natural puede ser resultado de un complejo de interacciones al nivel de comunidades que dirigen hacia un sistema más estable y más consistente, en las poblaciones plaga, que previamente se había considerado, además resultados obtenidos en el control biológico lo soportan como una estrategia de manejo que promueve la conservación de existir control natural biológico que trae una mayor reducción de uso de insecticidas, y el correspondiente incremento en heterogeneidad del hábitat.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

El área de estudio ubicada en Jalisco se encuentra en el Municipio de Autlán de Navarro ubicada a 104°22' W 19°36" N (García, 1998) con una superficie aproximada de 12,000 hectáreas, las cuales forman parte de la cuenca del Río Ayuquila-Armería. De esta superficie, aproximadamente 350 hectáreas se dedican al cultivo de cítricos de los cuales predomina el limón persa (*Citrus aurantifolia* cv, Haití; SAGARPA, 1999). La parcela de estudio se encuentra la localidad conocida como Rincón de Guanajuato ubicada a 104°21'03"W y 109°48'22"N, en el Estado de Colima, la parcela estudio es un huerto de limón mexicano ubicado en el rancho "El Tapatío" donde no se aplican pesticidas sintéticos y se localiza al norte de la ciudad de Colima.

**Fluctuación Poblacional Anual.** Para determinar la abundancia de las diferentes fases larvales del minador de la hoja de los cítricos, durante 1998-1999, se llevó a cabo un censo quincenal en la población de Autlán de Navarro. Para este fin se seleccionaron al azar 10 árboles de cinco a seis años de edad, tomando 10 muestras por árbol; cada muestra estaba constituida por un brote reciente, con una longitud máxima de 15 centímetros. Las muestras eran colocadas en una bolsa de plástico y conservadas a temperatura constante en una hielera de 20 litros, para ser llevadas al Laboratorio de Usos Múltiples del Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara. Las muestras fueron revisadas en un microscopio estereoscópico a 40X. En el análisis del material foliar se consideraron los diferentes estadios de *P. citrella*.

Los diferentes estadios eran identificados arbitrariamente por la longitud de la mina de la siguiente manera: huevo, esta fase no considerada en el estudio; primer estadio, 3-5 mm de longitud; segundo estadio, 6-10 mm de longitud; tercer estadio, 11 mm o más de longitud; pupa, porción de 3-4 mm del borde de la hoja doblada y pegada hacia el haz o envés de la hoja. Asimismo, fue posible designar de manera general dos fuentes de mortalidad: depredados por organismos raptos que eliminaban a la larva sin dejar rastro y por ectoparasitoides que eran observados dentro de la mina alimentándose de la larva de *P. citrella*, o se encontraban los restos de la ecdisis de los mismos. Para el análisis de esta información, los datos de dos muestreos del mismo mes fueron sumados; para determinar si la abundancia del insecto era heterogénea durante el período de estudio se aplicó una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, considerando una probabilidad de error Tipo I de 5%. Los datos de cada estadio fueron analizados por separado.

**Patrones de sobrevivencia y fuentes de mortalidad.** Para estudiar los patrones de sobrevivencia larval se construyeron tres tablas de vida de tipo longitudinal, que correspondieron a tres cohortes: Una en la población de Autlán de Navarro y dos en la población de Colima. En Autlán de Navarro el estudio se realizó en el mes de septiembre de 2000 y en Colima de febrero a junio de 1998. Por otro lado, en Colima, las dos cohortes fueron estudiadas en dos generaciones consecutivas; asimismo, durante la segunda generación y antes del inicio del muestreo, se estimó el nivel de infestación de los árboles experimentales, con el fin de evaluar la relación entre la abundancia del minador de la hoja de los cítricos y la frecuencia con la que éstos eran depredados por los diferentes gremios de artrópodos.



Debido a que la fase larval de *P. citrella* se inicia y concluye en una sola hoja, es posible hacer un seguimiento individual de cada insecto; así observamos las tres cohortes siguiendo todo el ciclo larval de cada insecto; la fase del huevo no fue considerada en el estudio y asumimos que su sobrevivencia fue del 100%. Para construir una tabla de vida, se seleccionaron 6-15 árboles al azar dentro de los predios y en cada uno se eligieron 15-25 brotes cuyas hojas habían sido colonizadas por *P. citrella*. Cada brote fue marcado con una cinta de color, fijándole una clave al brote y a la hoja, para poder identificar individualmente cada larva. Diariamente se registró el estadio larval y la mortalidad, cuando ésta fue depredada; en la segunda generación del predio de Colima se identificó la fuente de mortalidad de los insectos, de acuerdo a las siguientes categorías: a) Muerte por un raptor cuando la larva desapareció sin haber restos de la misma (hormigas, neurópteros, coleópteros etc); b) Muerte por un parásito, cuando se observó al ectoparásito (o a la ecdisis de este) afectando la larva de *P. citrella*; c) Muerte por un depredador chupador, cuando se observó el exoesqueleto de la larva aplanado dorso-ventralmente, sin muestras de putrefacción o incompleto dentro de la mina (hemípteros o arácnidos). Cada tabla de vida se concluyó hasta que todos los individuos sobrevivientes de las cohortes estudiadas, emergieron como adultos, hecho evidenciado por la presencia de la ecdisis de la pupa de cada individuo.

De manera general la información que contiene una tabla de vida durante el estudio de una cohorte es la siguiente:

$x$  = intervalo de edad, medida como estadio de desarrollo larval.

$n_x$  = número de sobrevivientes al inicio del estadio  $x$ ;  $n_0$  representa al primer estadio

(L1) en este estudio ( $n_{x+1} = n_x - d_x$ )

$l_x$  = proporción de organismos que sobreviven al inicio del estadio  $x$  ( $l_x = n_x / n_0$ )

$d_x$  = número de organismos que mueren durante el intervalo de edad  $x$  a  $x + 1$ .

$q_x$  = tasa de mortalidad específica del estadio  $x$  a  $x + 1$  ( $q_x = d_x / n_x$ )

$e_x$  = Esperanza de vida para los organismos que están vivos al comienzo del período de edad  $x$ .

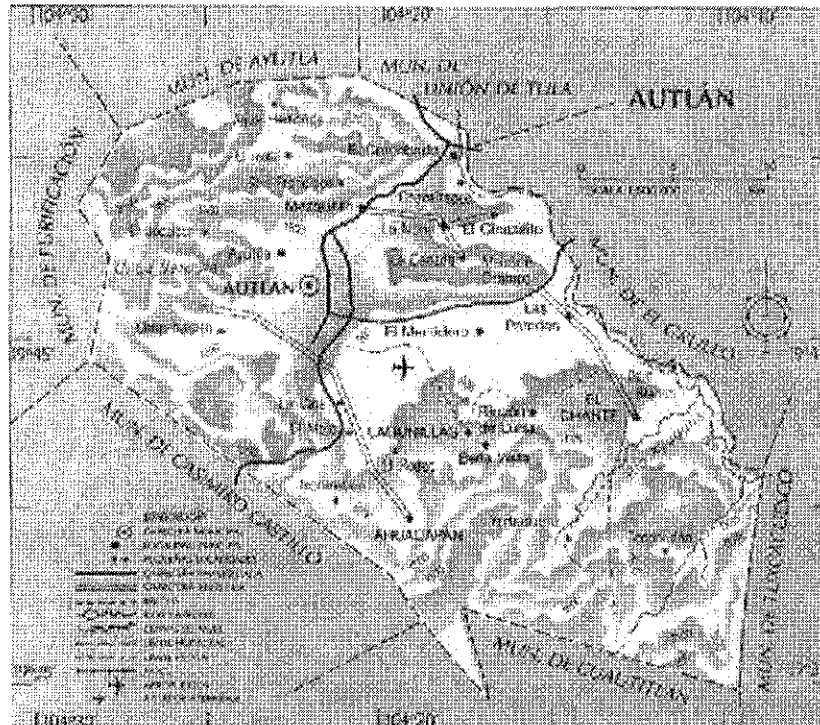


Figura 1. Colindancias del municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México.



### **3.3. Aspectos agropecuarios.**

El municipio está constituido por 25 ejidos con una superficie total de 42,474 hectáreas, 1 comunidad agraria de 40 hectáreas y una pequeña propiedad de 53,776 hectáreas. El 10% de los propietarios, los correspondientes a la pequeña propiedad poseen el 55.8% de la superficie municipal. La superficie agrícola se divide en 7,325 hectáreas de riego y 6,707 de temporal (SAGARPA, 1999).

La producción agrícola del valle representa una de las actividades económicas más importantes del municipio. El valle se ha destacado por la producción de cultivos básicos como: maíz, frijol, arroz y sorgo; hortalizas como melón, sandía, pepino, calabacita, tomate de cáscara, chile y jitomate; cultivos perennes como frutales (naranja, mango y limón) alfalfa, caña de azúcar y agave respectivamente.

### **3.4. Fluctuación poblacional anual.**

Para determinar la abundancia de las diferentes fases larvales del minador de la hoja de los cítricos, durante un año se llevó a cabo un censo quincenal en la población de Autlán de Navarro. Para este fin se seleccionaron 10 árboles de 5 a 6 años de edad al azar, tomando 10 muestras por árbol; cada muestra estaba constituida por un brote reciente, con una longitud máxima de 15 centímetros. Las muestras eran colocadas en una bolsa de plástico y conservadas a temperatura constante en una hielera de 20 litros, para ser llevadas al laboratorio de usos múltiples del Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara. Las muestras fueron revisadas en un microscopio estereoscópico a 40X. En el análisis del material foliar se consideraron los diferentes estadios de *P. citrella*. Los diferentes estadios eran identificados arbitrariamente por la longitud de la mina de la siguiente manera: Primer estadio 3-5

milímetros de longitud; segundo estadio 6-10 milímetros de longitud; tercer estadio 11 milímetros o más de longitud; pupa, proporción de 3-4 milímetros del borde de la hoja doblada y pegada hacia el haz o envés de la hoja.

### 3.5 Tablas de vida

Las tablas de vida son una herramienta de uso común para estudiar algunos de los procesos que ocurren en las poblaciones naturales; a través de esta técnica demográfica es posible estimar las tasas de crecimiento poblacional, las tasas de mortalidad y sobrevivencia, y es posible a través de los índices que se generan, identificar por categorías de edad la(s) etapas(s) en la(s) que una población es más susceptible a diversos factores de mortalidad (Graciano *et al.*, 1997).

De manera general la información que contiene una tabla de vida durante el estudio de una cohorte (estudio longitudinal) es la siguiente:

**X** = Estadio

**x** = Número de sobreviviente al inicio del estadio x.

**lx** = Proporción de organismos que sobreviven al inicio del estadio x.

**dx** = Número de organismos que mueren durante el estadio x a x + 1.

**qx** = Índice de mortalidad durante el estadio de x a x + 1.

**ex** = Esperanza de vida para los organismos que están vivos al comienzo del período de edad x.

Debido a que la fase larval de *P. citrella* inicia y concluye en una sola hoja, es posible hacer un seguimiento individual de cada insecto; así observamos una cohorte a lo largo de todo el ciclo larval. Para construir las tablas de vida, en el sitio de estudio, se seleccionaron 10 árboles al azar dentro del predio, y en cada uno se eligieron 10 brotes

cuyas hojas hayan sido colonizadas por *P. citrella*. Cada larva (mina) fue revisada diariamente, registrando: El estadio larval y la fuente de mortalidad, cuando este fue depredado de acuerdo las siguientes categorías. Desde el primer día se llevó a cabo un monitoreo diario, registrándose la fuente de mortalidad de cada individuo de la siguiente manera: a) Muerte por un raptor cuando la larva desapareció sin haber restos de la misma (hormigas, neurópteros, coleópteros etc); b) Muerte por un parásito (cuando se encuentra un ectoparásito afectando la larva de *P. citrella* o cuando sólo se encontró la pupa o ecdisis de la pupa de éste); c) Muerte por un depredador chupador cuando se observó el exoesqueleto de la larva aplanado dorsoventralmente, sin muestras de putrefacción o incompleto dentro de la mina (hemípteros o arácnidos) y d) Muerte por entomopatógenos, cuando las larvas se encontraron micosadas.

## IV. RESULTADOS

El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* en Autlán de Navarro, Jalisco, presentó un período de abundancia que se extiende de junio a noviembre de 1998 (Fig. 3), durante diciembre a mayo del mismo año la presencia de este artrópodo plaga fue inapreciable. Es importante señalar que los datos obtenidos sobre los mayores períodos de abundancia de la plaga en sus cuatro estadios tuvo una importante relación con los meses de mayor humedad ambiental. Sin embargo Cañarte *et al.*, (2004) encontraron que en Ecuador la mayor incidencia de los estados juveniles se presentó durante la época seca.

En relación a los patrones de mortalidad, pudimos observar que en Autlán de Navarro, la mayor parte de la población larval de *P. citrella* fue depredada por insectos raptores (Fig. 4), aunque fue evidente la presencia de parasitoides que contribuyeron con una proporción baja de depredación. Es posible que su impacto sea potencialmente mayor, sin embargo, estos tal vez fueron depredados junto con la presa por el gremio de depredadores raptores. Por otro lado, en Colima se analizaron las fuentes de mortalidad encontrando que el 82% de la depredación fue debida a los raptores y solo el 9.5% a los que punzan *in situ* al minador, y la contribución de parasitoides fue de solo el 6.7%.

En cambio Ateyyat (2002) realizó estudios durante marzo de 1997 y a junio de 1999 sobre hojas infestadas de minador de la hoja de los cítricos, colectó y liberó 9 especies de eulophidos parasitoides, y encontró que *Citrostichus phyllocnistoides*, *Ratzeburgio laincompleata*, *Semiela cherpiolatus* and *Sagrammosoma sp.*, *Cirrospilus ingenuus* fueron los parasitoides más comunes del minador de la hoja de los cítricos y fueron los

agentes más efectivos de control biológico en el Valle del Jordán, lo que demuestra que los parasitoides pueden ser un gremio importante en la depredación de esta plaga.

En la población de Autlán de Navarro como la de Colima *P. citrella* muestra un patrón de sobrevivencia tipo I, que se caracteriza por tener una esperanza de vida elevada durante la mayor parte de su ciclo, seguida de un alta mortalidad al final de éste. En Autlán de Navarro la mortalidad larval se incrementó fuertemente durante la fase de pupa ya que esta pereció en un 50%. A su vez, en Colima fue en la fase L3 cuando la tasa de mortalidad específica fue muy elevada al igual que la pupa.



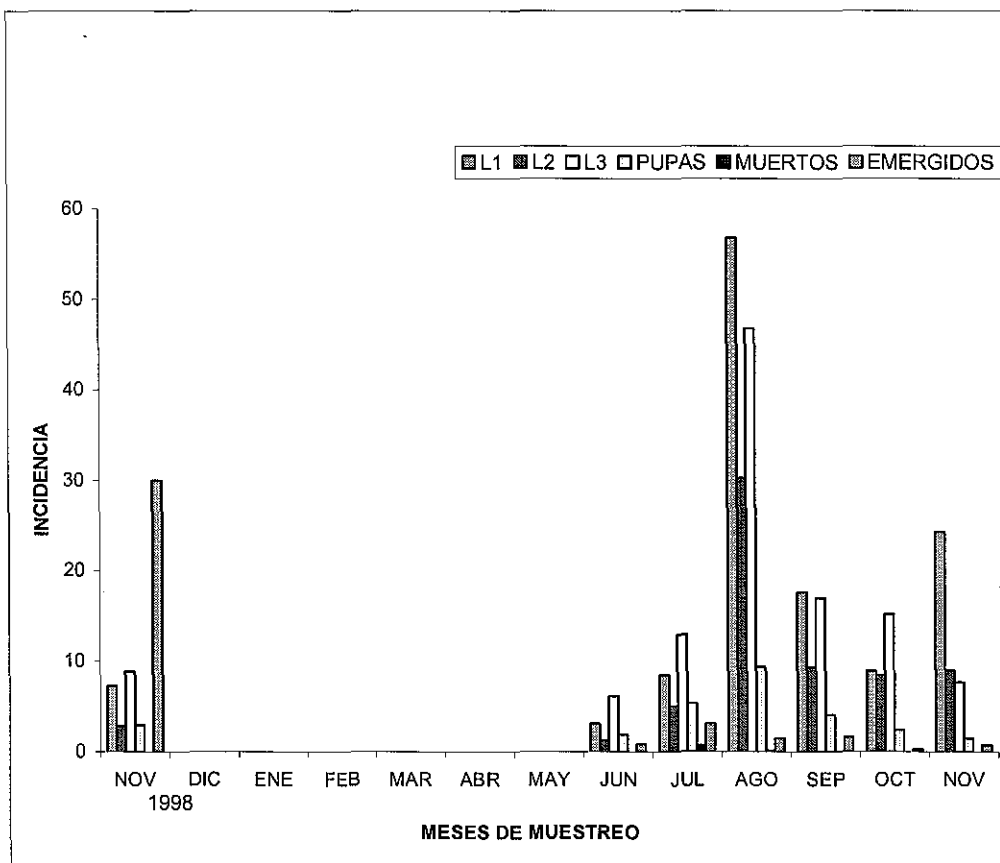


Figura 3. Fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en Atlán de Navarro, Jalisco, México.

Las barras representan el total de individuos de cada instar, obtenidos de 100 elegidos al azar en 10 árboles cada mes.

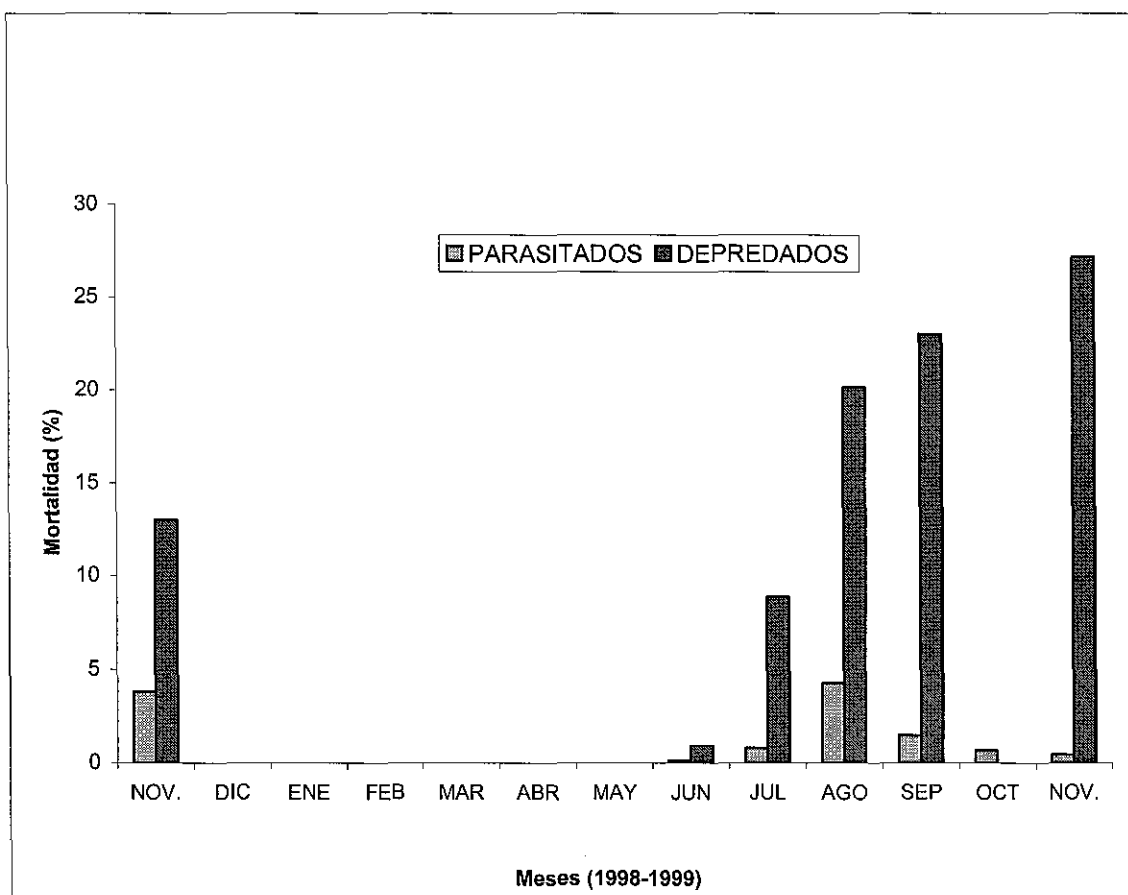


Figura 4. Depredación y parasitismo del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en Autlán de Navarro, Jalisco de 1998 a 1999.

#### 4.1 Tabla de vida.

En el presente trabajo utilizamos tres tablas de vida (Cuadro 1, 2 y 3) conocidas como de cohorte longitudinal, por lo que ha continuación describimos los datos obtenidos para la elaboración de estas tablas de vida para el minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en Autlán de Navarro, Jalisco y Colima, Col., México.

Cuadro 1. Tabla de vida del minador de la hoja de los cítricos en Autlán de Navarro, Jalisco en septiembre de 2000.

$x$	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$e_x$
L1	1910	1	57	0.029	3.6
L2	1853	0.97	113	0.061	2.73
L3	1740	0.911	276	0.159	1.94
P	1464	0.766	694	0.474	1.36
E	770	0.403	770	1	1

Cuadro 2. Tabla de vida del minador de la hoja de los cítricos en Colima, Col., durante febrero-abril 1998.

$x$	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$e_x$
L1	101	1.000	20	0.198	2.060
L2	81	0.802	30	0.370	1.451
L3	51	0.505	29	0.569	1.009
P	22	0.218	14	0.636	0.682
E	8	0.079	8	1	1

Cuadro 3. Tabla de vida del minador de la hoja de los cítricos en Colima, Col., durante abril-junio 1998.

<b>x</b>	<b>n<sub>x</sub></b>	<b>l<sub>x</sub></b>	<b>d<sub>x</sub></b>	<b>q<sub>x</sub></b>	<b>e<sub>x</sub></b>
L1	928	1.000	72	0.83	2.63
L2	856	0.922	110	0.129	1.81
L3	746	0.804	452	0.606	1.001
P	294	0.317	134	0.456	0.77
E	160	0.172	160	1	1

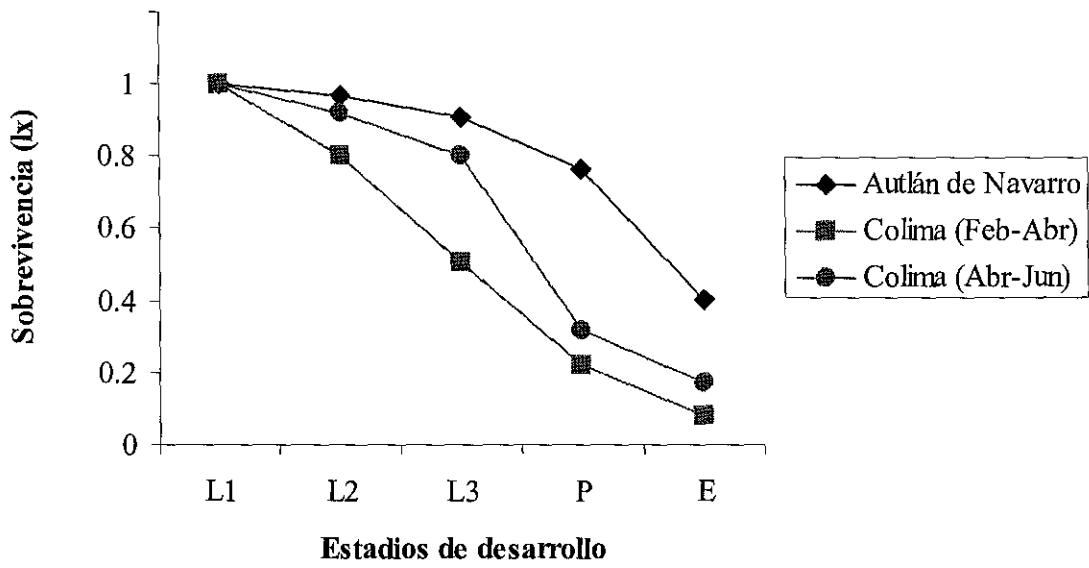


Figura 5. Proporción de sobrevivencia de *Phyllocnistis citrella* Stainton en Autlán de Navarro, Jalisco (2000) y en dos cohortes estudiadas en la población de Colima, Col. (1998)

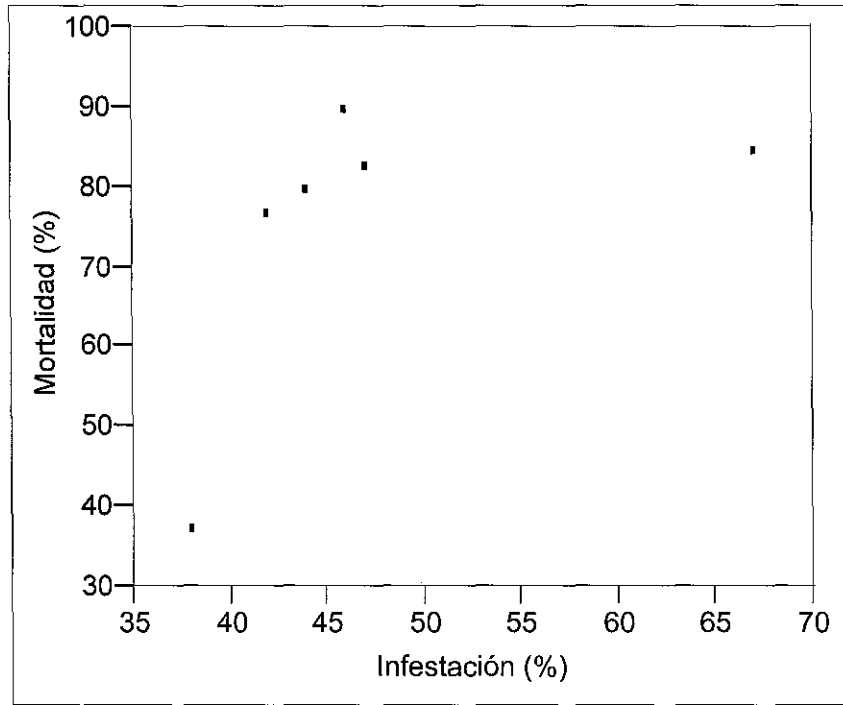


Figura 6. Mortalidad del minador de la hoja de los cítricos en la población de Colima durante junio 1998, en función del porcentaje de infestación de los brotes en 6 árboles.

## V. DISCUSIÓN

En Autlán de Navarro se realizó un estudio sobre la fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos, donde este presentó un período de abundancia que comprende del mes de julio al noviembre de 1999. En Colima, para varias poblaciones de minador de hoja de los cítricos, estudiadas en 1995 y 1996 en (Coquimatlán, Colima, Tecomán y Cerro de Aguilar) se observaron patrones similares, aunque con niveles bajos de presencia de febrero a mayo (Robles y González *et al.*, 1997).

Por otro lado, encontramos que la mortalidad en Autlán de Navarro se da preferentemente en el estado de pupa, esto es congruente con las observaciones hechas por Perales-Gutiérrez *et al.*, (1996) que reportan que los parasitoides afectan primordialmente las fases L3 y pupa. Esto presumiblemente nos indica que los gremios de artrópodos que afectan las poblaciones de minador de la hoja de los cítricos, tienen un peso importante en el control de este lepidóptero al depredar intensamente las categorías de edad cercanas a la edad reproductiva. En la población de Autlán de Navarro, en contraste con la de Colima, no hubo depredación importante en la transición de L3 a pupa. Lo que dio como consecuencia al final de esa cohorte, que el 40% de la población larval llegara a su fase adulta.

Entre las características poblacionales que potencialmente afectan la regulación de las mismas en su interacción con los enemigos naturales, tenemos las siguientes: la edad a la primera reproducción, la categoría de edad donde ocurre la mayor proporción de mortalidad y la existencia (o ausencia) de una relación denso dependiente entre los factores de mortalidad y la población en cuestión. En el caso de *P. citrella* encontramos

que la tasa de mortalidad específica ( $q_x$ ) fue más alta en los últimos dos estadios para la población de Colima; en contraste en Autlán de Navarro,  $q_x$  fue de gran magnitud solo para la pupa. Como en todos los insectos, la edad reproductiva es la fase adulta y por lo tanto, en este caso, la mortalidad ocurre mayoritariamente en las fases previas, más cercanas a la fase reproductiva. Finalmente, en la Figura 4, se sugiere una relación denso dependiente entre la mortalidad del minador de la hoja de los cítricos y el grado de infestación (i.e. tamaño poblacional) en un árbol. En este estudio de la población de Colima, por debajo de una incidencia de infestación de los brotes jóvenes menor al 40%, la mortalidad larval es menor al 40%. Al incrementarse el grado de infestación ligeramente, la mortalidad llega a 80% o más. Sin embargo, también se hace evidente un efecto de saturación de los depredadores, puesto que por arriba del 40% de incidencia, la depredación permanece constante alrededor del 80%. Por consiguiente, podemos afirmar que puesto que los índices de mortalidad son más altos en los últimos estadios y ya que fue evidente una relación denso dependiente positiva entre la abundancia del minador de la hoja de los cítricos y las tasas de depredación, que las poblaciones son reguladas por el gremio de depredadores del mismo. Amalin *et al.*, (2002) reportan que la mortalidad de causada por los depredadores en la población del minador de la hoja de los cítricos en Florida, también estaba altamente correlacionada con la densidad de esta plaga. Lo que sugiere que cuando se conservan los gremios naturales de control del minador de la hoja de los cítricos los patrones de mortalidad son similares en diferentes sitios.



## VI. CONCLUSIONES

Por todo lo antes expuesto, se puede afirmar que nos encontramos ante una plaga extremadamente peligrosa, considerando su elevado número de generaciones anuales, su alto potencial de recuperación, la magnitud y la gravedad de sus daños foliares.

De acuerdo a la metodología desarrollada, se cumplieron los objetivos planteados en la presente investigación. En este sentido, se concluye que en el municipio de Autlán de Navarro, durante los meses de estudio (noviembre de 1998-noviembre de 1999), la fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* presentó sus mayores picos poblacionales en la primera quincena del mes de agosto de 1999; respecto a los índices de depredación y parasitismo ejercido por los enemigos naturales podemos concluir que la depredación siempre fue mayor que el parasitismo durante el período de estudio. Por lo que se puede señalar que los enemigos naturales juegan un papel importante en la regulación de esta plaga en nuestro entorno.

Respecto a las tablas de vida, estas nos confirman que los índices de mortalidad se presentan con mayor intensidad en las últimas etapas de desarrollo de la plaga. Por otro lado, nos indica que los primeros instares larvales son los que tienen mayor probabilidad de sobrevivir.

## VII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos de la presente investigación, se recomienda:

1. Propiciar en los agricultores de la región minimizar el uso de agroquímicos de síntesis, ya que estos afectan más a los enemigos naturales que a las plagas mismas.
2. Que las instancias federales y de educación, promuevan cursos de capacitación y actualización de control biológico a agricultores y técnicos de la región costa sur de Jalisco.
3. Que la Universidad de Guadalajara y en particular el Centro Universitario de la Costa Sur promueva proyectos de vinculación y extensión con énfasis en el control biológico de plagas agrícolas.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Amalin, D. M., Peña, J. E. and McSorley, R. 2001. Predation by hunting spiders on citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* stainton (Lepidoptera: Gracillaridae). Journal of Entomologist Science. 36: 199-207.
- Amalin, D. M., Peña, J. E., Yu S. J. and McSorley. R. 2000. Selective toxicity of some pesticides to *Hibana velox* (Araneae: Anyphaenidae), a predator of citrus leafminer. Florida Entomologist. 83: 254.
- Argov, Y. and Rossler, Y. 1996.0 Introducción , release and recovery of several exotic natural enemies for biological control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Israel. Phytoparasita. 24: 33-38.
- Ateyyat, M. A. 2002. Parasitoids complex of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* on lemon in the Central Jordan Valley. Biocontrol. 47:33-43.
- Bautista-Martínez, N., Carrillo-Sánchez, J. L., Bravo-Mojica. H., Koch, S. D. 1998. Natural parasitism of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae) at Cuitlahuac, Veracruz, México. Florida Entomologist.81: 30:37.
- Browning, H. W., Stanly, P.A. and Peña. 2002. Florida citrus pest management guide: citrus leafminer. University of Florida.
- Cañarte Bermudes E., Bautista Martínez N., Vera Graciano J., Arredondo Bernal H. C. y Huerta Paniagua A. 2004. *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae) and its parasitoids in citrus in Ecuador. Florida Entomologist. 87: 10-17
- Castineiras A., 1995. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba. Florida Entomologist. 78:538-540.

- Digweed, S. C. 1998. Mortality of birch leafminer sawflies (Hymenoptera: Tenthredinidae): impact of natural enemies on introduced pests. *Entomology*. pp.1357:1367.
- Eubanks, M. D. and Denno. R. F. 2000. Host plants mediate omnivore-herbivore interactions and influence prey suppression. *Ecology* .81: 936-947
- Evans. G. A. 1999. A New Species of *Cirrospilus* (Hymenoptera: Eulophidae) and Two New Synonymies of Parasitoids Reared From The Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae). *Florida Entomologist*. 82: 448-453
- Fernández O. y Larrea Vega. 1999. A review of *Bacillus turigiensis* (Bt) Introducción and use in Cuba. *Biocontrol*. 20: 47-48
- García-M. F., Granda, C., Zaragoza, S., and Agustí. M. 2002. Impact of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae) on leaf area development and yield of mature citrus trees in mediterranean area. *Horticultural Entomology*. 95: 966- 974.
- García de M. E. 1998. Modificación al sistema de clasificación climática Köppen Quinta Edición, México, D.F.
- Garrido, A. 1995. El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en Andalucía S. P. V. Málaga. *Jordanas Técnicas*. 30-31.
- Gratton, C. And Welter, S. C. 2001. Parasitism of natural populations of *Liryomyza helianthi* spencer and *Calycomyza platyptera* (thomson) (Díptera: Agromyzidae). *Entomology*. pp. 81:97.
- Hansen, D; Brodsgaard, H. and Enkegaard A. 1999. Life table characteristics of *Macrolophus calliginosus* preying upon *Tetranychus urticae*. *Entomology*. pp. 269:275.

- Hawkins, B. A. and Hochberg, M. E. 1998. Towards an and empirically-based theory of herbivore demography. *Ecological Entomology*. 23(3).
- Heather J. M and Bennett, F. D. 1995. Parasitoids and predators associated with *Syntomeida epilais* (Lepidoptera: Arctiidae) on oleander. *Florida Entomologist*. 78:543-546.
- Heppner J. B. and Dixon. W. N. 1995. Potential spread of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Phyllocnistinae) in the United States. *Entomologist*. 41:110-112
- Heppner, J. B. 1993. Citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* in Florida (Lepidoptera Gracillariidae Phyllocnistinae). *Tropical Lepidoptera*. 4:49-64.
- Heppner, J. B. 1995. *Citrus leafminer* (Lepidoptera: Gracillariidae) on fruit in Florida. *Entomologist* 78(1).
- Heppner, J. B. 1999. Citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera:Gracillariidae): Phyllocnistidae. *Florida Entomologist*. 78: 183-186.
- Hoy, M. A. y Nguyen, R. 1997. Classical biological control of the citrus leaf miner *Phyllocnistis citrella* Stainton. *Tropical Lepidoptera* 8 (suppl. 1): 1-19.
- Hung, M. D., D. X. Cheng, S. X. H. Mai, W. C. Tan, and J. Szeto. 1989. Studies on annual population dynamics and control strategy of citrus leafminer. *Acta Entomológica (Beigin)*, 32: 58-67
- Ives, R. A., Kevin. G., V. A. and Jansen A. 2000. Periodic mortality events in predator – prey system. *Ecolgy*. 81:3330-3340
- Jacas J. A. and Garrido. A. 1996. Differences in the morphology of male and female pupae of *Phyllocnistis Citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). 79: pp-603.

- Jacas, J. A. and Peña, J. E. 2002. Calling behavior of two different field populations of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae): effect of age and photoperiod. Florida Entomologist. 85:378-381.
- Kean, J. M. and Barlow, Nigel D. 2000. Can host parasitoid metapopulation explain successful biological control?. Ecology. pp. 2188: 2197
- Lasalle, J. and Peña, J. E. 1997. A new species of *Galeopsomya* (Hymenoptera: Eulophidae:Tetrastichinae) a fortuitous parasitoid of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae). Florida Entomologist. 80: 461-470.
- Lasalle, J., Duncan, R. E., and Peña, J. A. 1999. The recovery and apparent establishment of *Cirrospilus ingenuus* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida. Florida Entomologist. 82: 371-373
- Legaspi, J. C, French, J. V., Schauff, M. E and Woolley, J. B. 1999. The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae) in south texas: incidence and parasitism. Florida Entomologist. 82: 305- 316.
- Legaspi, J. C. and French. V. 1999. The citrus leafminer and its natural enemies. Entomology. Circ. B96-1
- Linares, B., Hernández, Morillo J., Hernández, J., Livia. 2001. Introducción de *Ageniaspis citricola* logvinovkaya, 1983. (Hymenoptera: Encyrtidae) para el control del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillaridae: Phyllocnistinae) en el estado Yaracuy, Venezuela.2001. Entomotropica. 16: 143-145
- Mahr, D. L. and Ridgway, N. M. 1993. Biological control of insects and mites: an introduction to beneficial natural enemies and their use in pest management. NCR pub. 481, 91 pp.

- McMillin, J. D. and Wagner, M. R. 1998. Influence of host plant vs. natural enemies on spatial distribution of a pine sawfly, *Neodiprion autumnalis*. Entomology. pp.397:408.
- Mele, P. V., Cuc, NTT. and Van Huis, A. 2002. Direct and indirect influences of the weaver ant *Oecophylla smaragdina* on citrus farmers, pest perceptions and management practice in Mekon Delta, Vietnam. Entomology. 48:225-232.
- Murdoch, W. W. and Briggs, Cheryl J. 1996. Theory for biological control: recent developments. Ecology. 77: 2001- 2013.
- Nogueira, de Sa, Alexandre, L., Costa, Valmir A., Wagner de Oliveira, Portes. and Ribeiro de Almeida, G., 2000. Parasitoids of *Phyllocnistis citrella* in Jaguariúna, state of Sao Paulo, Brazil, before, and after the introduction of *Ageniapis cítricola*. Scientia Agrícola. 57:799-801.
- Oncina, M., A. Garcia-Ortega, P. 2003. Working Group Integrated Control in Citrus Fruti Crops. *Phyllocnistis citrella* in citrus groves in Morocco. Spain. pp: 26
- Ozawa, A., Saito, T. and Ota, M. 2001. Biological control of american serpentine leafminer, *Liriomyza trifoli*, on tomato in greenhouses by parasitoids. ii. evaluation of biological control by *Diglyphus isaea* (walker) and *d. siberica* in commercial greenhouses. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. pp. 61:74
- Perales-Gutierrez M. A., H. C. Arredondo Bernal and Garza Gonzalez. 1996. Parasitoids of the citrus leafminer in Colima, México. P. 93 in Hoy, M. A. (ed) 1996. Managing the citrus leafminer: Proc. Intl. Conf. 23-25 april 1996, Orlando Fl.
- Pomerinke, M. A. and Stanley, P. A. 1998. Establishment of *Ageniapis cítricola* (Hymenoptera:Encyrtidae) for biological control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae) in florida. Florida Entomologist. 81:361-372.

- Raie, A. y Al-Khateeb, N. 2002. A study of some biological parameters of *Cirrospilus* sp. nr. *Lyncus* (Walker), parasite on citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton. Plant Protección. 20:44- 8
- Rao, C. N., Shivankar, V. J., and Shyam Singh. 2003. Predatory potential and development of the green lacewing (*Mallada boninensis*) on citrus leaf-miner (*Phyllocnistis citrella*). Agricultural Sciences. 73:60-61
- Robles-González, M. M. y Medina-Urrutia, V. M. 1997. Fluctuación del daño del minador de la hoja de los cítricos en limón mexicano. Simposio Internacional, control biológico del minador de la hoja de los cítricos. SAGAR Guadalajara, Jalisco. pp. 5-10.
- Rodriguez G. y Cermelli. M. 1997. El minador de la hoja nueva plaga de los cítricos en Venezuela. Fonaiap Divulga (ven) 58: 20-24.
- Ruíz Cancino, E., Bernal, Celestino., M. Coronado Blanco, J. M., Mateos Crespo J. R., y Peña, J. E. 2001. Himenopteros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en Tamaulipas y norte Veracruz, México, con una clave para las especies. Folia entomológica. 40:83-90
- SAGARPA. 1999. Tenencia de la tierra del municipio de Autlán de Navarro. Distrito de Desarrollo Rural No. V. El Grullo, Jalisco.
- Sánchez, J., Cermeli, M. y Morales M., P. 2002. Ciclo biológico de minador de la hoja de cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en naranja (*Citrus sinensis* )(L) OSBECK). Entomotropica. 17: 167-172
- Schauff, M. E., LaSalle, J. and Wijesekara. 1998. The genera of Chalcid Parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Natural History 1998. 32: 1001-1056.



- Settle, W. H., Ariawan, H., Endah Tri A., Widyastama Cahyana, Lukman Hakim A., Dadan Hindayana, A. Sri, Lestari and Pajarningsih. 1996. Manging tropical rice through conservation or generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology*. pp. 1975: 1988.
- Shapiro, J. P., Schroeder, W. J. and Stansly. Philip A. 1998. Bioassay and efficacy of *Bacillus thurigiensis* and organosilicone surfactant against the citrus leafminer (Lepidoptera: Pyhllocnistidae). *Florida Entomologist*. 81:201-210.
- Shapiro, J. P., Schroeder, W. A. and Stanly, P. A. 1998. Natural parasitism of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae) at Cuitlahuac Veracruz, México. *Florida Entomologist*. pp.201:210.
- Shepard, B. M, Samsudin and Braun, A. R. 1998. Seasonal incidence of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromizydae) and its parasitoids on vegetables in Indonesia. *Etomology*. pp. 43:23.
- Smith, J. M. and Hoy, Marjorie A. 1995. Rearing methods for *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Cirrospilus quadristriatus* (Hymenoptera: Eulophidae) released in a classical biological control program for the citrus leafminer *Phyllocnsitis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae). *Florida Entomologist*. pp. 78:600-608
- Thu, G. H. T. and Ueno, T. 2002. Biology of *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid wasp of leafminer *Liriomyza trifolii* (Díptera: Agromizidae). *Journal of the agriculture kyushu university*. pp.45:54.
- Ujiye T. 1999. Biology and control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillaridae) in Japan. Jarq- Japan Deparment of plant protection, National Institut of frut tree Science ( Tsukuba, Ibaraki, 305- 86056 Japan).

- Ujiye, T. 1990. Studies on the utilization of a sex attractant of the citrus leafminer moth, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae). I. Analysis of seasonal population trends and some behavioral characteristics of the male moths by the use of synthetic sex attractants in the field. Bulletin of the fruit tree Research. 18: 19-46.
- Ujiye, T. 2000. Biology and control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Thailand. Tropical Journal of Applied Entomology Zool. (Tokyo) 36: 253-255
- Urbaneja A. Jacas. J., Verdú M. J., Garrido. A. 2000. Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in eastern Spain. Entomology. 18:199-207.
- Urbaneja A. Jacas. J., Verdú M. J., Garrido. A. 2003. Interspecific competition between two ectoparasitoids of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae): *Cirrospilus brevis* and the exotic *Quadrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae). Biological Control. 28:243-250.
- Urbaneja A., Jacas. J., Verdú M. J., Garrido. A. 1998. Dinámica e impacto de los parasitoides autóctonos de *Phyllocnistis citrella* Stainton en la comunidad valenciana. Instituto de Investigaciones Agrarias (IVIA) Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. 13: 409-423.
- Urbaneja, A. Jacas. J., Verdú M. J., Garrido. A. 1999. Effect of temperature on development and survival of *Cirrospilus* sp. near *lyncus* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoid of the citrus leafminer (Lepidoptera; Gracillariidae). Environmental Entomology. 28: 339-344.

- Urbaneja, A. *et al.* 2003. Effect of temperature on development and survival of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Biocontrol Science and Technology*. 15:131-134.
- Urbaneja, A.; A. Muñoz, A. Garrido and J. Jacas. 2004. Which role do lacewings and ants play as predators of the citrus leafminer in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2 (3): in press
- Valladares, G. and Salvo, A. 2002. Community dynamics of leafminer (Diptera: Agromyzidae) and their parasitoids (hymenoptera) in a natural habitat from central argentina. *Ecology*. pp.301:306.
- Venzon, M., Ferreira, K. A. M., and Ripposati, J. G. 1999. Parasitism of stink bug eggs (Hemiptera: Pentatomidae) of soybean fields in the Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. *Biological Tropical*. 47: 1007-1013
- Wu, T. K. and K. S. Lin. 1998. Influence of green lacewing, *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae), on parasitoids of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae). *Chinese Journal of entomology*. 18:13-36.