



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE  
HIDALGO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
Y FORESTALES**



**“IDENTIFICACIÓN Y BIOLOGÍA DE UN ENROLLADOR DE HOJAS DE  
ZARZAMORA: PARASITOIDES ASOCIADOS A DOS TORTRÍCIDOS”**

**TESIS**

**Que como requisito para obtener el grado de:  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Presenta:**

**BIÓL. ANA CELESTINA JUÁREZ GUTIÉRREZ**

**Director de tesis:**

**DR. SAMUEL PINEDA GUILLERMO**

**Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales**

**ABRIL, 2013.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por darme la oportunidad de continuar con mis estudios.

A mi asesor, el Dr. Samuel Pineda Guillermo, por su apoyo en el desarrollo de este trabajo, a mis revisores; Dra. Ana Mabel Martínez Castillo, Dr. Ma. Martha Aguilera Peña, Dr. José Isaac Figueroa de la Rosa y al Dr. Angel Rebollar Alviter, por el tiempo invertido en sus observaciones y por ser parte de mi formación, gracias a todos por su paciencia.

Al M.C. Jorge Valdez por recibirme y asesorarme en parte de este trabajo

A los productores cooperantes de zarzamora, de los municipios de Los Reyes, Peribán y Tocumbo.

## DEDICATORIA

Gracias a Dios por todo lo que me ha dado en la vida, y por estar presente en siempre.

A mis padres y hermana por todo su apoyo incondicional, a la familia Juárez Caratachea y Gutiérrez Vázquez porque de alguna manera u otra han estado cerca para salir adelante.

A mis pequeñitos Paula Mariana y Esteban Haziél gracias por entendierme tantas veces que no pudimos compartir momentos especiales, Pedro, gracias por seguir a mi lado, por la paciencia que me has tenido, los amo a los tres.

A mis todos mis compañeros de laboratorio, por su compañía y amistad.

A mis amigas porque siempre están cerquita, Karen, Pame, Yadi, Sol, Susi, Zitla, Eli, Lupis, gracias por escucharme siempre.

Gracias a todos.

## CONTENIDO

ÍNDICE	Pag.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
RESUMEN GENERAL.....	iii
GENERAL ABSTRAC.....	v
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
2.1 Familia Tortricidae .....	3
2.2 Hábitos y biología .....	3
2.3 Tortrícidos de importancia económica.....	4
2.4 Parasitoides asociados con tortrícidos .....	5
3. LITERATURA CITADA .....	9
4. OBJETIVOS DE LA TESIS.....	13
4.1 General .....	13
4.2 Específico.....	13
CAPÍTULO 2. ....	14
5. ABSTRACT .....	14
6. INTRODUCTION .....	15
7. MATERIALS AND METHODS .....	17
7.1 Insects and rearing .....	17
7.2 Identification of leafroller species .....	18
7.3 Life cycle .....	18
7.4 Pupal weight and sex ratio .....	18
7.5 Fecundity and fertility .....	19
7.6 Growth rate of larvae .....	19

7.7 Preference of color for oviposition of leafroller .....	20
7.8 Data analysis .....	20
8. RESULTS AND DISCUSSION .....	21
8.1 Identification of leafroller species .....	21
8.2 Lyfe cycle .....	22
8.2.1 Eggs .....	22
8.2.2 Larvae .....	23
8.2.3 Prepupa .....	24
8.2.4 Pupa .....	24
8.2.5 Adults and sex ratio .....	25
8.3 Fecundity.....	25
8.4 Fertility.....	27
8.5 Growth rate of larvae .....	27
8.6 Preference of color for oviposition of leafroller .....	29
9. ACKNOWLEDGMENTS .....	30
10. REFERENCES .....	31
CAPÍTULO 3 .....	40
11. RESUMEN .....	40
12. INTRODUCCIÓN .....	42
13. MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
13.1 Colecta de larvas de los enrolladores de hojas y fluctuación poblacional .....	44
13.2 Identificación de los parasitoides y porcentaje de parasitoide .....	47
14. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	48
14.1 Fluctuación poblacional de larvas de los enrolladores de hojas, <i>A. montezumae</i> y <i>Amorbia</i> sp. ....	48
14.2 Identificación de parasitoides y porcentaje de parasitismo .....	50
14. AGRADECIMIENTOS.....	57
16. LITERATURA CITADA .....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pag.
<hr/>	
CAPÍTULO 2	
Figura 1. Distribution of eggs laid throughout the oviposition period by <i>Amorbia</i> sp. ....	26
CAPÍTULO 3	
Figura 1. Larvas de dos especies de enrolladores de hojas de zarzamora.....	46
Figura 2. Fluctuación poblacional de los enrolladores de hojas <i>Amorbia</i> sp. y <i>Argyrotaenia montezumae</i> , en diferentes fechas de colecta.....	49
Figura 3. Porcentaje de parasitismo causado por diferentes especies de parasitoides sobre larvas del enrollador de las hojas de zarzamora, <i>Amorbia</i> sp. en diferentes sitios y fechas de colecta en el periodo comprendido de agosto a noviembre de 2011.....	51
Figura 4. Porcentaje de parasitismo causado por <i>Apanteles</i> sp.  sobre larvas del enrollador de las hojas de zarzamora, <i>Argyrotaenia montezumae</i> en diferentes sitios y fechas de colecta en el periodo comprendido de agosto a noviembre de 2011.....	53

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pag.
<hr/>	
CAPÍTULO 1	
Cuadro 1. Parasitoides de larvas de enrolladores de hojas de la familia Tortricidae registrados en diferentes partes del mundo .....	7
CAPÍTULO 2	
Cuadro 1. Length ( $d \pm SE$ ) of different development stages of the leafroller <i>Amorbia</i> sp. reared at $25 \pm 2$ °C with $75 \pm 5\%$ RH and a photoperiod of 16:8 (L:D) h.....	22
Cuadro 2. Size of head capsule ( $\mu m \pm EE$ ) per instar when measuring both the distance between both genae and the distance between frontal setae of <i>Amorbia</i> .....	29
CAPÍTULO 3	
Cuadro 1. Colecta de larvas de dos especies de enrolladores de hojas en diversas localidades de los municipios de Peribán, Los Reyes y Tocumbo del estado de Michoacán durante el periodo de agosto a noviembre del 2011.....	45

## RESUMEN GENERAL

La zarzamora (*Rubus* sp. variedad "Tupi") es uno de los cultivos que ha adquirido gran importancia en México, ya que cada año se generan alrededor de \$ 3 490 millones de pesos mexicanos debido a su exportación del fruto. Actualmente, existe poca información relacionada con los insectos asociados a ese cultivo. En el año 2009 se identificó al enrollador de hojas, *Argyrotaenia montezumae* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae) en Tangancícuaro, Atapan y Huatarillo, municipios de Tangancícuaro, Los Reyes y Peribán, respectivamente, en el estado de Michoacán, México. Posteriormente, en el año 2010 se observó la presencia de otra especie desconocida de enrollador de las hojas, también de la familia Tortricidae, en la localidad de Huatarillo, municipio de Peribán. Por lo tanto, en una primera etapa de este estudio se realizó la identificación de esta última especie desconocida y se determinó su biología y preferencia de oviposición hacia diferentes colores de plásticos de alta densidad. La especie se identificó como el enrollador de hojas, *Amorbia* sp. Clemens. La duración de su ciclo de vida fue de  $8.5 \pm 0.57$ ,  $20.66 \pm 1.57$ ,  $2.58 \pm 4.49$ ,  $10.46 \pm 3.21$ , y  $14.67 \pm 4.14$  d, para los estados de huevo, larva (cinco estadios), prepupa, pupa y adulto, respectivamente, sumando un total de 50 d. Las tasas promedio de crecimiento de las larvas estimadas por la anchura de las genas y la distancia de las setas frontales fueron de 1.87 y 1.25 veces respectivamente en cada estadio. El peso de las pupas fue de  $100.16 \pm 1.65$  y  $51.78 \pm 1.05$  mg para hembras y machos respectivamente. La proporción de sexos fue de 1:1.1 (hembras: machos). El número promedio de huevos depositados por hembra durante toda su vida fue de  $371.42 \pm 39.35$  con 80% de fertilidad. Se observó un periodo de preoviposición y oviposición de  $3.2 \pm 0.56$  y  $15.5 \pm 0.97$ , respectivamente. El promedio de masas de huevos por hembra fue de  $11.54 \pm 0.78$ . La preferencia de oviposición del enrollador de hojas, *Amorbia* sp., se determinó usando plásticos de alta densidad de color azul, verde, amarillo y rosa. Las hembras no mostraron preferencia en la oviposición por alguno de estos colores. El número acumulado de huevos depositados por cada hembra, durante un periodo de seis días, fue de  $29.63 \pm 8.56$ ,  $30.37 \pm 8.52$ ,  $26.44 \pm 6.63$  y  $25.83 \pm 7.53$  para los colores verde, azul, rosa y amarillo, respectivamente. En la segunda etapa del presente estudio, se determinó la fluctuación poblacional de las larvas de los dos enrolladores de hojas, A.



*montezumae* y *Amorbia* sp., durante el periodo comprendido entre los meses de agosto a noviembre de 2011 en las localidades de Huatarillo y Santa Clara, municipios de Peribán y Tocumbo, respectivamente. También se identificaron los parasitoides

iv

asociados a estas dos especies de enrolladores de hojas y el parasitismo de éstos se determinó en diferentes localidades de Huatarillo, municipio de Peribán, Papelillos, El Guayabo y San Sebastián del municipio de Los Reyes, y Santa Clara, del municipio Tocumbo, en cultivos de zarzamora bajo sistemas de cultivo convencional y orgánico durante todo el periodo de tiempo antes mencionado. La fluctuación poblacional de las larvas de las dos especies de enrolladores de hojas fue muy similar en cada uno de los sitios muestreados, aunque siempre hubo mayor cantidad de larvas de *Amorbia* sp. a lo largo de todas las fechas de colecta. De las larvas de *Amorbia* sp., se recuperaron seis especies de parasitoides del orden Hymenoptera de los cuales tres géneros pertenecen a la familia Braconidae (*Apanteles* sp. Foerster, *Chelonus* sp. Panzer y *Bracon* sp. Fabricius), una a la familia Eulophidae (*Colpoclypeus michoacanensis* Sánchez & Figueroa), una especie de familia Bethyridae y varias especies de la familia Ichneumonidae (Seis especies diferentes). Este grupo de parasitoides se consideró como el grupo Ichneumonidae y como una especie a la vez, debido a su dificultad para la identificación y la similitud morfológica que tienen. En *Amorbia* sp., el parasitismo total causado por estas especies de parasitoides estuvo comprendido entre 41% al 79% en la mayoría de sitios y fechas de colecta, excepto en las colectas realizadas el 10 de septiembre y 25 de octubre del 2011 en Huatarillo, donde el parasitismo fue de 25% y 5%, respectivamente. De las larvas de *A. montezumae* sólo se recuperaron individuos de *Apanteles* sp., el cual causó entre 7% a 20% de parasitismo en la mayoría de las fechas y sitios de colecta, excepto los días 20 de agosto y 20 de septiembre en Huatarillo, donde el parasitismo fue menor al 5%. Se registró la presencia de un hiperparasitoide (Eulophidae) de pupas de *Apanteles* sp., así como la presencia de *Brachymeria molesta* y *Brachymeria* sp. (Chalcididae) parasitando a pupas de *Amorbia* sp. Como conclusión, en México, este es el primer reporte de la biología y preferencia de oviposición hacia diferentes colores de plásticos de alta densidad de *Amorbia* sp. Además, el parasitismo total causado por las seis especies de parasitoides, mencionadas anteriormente, en larvas de *Amorbia* sp. y el causado por *Apanteles* sp. en larvas de *A. montezumae*, indica que se debe tener especial cuidado en el uso de insecticidas químicos de amplio espectro en el cultivo de zarzamora.

## GENERAL ABSTRACT

The blackberry (*Rubus* sp. L. cultivar "Tupi") is one of the most important crops in Mexico because each year it generates around \$3 490 millions of Mexican pesos due to its export. Currently, little information is available about the insects associated with this crop. In 2009 the leafroller, *Argyrotaenia montezumae* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae) was identified in Tangancicuaro, Atapan and Huatarillo, municipalities of Tangancicuaro, Los Reyes and Periban, respectively, in the state of Michoacán, Mexico. Later, in 2010 another unknown species of leafroller was also observed in Huatarillo, belonging to the Tortricidae family. The first part of this study was conducted to identify the later species, its biology and preference for oviposition attraction towards different colors of high-density polyethylene were also determined. This insect was identified as another leafroller in the genera *Amorbia* sp. Clemens. Results from our experiments indicated that eggs, larva (five instars), prepupa, pupa, and adult stages lasted  $8.5 \pm 0.57$ ,  $20.66 \pm 1.57$ ,  $2.58 \pm 4.49$ ,  $10.46 \pm 3.21$ , and  $14.67 \pm 4.14$  d respectively. The average growth rates of the larvae were 1.87 and 1.25 times when the widths between the genae and the distances between the head frontal setae of each instar were measured, respectively. Female and male pupae weighed  $100.16 \pm 1.65$  and  $51.78 \pm 1.05$  mg, respectively. The adult sex ratio of females to males was 1:1.1. The mean number of eggs laid per female was  $371.42 \pm 39.35$  during their lifespan, with preoviposition and oviposition periods of  $3.2 \pm 0.56$  and  $15.5 \pm 0.97$  d, respectively. Each female laid  $11.54 \pm 0.78$  egg masses. The fertility was 80%. Finally, the preference of color for oviposition of *Amorbia* sp. was determined using blue, green, yellow, and pink color of high-density polyethylene. Females of this insect did not show any preference for oviposition toward these colors. Cumulative eggs numbers laid by each female during the first six days after start the experiment were  $29.63 \pm 8.56$ ,  $30.37 \pm 8.52$ ,  $26.44 \pm 6.63$ , and  $25.83 \pm 7.53$  for green, blue, pink, and yellow colors, respectively. In a second part of this study, the population fluctuation of both leafrollers, *A. montezumae* and *Amorbia* sp., during the period from August to November 2011 in Huatarillo and Santa Clara, municipalities of Periban and Tocumbo, respectively, was determined. The parasitoids associated to these two species of leafroller were identified, and their parasitism in Huatarillo, municipality of Peribán, and

in Papelillo, El Guayabo and San Sebastián municipality of Los Reyes, and Santa Clara, municipality of Tocombo was also determined in conventional and organic blackberry crops during the period mentioned before. The population fluctuation of

vi

larvae of both leafrollers species was similar in each sampled sites, but there were always more *Amorbia* sp. larvae through all collection dates than *A. montezumae*. From *Amorbia* sp. larvae six Hymenopteran parasitoids species, three of them belonging to Braconidae family (*Apanteles* sp. Foerster, *Chelonus* sp. Panzer y *Bracon* sp. Fabricius), one of Eulophidae family (*Colpoclypeus michoacanensis* Sánchez & Figueroa), one species of the Bethyidae, and a group of the Ichneumonidae family, in which there are six different species were recovered. This later group of parasitoids was considered as the Ichneumonidae group and as one species. In *Amorbia* sp., the total parasitism caused by all of these parasitoid species ranged from 41% to 79% in most sites and collection dates, with exception to collections made on September 10 and October 2011 at Huatarillo, where parasitism was 25% and 5%, respectively. From *A. montezumae* larvae only *Apanteles* sp. individuals were recovered, which caused between 7-20% parasitism in most dates and collection sites, with exception to on August 20 and September 20 in Huatarillo, where the parasitism was lower than 5%. As additional information, we reported the presence of a hyperparasitoid (Eulophidae) of pupae of *Apanteles* sp. parasitoid, as well as the presence of *Brachymeria molesta* y *Brachymeria* sp. (Chalcididae) parasitizing *Amorbia* sp. pupae. In conclusion, in Mexico, this is the first report about biology and oviposition preference toward different colors of high-density polyethylene of the leafroller *Amorbia* sp. In addition, total parasitism caused by all of six parasitoids species, mentioned above, on *Amorbia* sp. larvae, and that caused by *Apanteles* sp. on *A. montezumae* larvae, indicates that is necessary have especial careful in the use of broad-spectrum insecticides in blackberry crop.

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La zarzamora pertenece al género *Rubus* (Rosaceae), el cual comprende alrededor de 700 especies nativas de Asia, Europa y Norte América. En los últimos años, la producción de zarzamora, así como el área dedicada a su cultivo, se ha incrementado exponencialmente en México. Al respecto, en los años 2000, 2004, 2006 y 2007, la producción total de este cultivo fue de 13 534, 26 696, 40 841 y 42 000 toneladas, respectivamente. En 2008, los principales estados productores de zarzamora fueron Michoacán, Guanajuato, Hidalgo y Estado de México (Sánchez 2008); mientras que en el 2011 fueron Michoacán, Jalisco, Colima y Estado de México (SAGARPA 2011). Actualmente, Michoacán es el primer productor y exportador de esta fruta fresca a nivel mundial debido a que en este estado se concentra el 97% de la producción total nacional (SAGARPA 2011). Particularmente, en el estado de Michoacán, en el año 2011 se sembraron 10, 752.52 Ha, en las cuales se obtuvo una producción de 129 403.94 ton y una captación de divisas de \$ 3 490 097 060 pesos mexicanos (SAGARPA 2011).

Las plagas y enfermedades constituyen uno de los factores que pueden generar importantes pérdidas económicas en la producción de zarzamora, tanto por su impacto en el rendimiento como por el costo en insumos químicos utilizados para su control. Existen diversas especies de artrópodos plaga asociados al cultivo de zarzamora. En Estados Unidos de América (EUA) se ha reportado al barrenador de la corona, *Pennisetia marginata* (Harris) (Lepidoptera: Sesiidae); escarabajo japonés, *Popillia japonica* (Newman) (Coleoptera: Scarabaeidae); enrolladores de hojas, *Argyrotaenia citrana* (Fernald) y *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae); araña roja, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) y un complejo de chinches compuesto por la chinche arlequín, *Murgantia histrionica* (Hahn) (Hemiptera: Pentatomidae) y chinche verde, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) (Ellis *et al.*, 1991), de las cuales, con

excepción del ácaro y las chinches *M. histrionica* y *N. viridula*, el resto de las especies registradas en zarzamora, son consideradas especies cuarentenarias en México.

En el año 2009, en las zonas productoras de *Rubus* spp., de Tangancícuaro, Atapan y Huatarillo, municipios de Tangancícuaro, Los Reyes y Peribán, respectivamente, en el estado de Michoacán, se identificó al enrollador de las hojas *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae) (López 2009). Las larvas de este insecto se alimentan de las hojas tiernas y no se han encontrado dañando frutos por lo que se considera que *A. montezumae* no causa daños económicos al cultivo.

En colectas de larvas de enrolladores de hojas de zarzamora realizadas en el periodo comprendido entre los meses de agosto a diciembre de 2010, se colectaron individuos adultos de un insecto distinto a *A. montezumae* (Ana C. Juárez, datos no publicados) de la que no existían antecedentes y para su control se realizaban aplicaciones constantes de agroquímicos sin tener en cuenta la presencia de agentes biológicos como los depredadores o parasitoides o el control cultural. Por ello, surgió la necesidad de realizar estudios de identificación, determinación de los parámetros de vida y fluctuación poblacional de la especie desconocida. También se consideró imperante la necesidad de identificar a los parasitoides asociados a esta especie con el fin de establecer medidas de control que favorezcan la inocuidad del cultivo de la zarzamora y que sean más amigables con el medio ambiente.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Familia Tortricidae

Los individuos que pertenecen a la familia Tortricidae son microlepidópteros Tortricoidea conocidos como palomillas o enrolladores con más de 6 380 especies descritas (Morón y Terrón 1988). Aun cuando son de distribución cosmopolita, los individuos de esta familia tienen mayor presencia en regiones templadas, tropicales y subtropicales. En México, los tortricidos han sido poco estudiados y se estima que pueden existir más de 1 500 especies, la mayoría de ellas no descritas (Varela *et al.*, 2009). La familia Tortricidae es de gran importancia económica a nivel mundial ya que incluye diversas plagas de cultivos frutícolas, hortícolas, ornamentales y forestales (Meijerman y Ulenberg 2000).

### 2.2 Hábitos y biología

La familia Tortricidae incluye palomillas pequeñas de color café opaco o amarillo. La característica más sobresaliente de esta Familia es el hábito de sus larvas, las cuales enrollan las hojas de sus hospedantes para alimentarse y protegerse. En ocasiones, se pueden encontrar varias larvas dentro de la misma hoja enrollada de su hospedante, la cual se encuentra unida en sus extremos laterales por la seda que ellas mismas secretan, a lo que también se conoce comúnmente como hoja en forma de empanada (Metcalf y Flint 1978).

Las larvas de los tortricidos poseen fuertes mandíbulas que les permiten alimentarse de las hojas u ocasionar galerías en los frutos (Simone 2004). Por ejemplo, en Sao Paulo; Brasil, las larvas de *Platynota rostrana* (Walker) pueden consumir áreas de aproximadamente 4.5 mm a 40 mm de hojas y frutos de cítricos en desarrollo de cítricos (Nava *et al.*, 2006). Las larvas de primer estadio de este insecto prefieren alimentarse de las hojas cercanas al tallo principal y usan restos de la planta, excremento e hilos de seda que ellas mismas producen para construir el capullo donde se protegerá el estado de pupa.

### 2.3 Tortrícidos de importancia económica

En cultivos de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) en Michigan, EUA, Roy (1981) reportó a los trotrícidos *Archips rosanus* L., *Argyrotaenia citrana*, *A. mariana* Fernald, *Choristoneura rosaceana*, *Exartema permundanum* Clemens, *Sparganothis sulfereana* Clemens y *Spilonota ocellana* Dennis & Schiffermüller.

Existen otras especies de enrolladores que se alimentan de diversos cultivos. En Utah, EUA, se reportó la presencia de los tortrícidos, *Epiphyas postvittana* Walker y *Lobesia botrana* Dennis & Schiffermüller, ambas polífagas, pero entre sus hospedantes se incluyen especies del género *Rubus* tales como la zarzamora y la frambuesa (Stanley y Downey 2010). De igual forma, en la región occidental de Andalucía, España y en New Brunswick, Canadá se ha reportado la presencia de los enrolladores *Cacoecimorpha pronubana* Hübner (Calvo y Molina 2003) y *Croesia curvalana* Kearfott (Ponder y Seabrook, 1988), como las especies predominantes en las diferentes variedades de arándano americano, *Vaccinium* sp. L. En Washington, EUA, se ha reportado la presencia de *Archips podana* Scopoli atacando a cultivos de zarzamora y arándanos; entre otros cultivos y en Europa este insecto es una de las plagas que causan mayor daño a diversos cultivos frutícolas, tales como manzano (*Malus sylvestris* L.), peral (*Pyrus communis* L.) y ciruelo (*Prunus domestica* L.) (LaGasa *et al.*, 2003). En Costa Rica, Brown y Nishida (2003) reportaron al tortrícido *Seticosta rubicola* Brown & Nishida como plaga formadora de agallas de los tallos de zarzamora.

Por otra parte, en cultivos de vid (*Vitis* sp. L) se ha encontrado a *Endopiza viteana* Clemens en el estado de Nueva York, EUA (Hoffman *et al.*, 1990) y posteriormente, Witzgall *et al.* (2000) reportaron que la especie se encuentra ampliamente distribuida en el este de las Montañas Rocosas en Norte América y que representa una plaga importante en ese cultivo. Por otra parte, Bentancourt *et al.* (2004) mencionaron que *Bonagota cranaodes* Meyrick es un tortricido nativo de Uruguay y que normalmente se le puede encontrar alimentándose sobre plantas de vid, aunque sus hospedantes principales son los manzanos. De igual forma, la especie *Sparganothis pilleriana* Dennis & Schiffermüller se reportó en el sureste de

Rumania como una especie polífaga que causa importantes daños en los viñedos en Europa (Barbuceanu y Andriescu, 2009).

En localidades de la República Mexicana, se encuentran varias especies del género *Argyrotaenia*, tales como *A. spinacallis* Brown & Cramer en Cañón de las Minas, Veracruz, *A. unda* Brown & Cramer en Juchitepec, Estado de México, *A. octavana* Brown & Cramer en Esperanza, Puebla, *A. ponera* Walsingham en el parque Popocatepetl, Puebla y *A. bialbistriata* Brown & Cramer en El Salto, Durango (Brown & Cramer, 1999). También se reporta al enrollador de hojas, *Platynota rostrana* en huertos de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck) y limón italiano (*Citrus limon* [L.]) en los municipios de Hidalgo y Güémez, Tamaulipas (Varela *et al.*, 2009).

#### **2.4 Parasitoides asociados con tortricidos**

Existen antecedentes de una importante incidencia natural de enemigos naturales en especies de tortricidos a nivel mundial (Cuadro 1). Por ejemplo, el parasitoides *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) es la especie más ampliamente distribuida en Uruguay, donde se le ha encontrado parasitando a diferentes hospedantes, entre ellos, el enrollador de hojas *Argyrotaenia sphaleropa* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) (Basso y Pintureau, 2004).

Li *et al.* (1999) mencionaron que el tortricido *C. rosaceana* se ha encontrado asociado con hasta 14 especies diferentes de parasitoides en los cultivos de frambuesa (*R. idaeus*) (Cuadro 1); de éstas seis pertenecientes a la familia Braconidae, siete a la familia Ichneumonidae y una a la familia Tachinidae.

También *A. podana* se ha encontrado asociada hasta con 13 especies distintas de parasitoides; una de Eulophidae; dos de Tachinidae, cuatro de Braconidae y seis de Ichneumonidae (Cuadro 1) (Meijerman y Ulenberg 2000). La especie *S. pilleriana* en el sureste de Rumania (Barbuceanu y Andriescu 2009) se encuentra asociada a siete diferentes especies de parasitoides himenópteros, una



de la familia Chalcididae, cuatro de la familia Pteromalidae y una de la familia Eulophidae.

Cuadro 1. Parasitoides de larvas de enrolladores de hojas de la familia Tortricidae registrados en diferentes partes de mundo.

Parasitoide	Familia	Insecto hospedante	Planta hospedante	País	Referencia
<i>Microgastrine</i> sp. <i>Ascogaster</i> sp.	Braconidae	<i>Gymnandrosoma</i> <i>aurantianum</i> .	Vid ( <i>Vitis</i> sp.)	San José, Costa Rica	Blanco <i>et al.</i> (2009)
<i>Macrocentrus nigridis</i>	Braconidae	<i>Choristoneura</i> <i>rosaceana</i>	Frambuesa ( <i>Rubus</i> <i>idaeus</i> )	Columbia, Canada.	Li <i>et al.</i> (1999)
<i>Orgilus obscurator</i>	Braconidae	<i>Rhyacionia buoliana</i> (Dennis & Schifferrmüller)	Pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don).	Provincia Malleco, Chile	Ide <i>et al.</i> (2007)
<i>Colpoclypeus florus</i>	Eulophidae	<i>Choristoneura</i> <i>rosaceana</i> , <i>Spilonota ocellana</i> <i>Argyrotaenia</i> <i>velutinana</i>	Aligustre ( <i>Ligustrum</i> <i>vulgare</i> )	Thessaloniki, Grecia	Milonas y Savopoulou- Soultani (2000a)
<i>Colpoclypeus florus</i>	Eulophide	<i>Adoxophyes orana</i>	Especie polífaga	Thessaloniki, Grecia	Milonas y Savopoulou (2000b)
<i>Colpoclypeus florus</i>	Eulophide	<i>Xenotemna pallorana</i>	Especie polífaga	Washington, USA	Nobbs (1997)

Cuadro 1 (continuación). Parasitoides de larvas de enrolladores de hojas de la familia Tortricidae registrados en diferentes partes de mundo.

Parasitoide	Familia	Insecto hospedante	Planta hospedante	País	Referencia
<i>Trichogramma Platneri</i> , <i>Trichogramma pretiosum</i>	Tricogrammatidae	<i>Epiphyas postvittana</i>	Especie polífaga	Florida, USA	Lewis y Hogdes (2010)
<i>Gonizus legneri</i>	Bethylidae	<i>C. pomonella</i>	Nogal ( <i>Juglans regia</i> L.)	Catamarca, Argentina	Laumann <i>et al.</i> (2000)
<i>Trichogramma platneri</i> Nagarkatti	Tricogrammatidae	<i>Amorbia cuneana</i>	Aguacate ( <i>Persea americana</i> Mill)	California, USA	Oatman y Platner (1985)
<i>Chorinaeus excessorius</i>	Ichneumonidae	<i>Croesia curvalana</i>	Arándano ( <i>Vaccinium agustifolium</i> Aiton)	New Brunswick, Canada	Ponder y Seabrook (1988)
<i>Bassus</i> n. sp.	Braconidae	<i>Seticosta rubicola</i>	Zarzamora ( <i>Rubus</i> sp. L)	San José, Costa Rica	Brown y Nishida (2003)
<i>Colpoclypeus florus</i> , <i>Apanteles longicaudata</i>	Eulophidae Braconidae	<i>Archips podana</i>	Especie polífaga	Amsterdan, Países bajos	Meijerman y Ulenberg (2000)
<i>Trichogramma minutum</i>	Trichogrammatid ae	<i>Paralobesia viteana</i>	Vid ( <i>Vitis</i> sp.)	Michigan, USA	Nagarkatti <i>et al.</i> (2002)

## 1. LITERATURA CITADA

- Barbuceanu, D. y I. Andriescu. 2009. Species of Chalcidoids (Insecta: Hymenoptera), primary parasitoids of *Sparganothis pilleriana* (Den. et Schiff.) (Insecta: Lepidoptera) in vineyards in Southern Romania. *Bulletin of the Natural History Museum*. 2: 121-130.
- Basso, C. y B. Pintureau. 2004. Las especies de *Trichogramma* de Uruguay (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 63 (1-2): 71-80.
- Bentancourt, C. M., I. B. Scatoni, A. Gonzalez y J. Franco. 2004. Biology of *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) on seven natural foods. *Neotropical Entomology*. 33 (3): 299-306.
- Blanco, M. H., A. D. Watt y D. Cosens. 2009. The effect of parasitism on the population dynamics of the macadamia nutborer *Gymnandrosoma aurantianum* (Lepidoptera: Tortricidae). *Revista de Biología Tropical*. 57 (4): 1245-1252.
- Brown, J. y A. Crame. 1999. Five new species of *Argyrotaenia* (Tortricidae: Archipini) from Mexico and the Southwestern United State. *Journal of Lepidopterists Society*. 53(3): 114-125.
- Brown, J. y K. Nishida. 2003. A new species of *Seticosta* (Tortricidae: Euliini) from Costa Rica - a pest of cultivated and native *Rubus*. *Journal of Lepidopterists Society*. 57: 113-130.
- Calvo, D. y J. M. Molina. 2008. Head capsule width and instar determination for larvae of *Streblote panda* Hübner (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Journal Economic Entomology*. 1001: 881-886.
- Ellis, M. A., R. H. Converse, R. N. Williams y B. Williamson. 1991. Compendium raspberry and blackberry diseases and insects. *The American Phytopathological Society*. ST Paul, Minnesota, USA. 100 p.

- Hoffman, C. J., T. J. Dennehy y R. M. Pool. 1990. Cold hardiness and winter survival of grape berry moth, *Endopiza viteana*, in New York State. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 57 (2): 157-163.
- Ide, S., D. Lanfranco y C. Ruiz. 2007. Detección de superparasitismo y multiparasitismo sobre larvas de *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera-Tortricidae) en las Regiones VIII y IX de Chile. *Revista Bosque (Valdivia)*. 28 (1): 57-61.
- LaGasa, E. H., P. Hertzog, D. Bowden y B. Fair. 2003. *Archips podana* (Scopoli) (Lepidoptera: Tortricidae) host survey 2002 - Northwest Washington occurrence of an old world tree-fruit pest new to the United States. Entomology Project Report - WSDA PUB 080.
- Laumann, R. A., A. A. Ferrero y T. Stadler. 2000. Comportamiento de selección de larvas de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) por el parasitoide *Goniozus legneri* Gordh (Hymenoptera: Bethyridae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*. 26: 551-558.
- Lewis, C. A. y A. C. Hodges. 2010. Light brown apple moth, *Epiphyas postvittana* (Walker) (Insecta: Lepidoptera: Tortricidae). University of Florida.
- Li, S. Y., S. M. Fitzpatrick, J. T. Troubridge, M. J. Sharkey, J. R. Barron y J. E. O'Hara. 1999. Parasitoids reared from the obliquebanded leafroller (Lepidoptera-Tortricidae) infesting raspberries. *The Canadian Entomologist*. 131: 399-404.
- López, C. I. 2009. Identificación, dinámica poblacional y parasitoides de dos lepidópteros plaga de zarzamora, *Rubus fruticosus* L., en tres regiones productoras del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 61p.
- Meijerman, L. y S. A. Ulenberg. 2000. Arthropods of economic importance: Family Tortricidae leafrollers. Eurasian Tortricidae. Zoological Museum University of

Amsterdam. (<http://ip30.eti.uva.nl/bis/tortricidae.php?menuentry=inleiding>).  
(Accesada el 3 de abril 2011).

Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1978. Insectos Destructivos e Insectos útiles. Sus Costumbres y Control. México. CECOSA. 1208 p.

Milonas, P. G. y S. M. Savopoulou. 2000a. Diapause induction and termination in the parasitoid *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae): Role of photoperiod and temperature. Ecology and population biology. Entomological Society of America. 93: 512-518.

Milonas, P. G. y S. M Savopoulou. 2000b. Temperature dependt development of the parasitoid *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) in the laboratory). *Journal of Entonomic Entomology*. 93: 1627-1632.

Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología AC. Sociedad Mexicana de Entomología. Mexico, D.F .pag. 393 p.

Nava, D. E., P. Fortes, D. G. De Oliveira, F. T. Vieira, T. M. Ibelli, J. V. Guedes y J. R. P. Parra. 2006. *Platynota rostrana* (Walker) (Tortricidae) and *Phidotracha erigens* Raganot (Pyralidae): Artificial diet effects on biological cycle. *Brazilian Journal of Biology*. 66: 1037-1043.

Nagarkatti, S., A. J. Muza, M. C. Saunders y P. C. Tobin. 2002. Role of the egg parasitoid *Trichogramma minutum* in biological control of the grape berry moth, *Endopiza viteana*. *Biocontrol*. 47: 373-385.

Nobbs, C. A. 1997. *Xenotemna pallorana* (Lepidoptera: Tortricidae), a posible alternative host for *Colpoclypeus Florus* (Hymenoptera: Eulophidae) using alfalfa ground cover in orchard systems. Tesis de maestría. Washington State University. Department of Entomology. 53 p.

Oatman, E. R. y G. R. Platner. 1985. Biological control of two avocado pest. California Agriculture. 39: 21-23.

Ochoa, F. L. y H. B. De la Tejeda. 2004. La zarzamora ante los retos productivos, del mercado y del desarrollo local. Universidad Autónoma de Chapingo y

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 175 p.

Ponder, B. M. y W. D. Seabrook.. 1988. Biology of the blueberry leaf-tier *Croesia curvalana* (Kearfott) (Tortricidae): a field and laboratory study. *Journal of the Lepidopterists' Society*. 42: 120-131.

Roy, G. D. 1981. Introduced and native leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) on berry crops in the lower Fraser Valley, B.C. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Simon Fraser University . USA. 210 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351) (Accesada el 21 de febrero 2013)

Sánchez, R. G. 2008. La red de valor de la zarzamora. El cluster de Los Reyes, Michoacán un ejemplo de reconversión competitiva. 1ª ed. Fundación Produce Michoacán, México. 116 p.

Simone, N. 2004. Manual de monitoreo de plagas, enemigos naturales y enfermedades del manzano, peral y cerezo. Una guía ilustrada para el estado de Washington. Center for Agricultural Partnerships. U.S. Environmental Protection Agency and United States. Department of Agriculture.

Stanley, V. C. y D. Downey. 2010. Orchard pest detection survey final report. Utah Department of agriculture and food and Department of Biology . Utah, USA.

Varela F. S., J. W. Brown y A. G. Silva. 2009. Registro de *Platynota rostrana* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Tortricidae) en cítricos de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25: 651-654.

Witzgall, M. P., M. Bengtsson y R. M. Trimble. 2000. Sex pheromone of grape berry moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*. 29: 433-436.

## **4. OBJETIVOS DE LA TESIS**

### **4.1 General**

Contribuir al conocimiento de los insectos asociados al cultivo de la zarzamora en el estado de Michoacán, mediante la identificación y determinación de la biología de un enrollador de hojas, así como la determinación de la fluctuación poblacional de larvas de dos trotrícidos y la identificar de sus parasitoides.

### **4.2 Específicos**

- Identificar a la especie de enrollador de las hojas, conocer su biología y determinar la preferencia para ovipositar en superficies con diferentes colores (Capítulo 2).
- Determinar la fluctuación poblacional de las larvas de dos tottrícidos e identificar a sus parasitoides en diferentes sitios y fechas de colecta (Capítulo 3).



## CAPÍTULO 2

### Identification, biology, and oviposition preference of a leafroller species (Lepidoptera: Tortricidea)

#### 5. ABSTRACT

A leafroller was found in 2010, for the first time, to be feeding on blackberry leaves (*Rubus* sp. L. cultivar "Tupi") in Rancho Huatarillo municipality of Peribán state of Michoacán, Mexico. In this study was identified this species and its life cycle and several life parameters were also examined in the laboratory. The insect was identified as *Amorbia* sp. The egg, larva (five instars), prepupa, pupa, and adult stages lasted  $8.5 \pm 0.57$ ,  $20.66 \pm 1.57$ ,  $2.58 \pm 4.49$ ,  $10.46 \pm 3.21$ , and  $14.67 \pm 4.14$  d respectively. The growth rates of the larvae were 1.87 and 1.25 times when the widths between the genae and the distances between the head frontal setae of each instar were measured, respectively. Female and male pupae weighed  $100.16 \pm 1.65$  and  $51.78 \pm 1.05$  mg, respectively. The adult sex ratio of females to males was 1:1.1. The mean number of eggs laid per female was  $371.42 \pm 39.35$  during their lifespan, with preoviposition and oviposition periods of  $3.2 \pm 0.56$  and  $15.5 \pm 0.97$  d, respectively. Each female laid  $11.54 \pm 0.78$  egg masses. The fertility was 80%. Finally, the preference of color for oviposition of *Amorbia* sp. was determined using blue, green, yellow, and pink color of high-density polyethylene. Females of this insect did not show any preference for oviposition on these colors. Cumulative numbers of eggs laid by each female during the first six days after starting the experiment were  $29.63 \pm 8.56$ ,  $30.37 \pm 8.52$ ,  $26.44 \pm 6.63$ , and  $25.83 \pm 7.53$  for green, blue, pink, and yellow color, respectively. The knowledge of the biology and reproduction of *Amorbia* sp. is essential to have better control of this specie.

**Keywords:** *Amorbia* sp., life parameters, developmental stages, head capsules, *Rubus* sp.

## 6. INTRODUCTION

The Tortricidae family encompasses the Tortricinae, Olethreutinae, and Chlidanotinae subfamilies (Razowski 2000). The common name of leafrollers has been applied to individuals of this family owing to the larval habit of shelter-building by folding or rolling leaves of the food plant (Brown *et al.*, 2008). However, the larvae of tortricids employ a wide range of feeding strategies, many fairly divergent from the typical leaf-rolling habit; there are gall-makers, root-borers, fruit-borers, seed-predators, flower-feeders, and tip-tiers (Brown and Nishida 2003). In general, members of the subfamily Tortricinae tend to be polyphagous, while most Olethreutinae have narrower host ranges. Hosts for the subfamily Chlidanotinae are poorly known (Resh and Carde 2003). Dicotyledons are the most widely used hosts, but there are species groups and genera throughout the family that specialize on gymnosperms, particularly conifers. The use of monocotyledons as host plants is rare (Brown *et al.*, 2008).

Some species of the Tortricidae family that have been studied are: *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Meneguim y Hohmánn 2007), *Argyrotaenia franciscana* (Walsingham), *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Gilligan and Epstein 2009), *Choristoneura fumiferana* (Clemens) (Funtealba and Bauce 2012), *Platynota stultana* (Walsingham) (Kerns *et al.*, 2004), *Platynota rostrana* Walker (Nava *et al.*, 2006), *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Betancourt *et al.*, 2004), *Cydia pomonella* (L.) (Wenninger and Landolt 2011), *Amorbia cuneana* Walsingham (Bailey *et al.* 1980), and *Amorbia essigana* Busck (Urías y Salazar 2008), among others.

In the year 2010 caterpillars of a leafroller were observed on commercial blackberry groves (*Rubus* sp., cultivar "Tupi") in Rancho Huatarillo, municipality of Peribán, in Michoacán state, Mexico (Rebollar-Alviter A., personal communication). They were identified in 2011 as a specie belonging to the Tortricidae family at the Laboratorio de Entomología (LE) of Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) of the Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), using the keys of Mackay (1962). In personal observation, and similar to

many other tortricids, the females of this species lay the eggs in masses on the upper leaves, and when the larvae emerge, they disperse in search of suitable feeding sites. The larvae of this tortricid often feed on shoots, concomitantly connecting the leaves with silk threads.

The blackberry crop is the second most important crop after avocado in the state of Michoacán, based on its production value and employment. Currently, this state is the world's main producer and exporter of blackberry fruit because it is responsible for 97% of the total national production, with an area of approximately 10,752.25 ha planted (SAGARPA 2011). Although the occurrence of unidentified species on blackberry crops in locality mentioned before is sporadic, to control it, growers use synthetic organic insecticides (bifenthrin, permethrin, cypermethrin) and some biorational agents such as spinosad and crude extracts based on neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) and garlic (*Allium sativum* L.). However, this insect could rapidly develop resistance to these conventional compounds, as has been observed in other tortricids such as *A. cuneana* and *Platynota indaeusalis* Walker, both in citrus (*Citrus* sp.) groves in California (Ewart 2003) and *Sparganothis sulfureana* Clemens in cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Aiton) in Massachusetts, USA (Sylvia and Averill 2001). Moreover, chemical insecticides can reduce the populations of the parasitoids *Colpoclypeus michoacanensis* Sánchez & Figueroa (Hymenoptera: Eulophidae) (Sánchez *et al.*, 2011), *Apanteles* sp., and *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae) recently found on this insect (Juárez-Gutiérrez, A. C. Unpublished data).

Many aspects of the life histories of the following species of the Tortricidae family have been studied: *A. cuneana* (Peña and Wysoki 2008), *P. rostrana* (Nava *et al.*, 2006), *P. stultana* (Kerns *et al.*, 2004), *C. rosaceana* (Gilligan and Epstein 2009), *C. fumiferana* (Fuentelba and Bause 2012), *B. cranaodes* (Betancourt *et al.*, 2004), and *C. pomonella* (Wenninger and Landolt 2011).

With the goal of contributing to a better understanding of the leafroller found in Huatarillo, Michoacán, Mexico feeding on blackberries, its identification and

different aspects of its biology and reproductive parameters, as well as its oviposition preference were determined.

## 7. MATERIALS AND METHODS

### 7.1 Insects and rearing

On 20 August 2011, 108 larvae of different instars of the leafroller, belonging to the Tortricidae family were collected from a field of blackberry, *Rubus* sp., cultivar "Tupi" crops in Rancho Huatarillo (19° 34' 07" N, 102° 27' 37" W and 1350 m altitude), municipality of Peribán in the state of Michoacán, Mexico. This collection was conducted in zig-zag sampling between blackberry rows in 1 ha-commercial planting. Shoots approximately 5-7 cm-long containing rolled leaves infested with the larvae were collected. Following collection, blackberry shoots with rolled leaves were placed in ventilated plastic boxes (26 x 19 x 5 cm) and transported to the IIAF-UMSNH, in Tarímbaro, Michoacán. Once in the laboratory, larvae were individually placed into Petri dishes (1.5 height x 9.5 cm diameter) and allowed to complete their larval development fed with fresh blackberry leaves. To delay the leaf dehydration, the petiole of each leaf was covered with a moisten cotton ball and replaced every two days to prevent fungal growth. Insects were maintained in an environmental chamber at  $25 \pm 2$  °C with  $60 \pm 5\%$  RH and a photoperiod of 16:8 (L:D) h.

Leafroller adults that resulted from larvae collected in the field, considered as generation zero ( $G_0$ ), were placed in mating chambers consisting of iron frame box (30 cm x 28 cm x 30 cm) entirely covered with a mesh screen (270 x 770  $\mu\text{m}$ ). Adults were provided with a 15% (v/v) solution of honey made with water distilled. For oviposition, in the interior of mating chambers were placed squares (25 cm x 25 cm) of high-density polyethylene of green color. Eggs were collected every 24-48 h and placed in Petri dish (1.5 height x 9.5 cm diameter) until larval emergence, which were reared on soybean flour and wheat germen-based semi-synthetic diet (Rosas-García and Villegas-Mendoza 2008). The diet was replaced periodically as necessary until all the larvae had completed the pupal molt. The whole rearing process was done in an environmental chamber as mentioned above

## **7.2 Identification of leafroller species**

For leafroller species identification, ten males and ten females adults, emerged from field-collected larvae were sent to Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) of the Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) at Distrito Federal, Mexico. Another six males and six females adults were also sent to the Society of Lepidopterology Hispano Luso in Madrid, Spain.

## **7.3 Life cycle**

Tortricid development in the laboratory was determined by recording the duration of its different life stages (eggs, larvae, prepupa, pupae, and adult). For this, a cohort of 700 eggs (<24 h old) was randomly selected from adults of G<sub>2</sub>. High-density polyethylene containing egg masses was cut into small circles (≈15 cm in diameter). Each egg mass, containing a minimum of 30 and a maximum of 50 eggs, was individualized into Petri dishes. After emergence, larvae were individually placed into 2-cm<sup>2</sup> cylindrical wells of 24-well Costar tissue culture plates containing approximately 5 g of artificial diet mentioned above. Diet was replaced periodically as necessary until all the larvae completed the pupal molt. To know the number of larval instars, larvae were checked at 12-h intervals to assess the duration from one molt to another.

## **7.4 Pupal weight and sex ratio**

For pupal weight, 100 female and 100 male pupae were individually weighed, digital scale, 4-5 d after pupation. Pupae were sexed based on examination of the seventh, eighth, and ninth sterno-abdominal segments (Sacha *et al.*, 2004) by using a stereoscopic microscope (40X) (Zeiss Stemi DV4). The sex ratio in adults was also assessed.

## **7.5 Fecundity and fertility**

To determine fecundity, 40 male + female pairs of adults (<24 h old) were used. Each pair was placed in mating chambers consisting of iron frame box (7 cm x 7 cm x 7 cm) entirely covered with a mesh screen as described above. For oviposition, in the interior of mating chambers two squares (6 cm x 6 cm) of high-density polyethylene of green color were placed. Adults were supplied with a 15% honey solution, which was changed each day to prevent fungal growth. Fecundity was determined by counting the total number of eggs laid by each female until death. The preoviposition and oviposition periods, as well as the number of eggs masses per females were also determined. The percentage of eggs that hatched from those collected at 3 d after the first oviposition was used to evaluate fertility. For this, 22 samples from between 80-120 eggs each one were evaluated. The number of eggs that had hatched was assessed 10 d post-collection; after this time no more egg hatching was observed.

## **7.6 Growth rate of larvae**

The Dyar's rule states that after sclerotization, the size of the head capsule remains more or less constant during the same larval instar, with a regular geometric progression from one molt to the next (Dyar and Rhinebeck 1890). As additional information to the life cycle, and in order to know if larval growth rate of the trotricid is adjusted to the Dyar's rule, the size (in  $\mu\text{m}$ ) of the head capsule of known larval instars of this insect was estimated by measuring both the distance between both genae (Dyar and Rhinebeck 1890) and the distance between frontal setae (Podoler and Klein 1978). The head capsules shed after molting were fixed in ethylic alcohol of 70% for 5 d, and then set on glass slides with transparent gel, ensuring that their facial area stayed parallel to the surface of the slide to make sure that the planes to the surface of width were perpendicular to the axis vision of the microscope (Rodríguez *et al.*, 2000, Calvo and Molina 2008). The images of the head capsules were obtained in a photomicroscope Carl Zeiss III Tessovar with a digital Pixera Professional camera and analyzed using the program UTHSCSA

Image Tool version 3.0 (Wilcox et al. 2002). A minimum of 8 and a maximum of 10 head capsules of each of five instars of the tortricid were measured.

### **7.7 Preference of color for oviposition of leafroller**

The preference of color for oviposition of leafroller was determined using the following four colors of high-density polyethylene substrates: i) blue, ii) green, iii) yellow, and iv) pink. For this test 20 male + female pairs of adults (<48 h old) were placed in a mating chamber consisting of iron frame box (20 cm x 20 cm x 20 cm) entirely covered with a mesh screen. For oviposition, in the interior of this chamber were placed two rectangles (10 cm x 15 cm) of high-density polyethylene of each of following colors: green, blue, yellow, and pink. Adults were supplied with a 15% honey solution, which was replaced every 2 d to prevent fungal growth. The bioassay was performed five times. The cumulative number of eggs per female laid daily during the first six d after the onset of oviposition was counted in each high-density polyethylene color bioassayed.

### **7.8 Data analysis**

Weights of pupae by sex and adult longevity of the tortricid were subjected to Student's *t*-tests. Fecundity data were analyzed by one-way ANOVA followed by LSD mean separation using the General Linear Models procedure, with the least significant difference (LSD) multiple range test ( $P < 0.05$ ) to separate means (SPSS version 10.0; SPSS Inc., Chicago, IL). Oviposition behavior of the tortricid females during all its entire lifetime was estimated using a polynomial regression curve analysis of Excel, and quality of fitting was evaluated by the curve correlation coefficient  $R^2$ .

Data of oviposition preference toward several high-density polyethylene colors were analyzed by one-way ANOVA followed by LSD mean separation using Statgraphics graphic software system (STSC Inc., Rockville, MD).

## 8. RESULTS AND DISCUSSION

### 8.1 Identification of leafroller species

The adults of tortricid sent to CNRF of the DGSV, SAGARPA were identified as the leafroller *Amorbia* sp. Clemens (Lepidoptera: Tortricidae). Other tortricids of recent detection in Mexico are: *Argyrotaenia montezumae* Walsingham as leafroller on *Rubus* sp. crops in Tangancícuaro, Atapan, Huatarillo, and Zirimicuaro, municipalities of Tangancícuaro, Los Reyes, Peribán, and Ziracuaretiro, respectively, in the state of Michoacán (López 2009). This leafroller species was also reported in peach (*Prunus persica* L.) orchards in 17, 3, 3, and 7 localities in the states of Estado de México, Michoacán, Chihuahua, and Zacatecas, respectively (Aguilera *et al.*, 2007). *Platynota rostrana* was found as leafroller on Valencia orange (*Citrus. sinensis* L. Osbeck) and Italian lemon (*Citrus limon* L.) in Hidalgo and Güémez, municipalities in the state of Tamaulipas (Varela *et al.*, 2009); *A. cuneana* in avocado “Hass” orchards in La Yerba and Emiliano Zapata, municipalities of Tepic and Xalisco, respectively, in the state of Nayarit (Urías and Salazar 2008), and *C. rosaceana* in apple crops in Vista Hermosa, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua (Bautista *et al.*, 2011). It is important to point out that none of these authors has mentioned that all of these trotricids species are causing damage to their host plants mentioned.

The cycle life of *Amorbia* sp. is reported by first time, which was of 50 d (Table 1). In other species such as *A. cuneana* (Urías and Salazar 2008), *A. essigana* (McKenzie 1933), and *E. postvittana* (Venette *et al.*, 2003) it was 35-43 d, more than 60 d, and 28-42 d, respectively. It is well known that environmental factors can strongly influence the life parameters of insects (Silva *et al.*, 1991). For example, cooler temperatures lead to longer development times for all stages of growth and the host plant heavily also influence the duration of life cycle (Venette *et al.*, 2003). At this regard, the life cycle of *C. rosaceana* was of 160, 57, and 42 d when exposed to 15, 20, and 25° C, respectively (Jones *et al.*, 2005).



**Table 1.** Length (d  $\pm$  SE) of different development stages of the leafroller *Amorbia* sp. reared at 25  $\pm$  2 °C with 75  $\pm$  5% RH and a photoperiod of 16:8 (L:D) h.

Stage	(n)	Length in days
Egg	700	8.5 $\pm$ 0.57
Larval		
First instar	691	4.47 $\pm$ 0.66
Second instar	557	2.98 $\pm$ 0.98
Third instar	495	3.33 $\pm$ 1.36
Fourth instar	420	3.87 $\pm$ 1.84
Fifth instar	368	6.01 $\pm$ 3.03
Total larval	2531	20.66 $\pm$ 1.57
Prepupal	369	2.58 $\pm$ 4.49
Pupal	368	
Female	174	8.56 $\pm$ 3.38
Male	194	10.46 $\pm$ 3.21
Adult		
Female	152	16.12 $\pm$ 3.97
Male	168	13.21 $\pm$ 4.31
Total		50.3

n = number of specimens whose development was followed.

## 8.2 Life cycle

**8.2.1 Eggs.** *Amorbia* sp. eggs hatched after 8.5  $\pm$  0.57 d (Table 1). In *A. cuneana* (Urias and Salazar 2008) and *A. essigana* (McKenzie 1933) eggs hatched after 6 to 8 d and 13 to 15 d, respectively. For *P. rostrana* (Nava *et al.*, 2006), the duration of this life stage was of 8 d, while the egg stage of *E. postvittana* lasts an average of 5-7 days at a temperature of 28 °C (Venette *et al.*, 2003). *Amorbia* sp. eggs were laid in clusters; they are lentil-shaped and completely flattened. In addition, eggs of this species are positioned in a slightly overlapping each other like fish scales and are covered by a thin layer of waxy secretion.

Freshly laid eggs are translucent green but 48 h after being laid, they turned dark green. At 96 h brown spots are visible through the chorion. The color of egg

continued to darken until it was completely brown 120 h later. At the beginning of the eighth day, the larval head capsule and mandibles movements were observed inside the eggs. Freshly eggs in *A. cuneana* (Bailey and Hoffman, 1980) and *P. stultana* (Kerns *et al.*, 2004) are also translucent green color but they are not covered with waxy secretion as in *Amorbia* sp. Female of *C. rosaceana* (Jones *et al.*, 2005), *A. essigana* (McKenzie 1933), *A. citrana* (University of California Agriculture and Natural Resources 2010), and *A. franciscana* (Gilligan and Epstein 2009) also deposit their eggs in groups like *Amorbia* sp., but unlike of this species, the eggs color is yellowish in all of that species.

**8.2.2 Larvae.** Larvae of *Amorbia* sp. underwent five instars and its incubation period lasted  $20.66 \pm 1.57$  d (Table 1). First, second, third, fourth, and fifth instar larval had a duration of  $4.47 \pm 0.66$ ,  $2.98 \pm 0.98$ ,  $3.33 \pm 1.36$ ,  $3.87 \pm 1.84$ , and  $6.01 \pm 3.03$  d, respectively. For *A. cuneana*, the duration of the larval period was 14 to 17 d (Urias, Salazar, 2008). *Platynota rostrana* (Nava *et al.*, 2006), *P. stultana* (Gilligan and Epstein 2009), *Argyrotaenia* sp. (Rosas and Villegas 2008), and *Tortrix viridana* L. (Soria and Notario 1990) larvae also underwent five instars, but *C. rosaceana* (Jones *et al.*, 2005), *Choristoneura occidentalis* Walsingham (Schmidt and Lauer 1977, Fellin and Dewey 2012), and *C. fumiferana* and *C. viridis* (Schmidt and Lauer 1977) had six instars.

Here, we have observed that the 0.81% (3 individuals) of the larvae at which development was followed had an additional larval instar. An increment in instars number is well recorded in the literature for several tortricids species, such as *Amorbia* sp. (Bailey and Hoffman 1980), *A. franciscana* (Gilligan and Epstein 2009), *A. spheropa* (Bentancourt *et al.*, 2003), *E. postvittana* (Danthanarayana 1983), and *B. cranaodes* (Bentancourt *et al.*, 2004). This increment in instars number largely depends on the nutritive value of the food on which they are fed, which is affected by environmental factors (Shafiei *et al.*, 2001, Bentancourt *et al.*, 2004, Esperk *et al.*, 2007).

**8.2.3 Prepupa.** The duration of *Amorbia* sp. prepupal stage was  $2.58 \pm 4.49$  d (Table 1). Although the detection of the prepupal stage can be difficult in some insects (Specht *et al.*, 2004), this was not the case in this species. At the prepupal stage, larvae stop feeding and they remain immobile and forming a cocoon. In this stage, the intersegmental unions of both the thorax and the abdomen are more pronounced, making their bodies thicker and considerably shorter. The prepupa is spindle-shaped and yellowish.

**8.2.4 Pupa.** Pupa of *Amorbia* sp. has a depression in the dorsum of the eighth abdominal segment. Under our environmental conditions ( $25 \pm 2$  °C and  $75 \pm 5\%$  RH), the duration of the *Amorbia* sp. pupal stage of the male and female was  $8.56 \pm 3.38$  d and  $10.46 \pm 3.92$  d, respectively (Table 1), which differ to that observed for *Amorbia* sp. (17 d) (Bailey and Hoffman 1980) and *A. cuneana* (15 to 18 d) (Urias y Salazar 2008). In addition, three days after pupation, pupa of this species is brown as those of *P. stultana* (Gilligan and Epstein 2009) and *E. postvittana* (Danthanarayana 1975). In contrast, pupa of *C. rosaceana* (Gilligan and Epstein 2009) and *C. occidentalis* (Fellin and Dewey 2012) are deep reddish brown and brownish-yellow, respectively. As in other tortricids, pupa of *Amorbia* sp. is dark brown one day before adult emergency.

The weights of the male and female *Amorbia* sp. pupae were  $51.78 \pm 1.05$  mg and  $100.65 \pm 1.05$  mg, respectively, which is significant different ( $t = 8.38$ ;  $P \leq 0.0001$ ). This means that the weight of female pupae was almost 2 times more than the opposite sex. Similarly, female pupae of *P. rostrana* (Nava *et al.*, 2006), *P. idaeusalis* (Biddinger *et al.*, 2006), *C. fumiferana* (Fuentealba and Bauce 2012), and *A. sphaleropa* weighted between 1.2 and 1.6 times more than their respective males pupae. Generally, lepidopteran females are usually heavier than males, reflecting the greater food intake of female caterpillar, which often go through an additional instar in relation to male (Slansky and Scriber 1985). This is true if taking into account the energy diversion of female for oviposition.

Morphological differences between *Amorbia* sp. male and female pupae can be seen on abdominal segments VII, VIII, IX, and X. On males, there is a small

ridge on a circular area on abdominal segment IX that is signaled by an incision. On females, there is no tegumentary relief but rather a differentiated longitudinal incision that reaches the edge of abdominal segment VII and continues through segments VIII, IX, and X. These characteristics are similar to those reported for several other species of Tortricidae (Sacha *et al.*, 2004), Noctuidae (Sannino *et al.*, 1987), and Pyralidae (Rodríguez-Menéndez *et al.*, 1988) families.

**8.2.5 Adults and sex ratio.** When fed with 15% honey, males ( $n = 168$ ) and females ( $n = 152$ ) adults of *Amorbia* sp. lived for  $13.21 \pm 4.31$  and  $16.12 \pm 3.97$ d, respectively, and significant differences were observed ( $t = 1.980$ ,  $P = 0.021$ ). The adult stage of *A. cuneana* lasts from 14 to 21 d when fed with avocado *Persea americana* L. (Bailey and Hoffman 1980). In *Bonagota salubricola* (Meyrick), longevity of males and females was of 13 and 14 d, respectively, when fed with artificial diet based on beans and yeast (Bernardi *et al.* 2011). However, males and females of *G. molesta* fed with peach (*Prunus* sp.) extrafloral nectar lived an average of 29 and 24 d, respectively (Atanassov and Shearer 2005).

The proportion of males to females of *Amorbia* sp. was 1:1.1, as has been seen (1:1) in *P. rostrana* (Nava *et al.*, 2006) and *B. salubricola* (Bernardi *et al.*, 2011).

**8.3 Fecundity.** The mean number of eggs laid by each *Amorbia* sp. female, when fed for the entire lifetime with 15% honey under our environmental conditions ( $25 \pm 2$  °C and  $75 \pm 5\%$  RH), was  $371.42 \pm 39.34$ , with preoviposition and oviposition periods of  $3.2 \pm 0.56$  and  $15.5 \pm 0.97$  d, respectively. Each female laid an average of  $11.54 \pm 0.78$  eggs mass. *Amorbia cuneana* female laid between 400 to 500 eggs during the oviposition period, and lays about 5 to 100 eggs per mass (Bailey and Hoffman 1980).

Females of *Amorbia* sp. beginning to laid eggs at first day after eclosion (Fig. 1). The maximum oviposition was observed in the first and second age day

with  $98.5 \pm 59.50$  and  $141.42 \pm 19.31$  eggs/female, respectively. The oviposition decreased gradually until to obtain  $18.00 \pm 0.0$  eggs/female. On 17<sup>th</sup> day of age, none females was observed in the experiment.

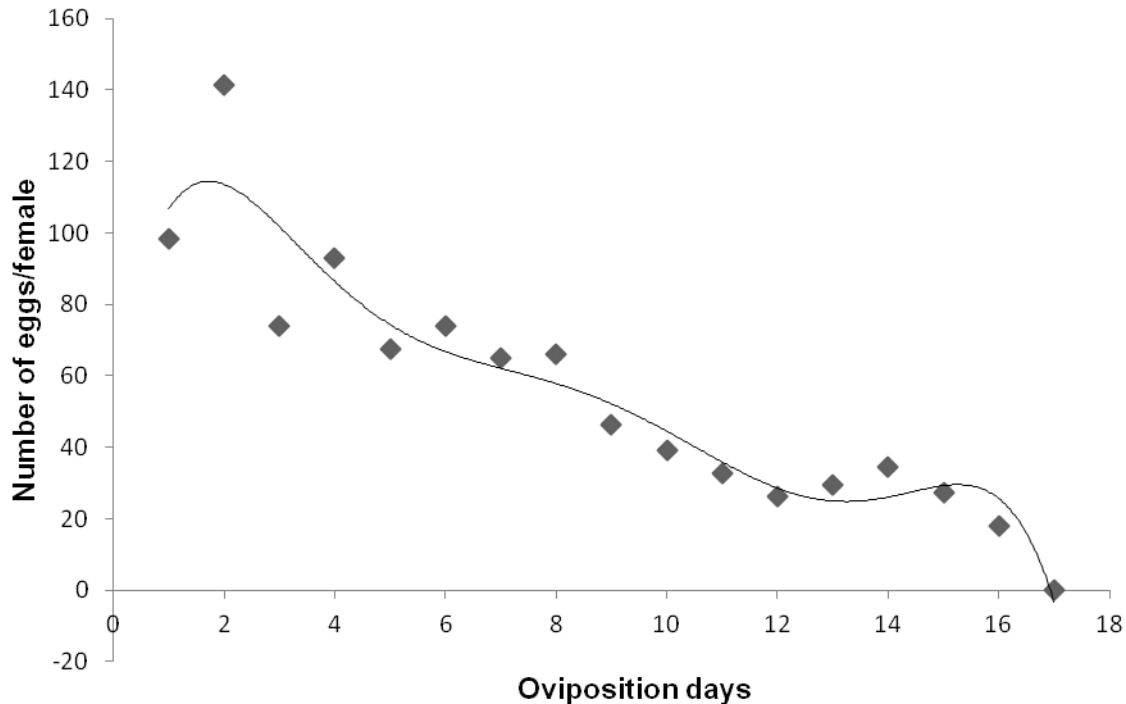


Fig. 1. Distribution of eggs laid throughout the oviposition period by *Amorbia* sp. reared at  $25 \pm 2$  °C with  $75 \pm 5\%$  RH and a photoperiod of 16:8 (L:D) h. ( $y = -0.0008x^6 + 0.0441x^5 - 0.9063x^4 + 9.0465x^3 - 44.763x^2 + 90.237x + 52.943$   $R^2 = 0.8951$ ).

It is well known that, the type and quality of food supplied to insects either adult and larval stages can influence their reproductive potential (Mensah and Gatehouse 1998, Awmack and Leather 2002, Vukajlović and Pešić 2012). Based on the literature, the recorded fecundity over the lifespan of *A. cuneana* was 400 to 500, *P. rostrana* (308 eggs/female) (Nava *et al.*, 2006) and *A. sphaleropa* (181 eggs/female) (Meneguim and Hohmann 2007) when this three species were fed with a 10% honey solution. Moreover, in such species the peoviposition period was

2 d. Another species of the same family, *C. pomonella*, laid more eggs/female when fed with both 15% honey (281 eggs/female) and 100% apple juice (265 eggs/female) compared to 13% sucrose (192 eggs/female), apple flesh (186 eggs/female) or water (155 eggs/female) under identical environmental conditions to ours (Wenninger and Landolt 2011).

On the another hand, *A. sphaleropa* females that resulted from larvae fed with bean carioca- laid more eggs (404 eggs/female) than when they were fed with bean carioca and wheatgerm- (352 eggs/female) or when they did with bean white and wheat germ-based (268 eggs/female) semi-synthetic diets (Manfredi *et al.*, 2005). It is clear that the available amounts of carbohydrate and protein and their origins are important in determining the fecundity values of insects, and its intake can be modified in relation to reproductive needs during adulthood (Viñuela and Arroyo 1983, Joern and Behmer 1997).

**8.4 Fertility.** With respect to fertility, the percent of egg hatched was 82.51%. It is important to point out that at first day of hatching (eight day post-collection eggs) there was  $70.17 \pm 14.08\%$  of hatching, whereas at second and third day of hatching it was of  $3.57 \pm 2.68\%$  and  $0.76 \pm 0.40\%$ , respectively. The fertility recorded in this study is similar to that obtained for *C. rosaceana* (78%) (Ashfaq and Brunner 2010) and *C. pomonella* (80%) (Vickers 1997). In contrast, fertility of both *B. cranaodes* (Betancourt *et al.*, 2004) and *L. botrana* (Sáenz *et al.*, 2012) was of 95%, whereas for *P. idaeusalis* was of 72% (Biddinger *et al.* 2006).

**8.5 Growth rate of larvae.** The growth ratio of *Amorbia* sp. larvae was very similar from one instar to the next based on the width between the genae and the distance between the frontal setae; except for that observed between the first and second instar (1.87 for width between both genae and 1.25 for the distance between both frontal setae). Values of both factors average between 110.9 and 1293.1 and between 23.2 and 58.82  $\mu\text{m}$  at the beginning and end of the larval

instars, respectively (Table 2). The calculated growth larval rates for the two studied factors were: 1.87 (the width between genae) and 1.25 (the distance between frontal setae) times increase. These values are not consistent with the growth constant of Dyar's rule, that states that after each molt the larval growth increases geometrically, with an average constant ratio for each species of approximately 1.40 (Dyar and Rhinebeck 1890). Similar values have been reported in literature for many other insect species of different orders: *Ochrogaster lunifer* Herrich-Schäffer (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) (1.30 times) (Floater 1996), *Copitarsia incommoda* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) (1.35 times) (Flores *et al.*, 2005), *Bephrateloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae) (1.66 times) (Hernández *et al.* 2010), and *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) (1.88 times) (Rodríguez *et al.*, 2000). However, insect species that follows Dyar's rule are: *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) (1.37 times) (Bailez *et al.*, 2003), *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) (1.41 times) (Zúñiga *et al.*, 2011), and *Comadia redtenbacheri* Hamm (Lepidoptera: Cossidae) (1.42 times) (Hernández *et al.*, 2005). These differences may be due to interspecific characteristics, which are conditioned by geographical and environmental factors (Hernández *et al.*, 2010), and the type and quality of food supplied (Bentancourt *et al.*, 2004).

**Table 2.** Size of head capsule ( $\mu\text{m} \pm \text{EE}$ ) per instar when measuring both the distances between both genae and the distances between frontal setae of *Amorbia* sp.

Larval instar	N	Distance between both genae	Growth rate	Distance between frontal setae	Growth rate
I	10	110.9 $\pm$ 2.16		23.2 $\pm$ 0.49	
II	8	278.1 $\pm$ 1.11	2.5	39.97 $\pm$ 1.86	1.7
III	10	489.8 $\pm$ .48	1.7	41.81 $\pm$ 8.42	1.0
IV	8	1123.0 $\pm$ 12.3	2.2	54.52 $\pm$ 3.72	1.3
V	10	1293.1 $\pm$ 8.05	1.1	58.82 $\pm$ 3.51	1.0

N = number of head capsule measured.

## 8.6 Preference of color for oviposition of leafroller

It is well known that the oviposition behavior in insects is affected by color, odor, and surface texture (Shorey 1964, Knight and Miliczky 2003). In the studies reported here, females of the leafroller, *Amorbia* sp. did not show any preference for oviposition on the colors of high-density polyethylene bioassayed. Cumulative numbers of eggs laid by each female during the first six days after start the experiment were  $29.63 \pm 8.56$ ,  $30.37 \pm 8.52$ ,  $26.44 \pm 6.63$ , and  $25.83 \pm 7.53$  for green, blue, pink, and yellow color, respectively. No significant differences were observed among all of these high-density polyethylene colors ( $F = 0.08$ ;  $df = 3,16$ ;  $P = 0.967$ ). In a laboratory study for determining the color preference for oviposition, females of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Hübner) showed a tendency to lay the greatest amount of eggs on yellow- (12 eggs/female) compared to white- (11 eggs/female), red- (10 eggs/female), orange- (9 eggs/female), blue- (9 eggs/female), and green- (89 eggs/female) paper strips- lined with polyethylene film (Shorey 1964). In the Shorey (1964) study, as in ours, the spectral frequency associated with each color was not determined, and the possibility of the moths were responding to relative intensities, and not to colors as such, was not



eliminated. However, the fact that vision may be used, in the orientation of the adult moth to surfaces, was demonstrated. In contrast, females of cabbage cutworm, *Copitarsia decolora* (Gueneé) (Lepidoptera: Noctuidae), laid more eggs on a black fine mesh screen (87), followed by the red (44), green (43), and white (17) colors (Acatitla 2010). It is important to point out that this study was performed at field conditions in a cabbage (*Brassica oleracea* L.) crop, which may be influenced the oviposition behavior of this insect pest.

In conclusion, this is the first report of several different aspects about biology of *Amorbia* sp. This information will help to implement monitoring programs for this insect in order to avoid the possibility that it reach the pest status in blackberry crop because it is very important for the Mexican economy. On the other hand, females of this insect have not oviposition preference toward different colors (green, blue, pink, and yellow) of high-density polyethylene. Studies on color preferences of the leafroller, *Amorbia* sp., are very important from a practical stand point because may allow us to make a significant improvement in the design of a monitoring system, such has occurred in the tortricid *C. pomonella* (Knight and Miliczky (2003).

## 9. ACKNOWLEDGMENTS

Ana C. Juárez received a pre-master fellowship (No. 254058) from Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Mexico. This work was financially supported by the Coordinacion de la Investigacion Cientifica, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo and by the Fundacion Produce Michoacan, through grants to Samuel Pineda and Angel Rebollar, respectively.

## 10. REFERENCES

- Acatitla, T. C. 2010. *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae) Guenée: Su preferencia por brocolí, col y coliflor, su caracterización molecular y tres de sus himenópteros parasitoides. Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 81 pp.
- Aguilera, P. M., H. H. Gonzalez, S. J. Carillo, M. F. K. Byerly, J. Soria, M. E. Valdivia, C. J. Castañeda, G. E. L., Muñoz, P. R., Soria and G. L. Morales. 2007. Ausencia de plagas cuarentenarias en huertos de durazno de los estados de Mexico, Michoacan, Chihuahua y Zacatecas. *XXX Congreso Nacional de Control Biológico*. Simposio del IOBC. Mérida, Yucatán. 593-596 pp.
- Ashfaq , A. S. and J. F. Brunner. 2010. Lethal and sublethal effects of an insect growth regulator, pyriproxyfen, on obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology* 103(2): 340-347.
- Atanassov , A. and P. W. Shearer. 2005. Peach extrafloral nectar impacts life span and reproduction of adult *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Agricultural and Urban Entomology*. 22(1): 41–47.
- Awmack, C. S. and S. R. Leather. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*. 47: 817-844.
- Bailey, J. B. and M. P. Hoffmann. 1980. *Amorbia*: A California avocado insect pest. Staff Research Associate, Department of Entomology, Division of Agricultural Sciences. University of California.
- Bailez, O. E., B. M. Viana, J. O. G. De Lima and D. D. Moreira. 2003. Life-History of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), under laboratory conditions. *Neotropical Entomology*. 32(2): 203-207.
- Bautista, M. C. P. C. Chavarín and B. E. López. 2011. Primer reporte del enrollador de bandas oblicuas, *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae), en manzano en el Ejido Vista Hermosa, Ciudad

- de Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 27 (3): 819-824.
- Bernardi, D., N. E. Batista, O. Bernardi, A. Da Silva, D. U. Silva and G. M. Silveira. 2011. Eficiência e efeitos subletais de nim sobre *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2 (33): 412-419.
- Bentancourt, C. M., I. B. Scatoni, A. González y J. Franco. 2003. Effects of larval diet on the development and reproduction of *Argyrotaenia spheropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). *Neotropical Entomology* 32(4):551-557.
- Bentancourt, C. M., I. B. Scatoni, A. González and J. Franco. 2004. Biology of *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) on seven natural foods. *Neotropical Entomology*. 33 (3):299-306.
- Biddinger, D., L. Hull, H. Huang, B. Mcpheron and M. Loyer. 2006. Sublethal effects of chronic exposure to tebufenozide on the development, survival, and reproduction of the tufted apple bud moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology* 99(3): 834- 842.
- Brown, W. J. and A. Cramer. 1999. Five new species of *Argyrotaenia* sp. (Tortricidae: Archipini) from Mexico and the southwestern United States. *Journal of Lepidopterists' Society* 53: 114-125.
- Brown, J. and K. Nishida. 2003. A new species of *Seticosta* (Tortricidae: Euliini) from Costa Rica - a pest of cultivated and native *Rubus*. *Journal of Lepidopterists Society*. 57: 113-130.
- Brown, J. W., G. Robinson and J. A. Powell. 2008. Food plant database of the leafrollers of the world (Lepidoptera: Tortricidae) (Version 1.0). <http://www.tortricid.net/foodplants.asp>.

- Calvo, D. and J. M. Molina. 2008. Head capsule width and instar determination for larvae of *Streblote panda* Hübner (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Journal Economic Entomology* 100(1): 881-886.
- Danthanarayana, W. 1975. The Bionomics, distribution and host range of the light brown apple moth, *Epiphyas postvittana* (Walk.) (Tortricidae). *Australian Journal of Zoology*. 23(3) : 419-437.
- Danthanarayana, W. 1983. Population ecology of the light brown apple moth, *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal Animal Ecology*. 52: 1-33.
- Dyar, H. G. 1890. The number of moles of lepidopterous larvae. *Psyche*. 5: 420-422.
- Esperk, T., T. Tammaru and S. Nylin. 2007. Intraespecific variability in number of larval instars in insects. *Journal Economic of Entomology* 100: 627-645.
- Ewart, W., B. Elliot, J. Morse, C. B. Grafton, J. Menge, P. Phillips and T. Batkin. 2003. "Crop profile for citrus in California." Crop profiles. National Information System for the Regional IPM Centers.
- Fellin G. D. and J. E. Dewey. 2012. Department of Agriculture Forest Service. Western Spruce Budworm Forest Insect & Disease Leaflet 53. U.S.A. <http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/fidls/westbw/fidl-wbw.htm>. (Accesada en agosto del 2012).
- Floater, G.J. 1996. The Brooks-Dyar rule and morphometrics of the processionary Caterpillar *Ochrogaster lunifer* Herrich-Schäffer (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). *Australian Journal of Entomology*. 35: 271-278.
- Flores, L. R., M. N. Bautista, C. J. Valdez, G. O. Morales and L. S. Quiñones. 2005. Comparación de dos técnicas de medición de cápsulas cefálicas para separar estadios larvales de *Copitarsia incommoda* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Zoológica*. 21(2):109-113.

- Fuentealba, A. and E. Bauce. 2012. Carry-over effect of host nutritional quality on performance of spruce budworm progeny. *Bulletin of Entomological Research* 102: 275–284.
- Gilligan, T. M. and M. E. Epstein. 2009. LBAM ID, Tools for diagnosing light brown apple moth and related western U. S. leafrollers (Tortricidae: Archipini). Colorado State University, California. Department of food and agriculture, and center for Plant Health Science and Technology, USDA, APHIS, PPQ. <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/LBAM/references.html>. (Accesada el 03 de agosto de 2010).
- Hernández, F. L., L. M. Urias, and M. N. Bautista. 2010. Biología y hábitos del barrenador de la semilla *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae). *Neotropical Entomology*. 39: 527-534.
- Hernández, L. R., C. C. Llanderal, M. L. E. Castillo, C. J. Valdez and H. R. Nieto. 2005. Identificación de instares larvales de *Comadia redtenbacheri* (Hamm) (Lepidoptera: Cossidae). *Agrociencia* 39: 539-544.
- Joern, A. and S. T. Behmer. 1997. Importance of dietary nitrogen and carbohydrates to survival, growth, and reproduction in adults of the grasshopper *Ageneotettix deorum* (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia* 112: 201-208.
- Jones, V. P., M. D. Doerr, J. F. Brunner, C. C. Baker, T. D. Wilburn and N. G. Wiman. 2005. A synthesis of the temperature dependent development rate for the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana*. *Journal of Insect Science*. 5(24): 1-8.
- Kerns, D., G. Wright and J. Loghry. Omnivorous leafroller (*Platynota stultana*). 2004. The University of Arizona . College of Agriculture, Tucson, Arizona (part of the publication “Citrus Arthropod Pest Management in Arizona”). <http://cals.arizona.edu/crops/citrus/insects/citrusinsect.html>. (Accesada el 16 de agosto de 2012).

- Knight, A. L. and B. A. Croft. 1987. Regional population dynamics and seasonal spatial patterns of *Argyrotaenia citrana* (Lepidoptera: Tortricidae) as measured by a pheromone trap grid and larva sampling. *Environmental Entomology* 16: 59-67.
- Knight, A. L. and E. Miliczky. 2003. Influence of trap colour on the capture of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae), honeybees, and non-target flies. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*. 100: 65-70.
- López, C. I. 2009. Identificación, dinámica poblacional y parasitoides de dos lepidópteros plaga de zarzamora, *Rubus fruticosus* L., en tres regiones productoras del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México 61 pp.
- Manfredi, C. S., S. M. Garcia, A. E. Loeck, M. Botton and J. Foresti. 2005. Aspectos biológicos de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) em dietas artificiais com diferentes fontes proteicas. *Ciência Rural, Santa Maria*. 2(35): 259-265.
- McKenzie, H. L. 1933. Latest developments in avocado pest control. University of California Citrus Experiment Station. California avocado association. 18: 33-36.
- Meneguim, M. A. and C. L. Hohmann. 2007. *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) in citrus in State of Paraná, Brazil. *Neotropical Entomology*. 36: 317-319.
- Mensah, B. A. and A. G. Gatehouse. 1998. Effect of larval phase and adult diet on fecundity and related traits in *Spodoptera exempta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 86: 331-336.
- Nava, D. E., P. Fortes, D. G. De Oliveira, F.T. Vieira, T. M. Ibelli, J. V. Guedes C. y J. R. P. Parra. 2006. *Platynota rostrana* (Walker) (Tortricidae) and *Phidotracha erigens* Raganot (Pyralidae): artificial diet effects on biological cycle. *Brazilian Journal of Biology*. 66: 1037-1043.

- Peña, J. and M. Wysoki. 2008. Plagas del palto en México. Plagas en Israel, México, Estados Unidos, Centro América y Perú. p. 303-309.
- Podoler, H, and M. Klein. 1978. Distance between frontal setae: a new tool for determining caterpillar instars. *Journal of Natural History*. 12: 341-347.
- Razowski, J. 2000. Tortricidae (Lepidoptera) collected in Taiwan, with description of one new genus and eight new species, and a comparison with some regional faunas. *Zoological Studies*. 39: 319-327.
- Resh, V. H. and Carde T. R. 2003. Encyclopedia of insects. Academic press. 584 p.
- Rodríguez M. H., T. G. Cabello, and P. Vargas. 1988. Influencia de la dieta en el desarrollo de *Ephestia kuehniella* Zeller. (Lepidoptera: Phycitidae). *Bol. San. Veg. Plagas*. 14: 363-369.
- Rodríguez Q. M., J. C. Valdéz, J. G. Vera and A. M. Castillo. 2000. Identificación de instares larvales de *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (Coloptera: Bruchidae) mediante las dimensiones de sus cápsulas cefálicas. *Agrociencia*. 34: 83-90.
- Rosas, G. N. M. and J. M. Villegas. 2008. Bionomics of a novel species of *Argyrotaenia* (Lepidoptera: Tortricidae) presents in Mexican avocado orchards. *Acta Zoológica Mexicana*. 24: 129-137.
- Sacha, L., M. Bottonb, M. Coracinic, P. Witzgallc and C. R. Uneliusa. 2004. Synthesis and field tests of sex pheromone components of the leafroller *Argyrotaenia sphaleropa*. *Z. Naturforsch.* 59: 708-712.
- Sáenz, C. I., V. Marco, F. G. Zalom and I. M. Pérez. 2012. Effects of methoxyfenozide on *Lobesia botrana* Den & Schiff (Lepidoptera: Tortricidae) egg, larval and adult stages. *Pest Management Science*. 61(11): 1133-1137.
- Sánchez, G. J. A., S. Pineda, A. M. Martínez, A. Rebollar-Alviter, A. C. Juárez-Gutiérrez, I. López Cruz and J. I. Figueroa. 2011. A new species of *Colpoclypeus* Lucchese (Hymenoptera: Eulophidae) from Mexico. *Zootaxa* 2830: 64-68.

- Sannino, L., A. Balbiani y B. Espinosa. 1987. Osservazioni morfobiologiche su alcune specie del genere *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) e rapporti di parasitismo con la coltura del tabacco in Italia. *Informatore Fitopatológico* 11(87): 29-40.
- Schmidt, F. H., and W. L. Lauer. 1977. Developmental polymorphism in *Choristoneura* spp. (Lepidoptera: Tortricidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 70: 112-118.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).  
[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351) (Accesada el 21 de febrero 2013)
- Shafiei, M., A. P. Moczek and H. F. Nijhout. 2001. Food availability controls the onset of the metamorphosis in the dung beetle *Onthophagus taurus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Physiological Entomology* 26: 173-180.
- Shorey, H. H. 1964. The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). III. Response to the oviposition substrate. *Annals of the entomological society of America*. 57: 165-170.
- Silva, R. A. da, C. C. Freire and M. J. Claret. 1991. Efeitos de diferentes dietas na biología da fase adulta de *Mocis latipes* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae). *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia*. 26:45-50.
- Sylvia, M. M. and A. L. Averill. 2001. Managing resistant sparganthis fruitworm *Sparganothis sulfureana*. University of Massachusetts, Cranberry Experiment Station.
- Slansky, F. and J. Scriber. 1985. Food consumption and utilization. En: Kerkut, G. A. y L. I. Gilbert. (Eds.), *Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology*. Pergamon Press, Oxford. (4): 87-163.



- Soria, S. and A. Notario. 1990. *Tortrix viridana* L. (Lepidóptero Tortricidae) una plaga de las encinas de problemático control. *Boletín de Sanidad. Plagas* 16: 247-262.
- Specht, A., E. J. E. Silva and D. Link. 2004. Noctuídeos (Lepidoptera, Noctuidae) do Museu Entomológico Ceslau Biezanko, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, RS. R. Bras. *Agrociência*. 10: 389-409.
- Urías, L. M. and G. S. Salazar. 2008. Poblaciones de gusano telarañero y barrenador de ramas en huertos de aguacate “Hass” de Nayarit, México. *Agricultura Técnica en México*. 34(4): 431-441.
- Venette, R. C., E. E. Davis, M. DaCosta, H. Heisler and M. Larson. 2003. Light brown apple moth, *Epiphyas postvittana* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae). mini risk assessment. Department of Entomology, University of Minnesota.
- Vickers, R. A. 1997. Effect of delayed mating on oviposition pattern, fecundity and fertility in codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Australian Journal of Entomology* 36: 179-182.
- Viñuela, E. and A. Arroyo. 1983. Effect of nutrition on the susceptibility of *Ceratitidis capitata* Wied. (Dip.: Tephritidae) adults to malathion. Influence of adult food, physiological stage and age. *Acta Oecologica*. 4: 123-130.
- Vukajlović, F. N. and S. B. Pešić. 2012. Contribution to the studies of the indianmeal moth *Plodia interpunctella* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae) fecundity depending on diet type. *Kragujevac J. Sci.* 34 (2012) 107-115.
- Walker, R. K. and C. S. Welter. 2004. Biological control potential of *Apanteles aristoteliae* (Hymenoptera: Braconidae) on populations of *Argyrotaenia citrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in California apple orchards. *Environmental Entomology*. 33: 1327-1334.
- Wenninger, E. J. and P. J. Landolt. 2011. Apple and sugar feeding in adult codling moths, *Cydia pomonella*: Effects on longevity, fecundity, and egg fertility. *Journal of Insect Science*. 11(161):1-11.

Wilcox, D., B. Dove, D. David and D. Greer. 2002. UTHSCSA Image Tool for Windows Versión 3.0. The University of Texas Health Science Center in San Antonio. U.S.A.

Zúñiga, A., A. Angulo, R. Rebolledo and M. E. Navarro. 2011. Comparación de estadios larvales de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera Noctuidae) mediante longitud de cápsulas cefálicas y distancia entre setas frontales. *Idesia*. 29(3): 83-86.

## CAPÍTULO 3

### PARASITOIDES ASOCIADOS A DOS ENROLLADORES DE HOJAS DE ZARZAMORA

#### 11. RESUMEN

En el presente estudio, se determinó la fluctuación poblacional de las larvas de los enrolladores de hojas de zarzamora, *Argyrotaenia montezumae* Walsingham y *Amorbia* sp. Clemens (Lepidoptera: Tortricidae) en diferentes fechas (entre el mes de agosto a noviembre de 2011) y sitios de colecta, en los municipios de Tocumbo, Peribán y Los Reyes, Michoacán. También se identificaron a los parasitoides que se asociaron a las larvas de ambas especies de tortricidos y finalmente se determinó su porcentaje de parasitismo. La fluctuación poblacional de las larvas de las dos especies de enrolladores de hojas de zarzamora fue muy similar en cada uno de los sitios muestreados, aunque siempre hubo mayor número de larvas de *Amorbia* sp., a lo largo de todo el periodo de colecta. El número de larvas de *Amorbia* sp., fluctuó entre 14 a 59 larvas durante todo el periodo de colecta, excepto el 20 de septiembre, en Huatarillo y 11 de noviembre en Santa Clara. Donde se obtuvieron 155 y 119 larvas, respectivamente. El número de larvas de *A. montezumae* fue menor a 59 durante todo el periodo de colecta, excepto el 20 de septiembre en Huatarillo donde hubo 141 larvas. De las larvas de *Amorbia* sp., se recuperaron seis especies de parasitoides del orden Hymenoptera; tres de la familia Braconidae (*Apanteles* sp., *Chelonus* sp. y *Bracon* sp.), una de la familia Eulophidae (*Colpoclypeus michoacanensis* Sánchez & Figueroa), una especie desconocida de la familia Bethyridae y un grupo de seis especies de la familia Ichneumonidae. Este grupo de parasitoides se consideró como el grupo Ichneumonidae y como una especie a la vez, debido a su dificultad para la identificación y la similitud morfológica que tienen. En *Amorbia* sp., el parasitismo total causado por estas especies de parasitoides estuvo comprendido entre 41%-79% en la mayoría de los sitios y fechas de colecta; excepto en las colectas realizadas el 10 de septiembre y 25 de octubre en Huatarillo, donde el parasitismo fue de 25% y 5%, respectivamente. De las larvas de *A. montezumae* sólo se recuperaron individuos de *Apanteles* sp., el cual causó entre 7% a 20% de parasitismo en la mayoría de las fechas y sitios de colecta, excepto los días 20 de agosto y 20 de septiembre en Huatarillo, donde el parasitismo fue menor al 5%. Como información adicional, se reporta la presencia de un hiperparasitoide (Eulophidae) de pupas del

parasitoide *Apanteles* sp., así como la presencia de *Brachymeria molesta* Burks y *Brachymeria* sp. (Chalcididae) parasitando a pupas de *Amorbia* sp.

## 12. INTRODUCCION

En Michoacán, la zarzamora (*Rubus* sp.) representa el segundo cultivo de mayor importancia, ocupa el primer lugar de la producción nacional con el 96.9% (129, 403.94 t); la mayor superficie cultivada se localiza principalmente en los municipios de Los Reyes, Peribán, Tocuambo y Ario de Rosales. (SAGARPA 2011).

Las plagas y enfermedades pueden representar uno de los principales factores que causen pérdidas económicas en la producción de zarzamora, tanto por su impacto en el rendimiento como por el costo en insumos químicos utilizados para su control. En Estados Unidos de América (EUA), se ha reportado al barrenador de la corona, *Pennisetia marginata* (Harris) (Lepidoptera: Sesiidae); escarabajo japonés, *Popillia japonica* (Newman) (Coleoptera: Scarabaeidae); enrolladores de hojas, *Argyrotaenia citrana* (Fernald) y *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae); araña roja, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) y un complejo de chinches compuesto por la chinche arlequín, *Murgantia histrionica* (Hahn) (Hemiptera: Pentatomidae) y chinche verde, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) (Ellis *et al.*, 1991).

En México existe poca información relacionada a los insectos asociados al cultivo de la zarzamora. Recientemente, se identificó al enrollador de las hojas *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae) en las zonas productoras de zarzamora (*Rubus* sp.) de Tangancícuaro, Atapan y Huatarillo, municipios de Tangancícuaro, Los Reyes y Peribán, Michoacán (López 2009; Rebollar *et al.*, 2009). En el año 2011, se colectaron larvas de enrolladores de hojas de una especie desconocida, de la familia Tortricidae, de la zarzamora en Huatarillo, municipio de Peribán, Michoacán, que presentaban el mismo hábito alimenticio que *A. montezumae*, pero con características morfológicas distintas. Esta especie desconocida se identificó como *Amorbis* sp. Clemens (A. C. Juárez, 2013; resultados presentados en el capítulo 2 de esta tesis). Las larvas de estos dos enrolladores de hojas se alimentan de las hojas tiernas y no se han encontrado alimentando de frutos.

En especies de tortricidos se ha observado una importante incidencia natural de enemigos naturales, por ejemplo, el parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), en Uruguay, donde se le ha encontrado parasitando a diferentes hospedantes, entre ellos, el enrollador de hojas *Argyrotaenia sphaleropa* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) (Basso y Pintureau, 2004).

Li *et al.* (1999) mencionaron que el tortricido *C. rosaceana* se ha encontrado asociado con hasta 14 especies diferentes de parasitoides en los cultivos de frambuesa (*R. idaeus*); de éstas seis pertenecientes a la familia Braconidae, siete a la familia Ichneumonidae y una a la familia Tachinidae.

Aunque no se ha determinado el daño económico que puedan causar estos dos especies de enrolladores de hojas en el cultivo de zarzamora, los agricultores realizan aplicaciones de insecticidas sin tener en cuenta la presencia de agentes biológicos que ayudan a regular sus poblaciones, tales como los depredadores o parasitoides, incluso la utilización del control cultural. Por ello, es necesario determinar la fluctuación poblacional de las larvas de estos insectos, identificar sus parasitoides y determinar el parasitismo causado por estos organismos. Esta información podría ayudar a diseñar alternativas de manejo ecológicamente viables para estas especies de enrolladores de hojas.

## 13. MATERIALES Y MÉTODOS

### 13.1 Colecta de larvas de los enrolladores de hojas y fluctuación poblacional

En el periodo comprendido de agosto a diciembre del 2011 se realizaron colectas periódicas de larvas de los enrolladores de las hojas *A. montezumae* y *Amorbia* sp. Las colectas fueron realizadas en cultivos de zarzamora convencionales y orgánicos de agricultores cooperantes de diversas localidades de los municipios de Tocumbo, Peribán y Los Reyes, Michoacán (Cuadro 1).

En cada localidad se eligió una superficie de 1 Ha, cuyos surcos de recorrieron en forma de zig-zag para coleccionar hojas de zarzamora enrolladas y con presencia de seda, lo que indicó la infestación con larvas de enrolladores de hojas. Después de las colectas, las hojas de zarzamora que contenían las larvas se colocaron en cajas de plástico ventiladas (26 x 19 x 5 cm) y se trasladaron al Laboratorio de Entomología Agrícola (LEA) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en Morelia, Michoacán. En el laboratorio, las larvas de ambas especies de enrolladores de hojas se separaron por especie, considerando la siguiente característica.

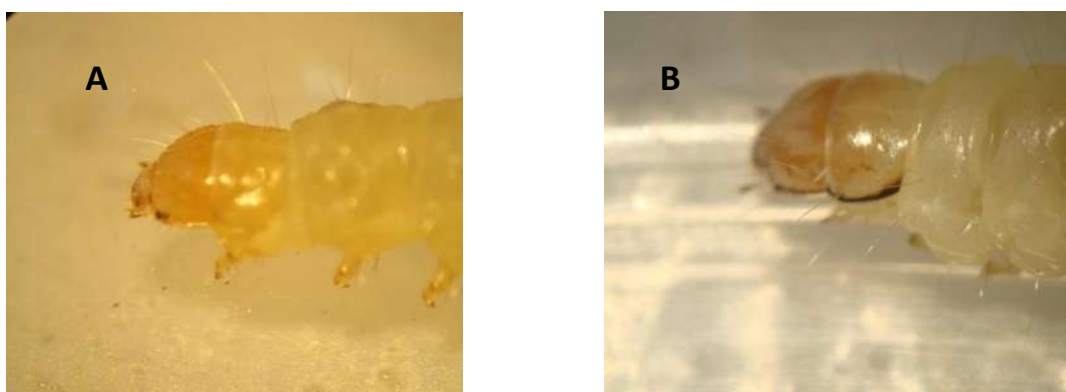
Cuadro 1. Colecta de larvas de dos especies de enrolladores de hojas en diversas localidades de los municipios de Peribán, Los Reyes y Tocumbo del estado de Michoacán durante el periodo de agosto a noviembre de 2011.

Localidad	Municipio	Coordenadas	Sistema de cultivo	Fecha de colecta (año 2011)	<i>Argyrotaenia montezumae</i> (n)	<i>Amorbía</i> sp. (n)
Huatarillo	Peribán	19° 34' 07' 'N, 102° 27' 37" W	Convencional	20 de agosto	61	47
				10 de septiembre	39	53
				20 de septiembre	141	155
				18 de octubre	8	14
				25 de octubre	9	25
Papelillo	Los Reyes	19° 34' 565" N 102° 27' 786" W	Convencional	10 de septiembre	64	43
El Guayabo	Los Reyes	19° 34' 31' 'N, 102° 27' 46" W	Convencional	25 de octubre	23	76
Santa Clara	Tocumbo	19° 36' 35' 'N, 102° 30' 02" W	Orgánico	18 de octubre	33	59
				25 de octubre	5	20
				8 de noviembre	14	119
				22 de noviembre	1	24
San Sebastián	Los Reyes	19° 32' 17' 'N, 102° 29'35" W	Orgánico	22 de noviembre	1	23

n: número de larvas colectadas



Las larvas de *Amorbia* sp., presentan lateralmente una línea oscura desde la cabeza hasta el escudo protorácico, la cual está ausente en las larvas de *A. montezumae* (Figura 1). Una vez separadas las larvas de los enrolladores de hojas por especie, éstas se individualizaron en cajas Petri (1.5 cm de altura x 9.5 cm de diámetro) que contenía una hoja de zarzamora como alimento. Para evitar la desecación, a cada hoja de zarzamora se le colocó algodón húmedo en el peciolo y el cual se reemplazó cada dos días para evitar el crecimiento de hongos. Las larvas se revisaron cada 24 horas con el objetivo de que, en caso de que estuvieran parasitadas, coleccionar los parasitoides emergidos los cuales se conservaron en alcohol al 70% hasta su identificación. Los insectos se mantuvieron en condiciones controladas de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 5\%$  de humedad relativa y un fotoperiodo de 16:8 h (Luz: Oscuridad).



**Figura 1.** Larvas de dos especies de enrolladores de hojas de zarzamora. A) Larva de *A. montezumae*. B) Larva de *Amorbia* sp., mostrando la línea lateral de color negro en la cápsula cefálica y en el escudo protorácico. Fotos inéditas de A. C. Juárez Gutiérrez.

La fluctuación poblacional se determinó para las larvas de las dos especies de enrolladores de las hojas de zarzamora colectadas en las localidades de Huatarillo y Santa Clara, municipios de Peribán y Tocumbo, respectivamente, durante todo el periodo de colecta (agosto a noviembre de 2011). Los cultivos de

zarzamora establecidos en estas localidades se llevan acabo bajo un sistema de producción convencional y orgánico, respectivamente.

### **13.2 Identificación de los parasitoides y porcentaje de parasitismo**

La identificación de los parasitoides que emergieron de las larvas colectadas en campo se realizó en el LEA-IIAF-UMSNH con ayuda de las claves de Graham (1959), Whitfield (1997), Lucchese (1941), Muesebeck (1921), Viereck (1912) y Walker (1839). Para confirmar la identificación de los parasitoides, se enviaron muestras de estos insectos al Laboratorio de Entomología al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional en Oaxaca, Oaxaca, México. Todos los adultos de los parasitoides se depositaron en la Colección de Hymenoptera Parasítica del LEA-IIAF-UMSNH. Una vez realizada la identificación de los parasitoides, se determinó el porcentaje de parasitismo causado por cada especie de parasitoide sobre cada especie de enrollador, el cual se calculó con el número total de larvas colectadas en hojas de zarzamora por sitio y fecha de colecta y el número de larvas parasitadas.

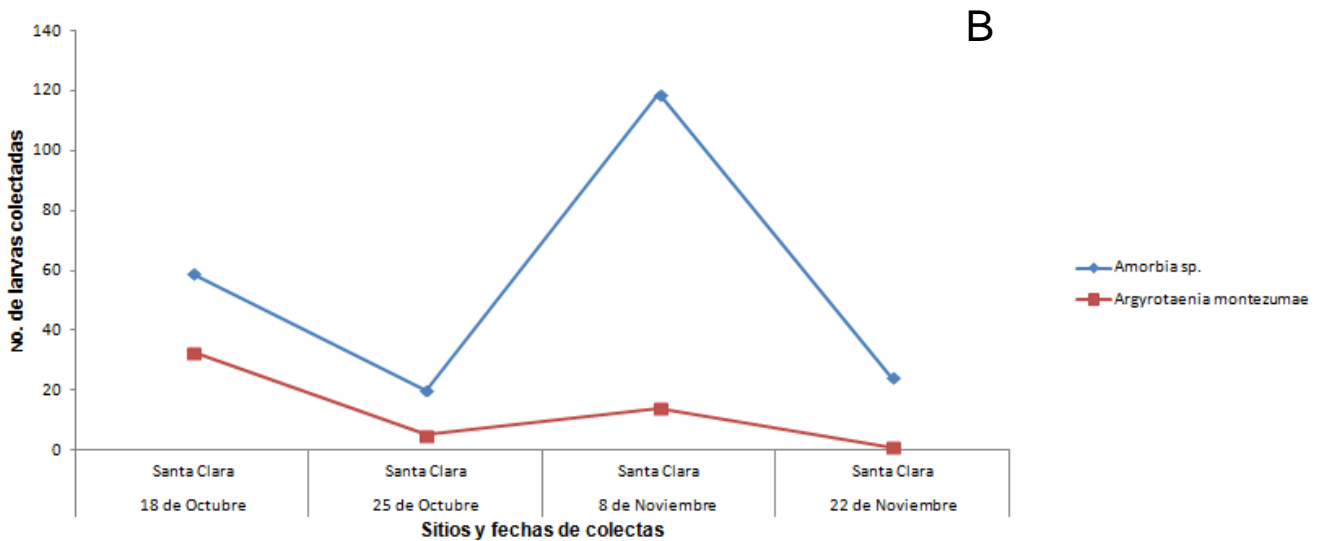
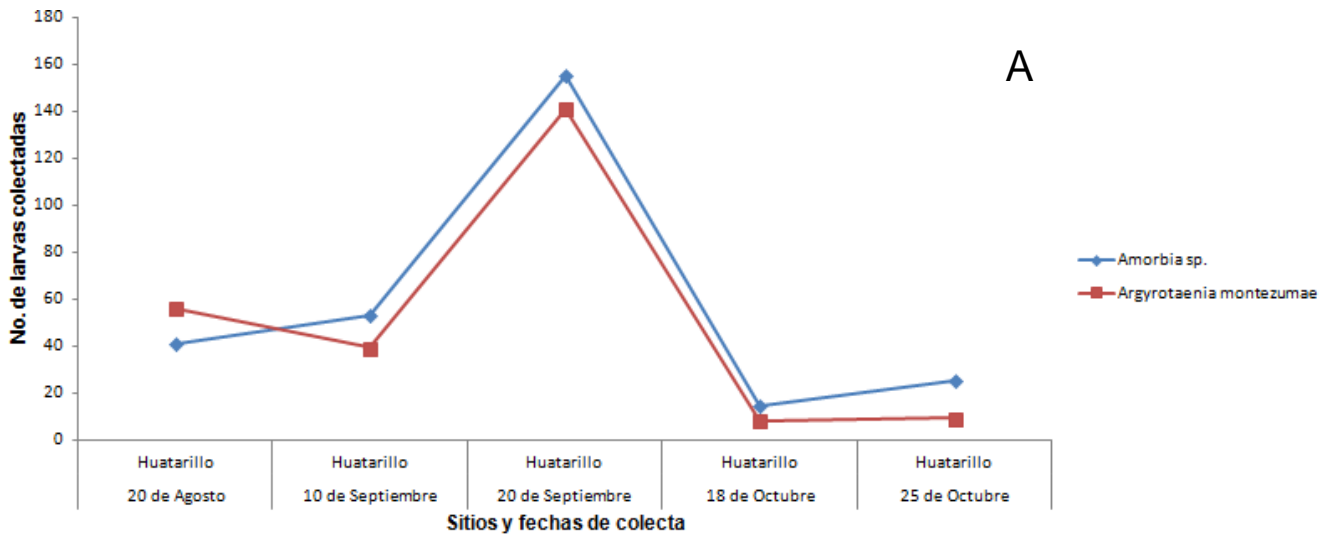
## 14. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 14.1 Fluctuación poblacional de larvas de los enrolladores de hojas, *A. montezumae* y *Amorbia* sp.

La fluctuación poblacional de las larvas de las dos especies de enrolladores de hojas, *A. montezumae* y *Amorbia* sp., fue muy similar en cada uno de los sitios muestreados, aunque siempre hubo mayor cantidad de larvas de ésta última especie a lo largo de todas las fechas de colecta. En Huatarillo, el número de larvas de ambas especies colectadas en las dos primeras fechas (20 de agosto y 10 de septiembre) fue de alrededor de 50 (Figura 2a) La más alta población de larvas se registró el día 20 de septiembre con 141 y 155 larvas para *A. montezumae* y *Amorbia* sp., respectivamente. En las dos fechas de colectas del mes de octubre, se obtuvieron menos de 10 y  $\leq 25$  larvas de *A. montezumae* y *Amorbia* sp., respectivamente.

En las colectas realizadas en el predio de Santa Clara, el número de larvas de *A. montezumae* no sobrepasó a 35 en las cuatro fechas de colecta (Figura 2b) En contraste, en el caso de *Amorbia* sp. el número de larvas estuvo comprendido entre 2 a 59, excepto en la colecta del 8 de noviembre donde se registraron 119 larvas.

En ambas localidades se encontraron presentes las dos especies de enrolladores de hojas de la zarzamora. Sin embargo, se observó que en la localidad de Huatarillo (cultivo convencional) la diferencia entre el número colectado de larvas entre una especie y otra no fue mayor a 16 larvas entre las dos especies, en cambio en la localidad de Santa Clara (cultivo orgánico), la diferencia en el número de larvas colectadas de *Amorbia* sp., fue mayor en todas las colectas en comparación con *A. montezumae*, pero se observó una diferencia de hasta 105 larvas colectadas entre una especie y otra.

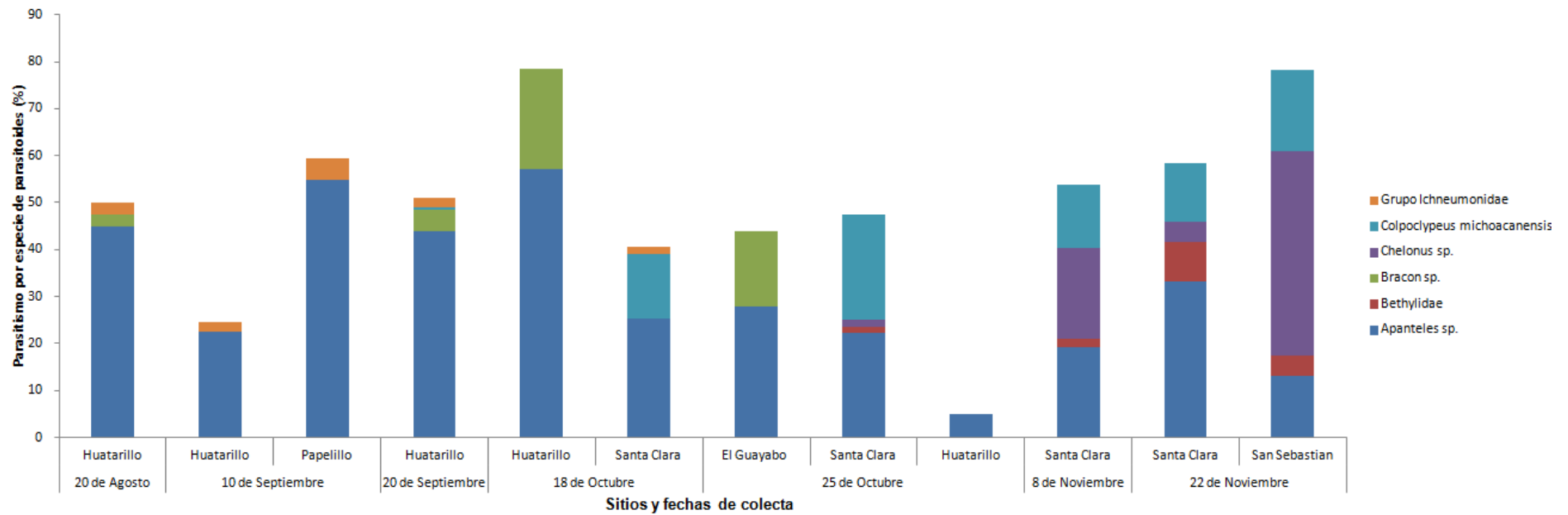


**Figura. 2** Fluctuación poblacional de los enrolladores de hojas *Amorbia* sp. y *Argyrotaenia montezumae*, en diferentes fechas de colecta; A y B en las localidades de Huatarillo y Santa Clara, municipios de Peribán y Los Reyes, respectivamente.

## 14.2 Identificación de parasitoides y porcentaje de parasitismo

En este trabajo se identificaron seis especies de parasitoides que se asociaron a las larvas de los enrolladores de hojas, *A. montezumaea* y *Amorbia* sp., colectadas durante el periodo comprendido de agosto a noviembre de 2011 en cultivos de zarzamora. Todos estos parasitoides corresponden al orden Hymenoptera y se distribuyen de la siguiente forma: tres especies de la familia Braconidae (*Apanteles* sp., *Chelonus* sp. y *Bracon* sp.), una especie de la familia Eulophidae (*Colpoclypeus michoacanensis* Sánchez & Figueroa), una especie desconocida de la familia Bethyilidae y un grupo, de al menos seis especies diferentes, pertenecientes a la familia Ichneumonidae. Sin embargo, para fines de entendimiento, en este trabajo, este último grupo de parasitoides se consideraron como el grupo Ichneumonidae y como una especie a la vez.

Las seis especies de parasitoides mencionadas anteriormente emergieron de las larvas del enrollador de las hojas, *Amorbia* sp. El parasitismo total causado por estas especies de parasitoides estuvo comprendido entre 41%-79% en la mayoría de los sitios y fechas de colecta; excepto en las colectas realizadas el 10 de septiembre y 25 de octubre en Huatarillo, donde el parasitismo fue de 25% y 5%, respectivamente (Figura 3). El parasitoide que se presentó con mayor frecuencia durante todo el periodo de colecta fue *Apanteles* sp. y causó el mayor parasitismo (13% a 57%) en la mayoría de los sitios y fechas de colecta, excepto en la colecta realizada el 25 de octubre en Huatarillo, donde se observó un 5% de parasitismo). El resto de las especies de parasitoides, no se presentaron tan frecuentemente como fue el caso de *Apanteles* sp. Por ejemplo, *C. michoacanensis* causó entre 13 % a 22% en cuatro fechas de colecta en Santa Clara (18 y 25 de octubre y 8 y 22 de noviembre) y una fecha más en San Sebastián (22 de noviembre). En la colecta realizada el 20 de septiembre en Huatarillo, este parasitoide causó menos del 1%. En el caso de *Bracon* sp. se observaron porcentajes de parasitismo de 21% y 16% en las colectas realizadas el 18 y 25 de octubre en Huatarillo y El Guayabo, respectivamente, mientras que el 20 de agosto y 20 de septiembre hubo 2.5% de parasitismo.



**Figura 3.** Porcentaje de parasitismo causado por diferentes especies de parasitoides sobre larvas del enrollador de las hojas de zaramora, *Amorbia* sp. en diferentes sitios y fechas de colecta en el periodo comprendido de agosto a noviembre de 2011.

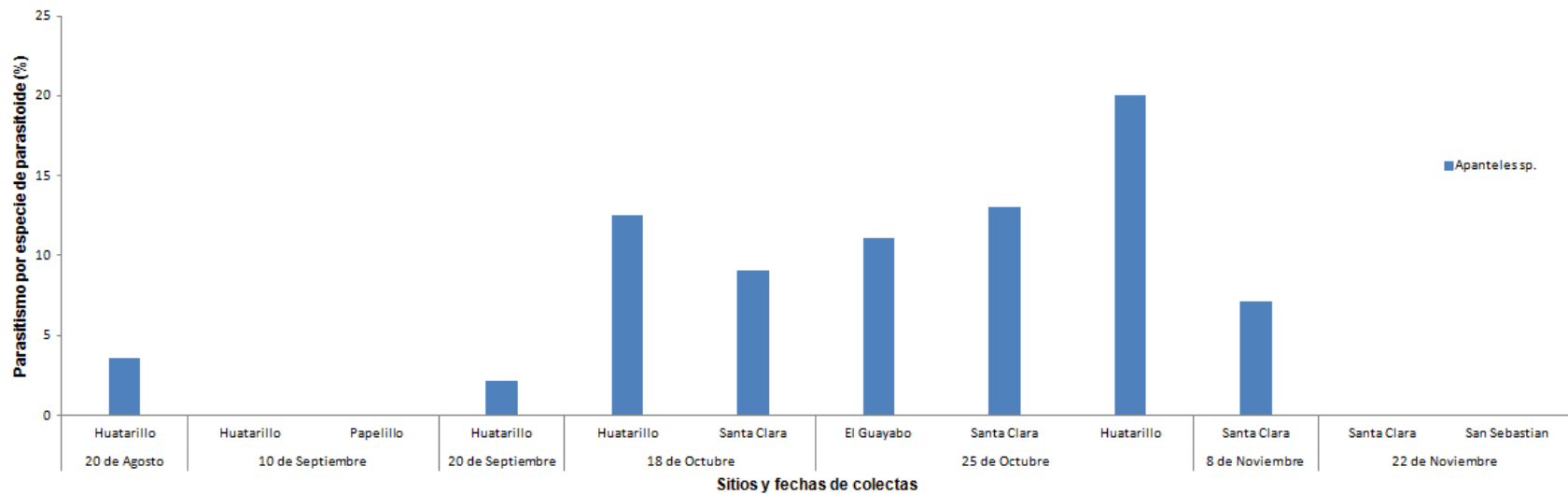
*Chelonus* sp. causó hasta 43% de parasitismo en cuatro fechas de colecta (25 de octubre, 8 y 22 de noviembre en Santa Clara y 22 de noviembre en San Sebastián). El grupo Ichneumonidae y el de la familia Bethyridae causaron entre 1% al 8% de parasitismo, pero no se observaron en todas las fechas ni sitios de colecta.

Por otra parte, de las larvas del enrollador de las hojas, *A. montezumae*, solamente existió emergencia de individuos del parasitoide *Apanteles* sp. (Figura 4). El parasitismo causado por esta especie estuvo comprendido entre 7% a 20% en la mayoría de las fechas y sitios de colecta, excepto los días 20 de agosto y 20 de septiembre en Huatarillo, donde el parasitismo fue menor al 5%.

Como información adicional, cabe mencionar que paralelamente a las colectas en campo de las larvas de ambas especies de enrolladores de las hojas, también se colectaron 34 pupas de *Apanteles* sp., en las localidades de Huatarillo (20 de agosto y 10 y 20 de septiembre) y Santa Clara (18 de octubre y 22 de noviembre). Las pupas de este parasitoide resultaron parasitadas en un 57% por un hiperparasitoide de la familia Eulophidae.

Por otro lado, también se colectaron 75 y 34 pupas de los enrolladores de hojas, *Amorbia* sp. y *A. montezumae*, respectivamente, durante todo el periodo de agosto a noviembre de 2011. De estas colectas, se obtuvieron solamente dos ejemplares de parasitoides de la familia Chalcididae. Uno de estos ejemplares corresponde a *Brachymeria molesta* Burks y *Brachymeria* sp., ambos provenientes de pupas de *Amorbia* sp. colectadas el 20 de agosto en Huatarillo y 10 de septiembre en Papelillo, respectivamente.

El género *Apanteles* Foerster 1862 comprende alrededor de 1000 especies distribuidas en América (Whitfield 1997). La mayoría de las especies de *Apanteles* son parasitoides solitarios de larvas de microlepidópteros, aunque también existen de hábitos gregarios sobre macrolepidópteros (Whitfield 1997).



**Figura 4.** Porcentaje de parasitismo causado por *Apanteles* sp. sobre larvas del enrollador de las hojas de zarzamora, *Argyrotaenia montezumae*, en diferentes sitios y fechas de colecta en el periodo comprendido de agosto a noviembre de 2011



En el continente americano Whitfield (1995) enlistó 46 especies de *Apanteles* que atacan a microlepidópteros, entre ellos *Apanteles aristoteliae* Viereck (Hymenoptera: Braconidae). En huertos de manzano, *Malus* sp., en California, EU, esta especie causó 20% y 33% de parasitismo sobre larvas de los enrolladores de hojas, *A. citrana* y *Argyrotaenia franciscana* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae), respectivamente (Kathleen *et al.*, 2004, Ambrosino *et al.*, 2007), como se observó, en las larvas de *Amorbia* sp. parasitadas por *Apanteles* sp. en la mayoría de las fechas y sitios de colecta del presente estudio. Sin embargo, en Papelillo (10 de septiembre) y Huatarillo (20 de septiembre y 18 de octubre), el parasitismo cuasado por *Apanteles* sp. estuvo comprendido entre 44% a 57% en el cultivo de zarzamora bajo un sistema de producción convencional.

Las larvas del enrollador de hojas, *A. montezumae*, resultaron parasitadas exclusivamente por *Apanteles* sp., y en general, en alrededor de 10% en la mayoría de los sitios y fechas de colecta, lo cual es similar a lo reportado (15%) por Juárez (2011) por este mismo parasitoide sobre este mismo tortricido, aunque en su trabajo el autor consideró al parasitoide como *Apanteles* cercana a *aristoteliae* por su cercanía con esta especie. El hecho de que en este trabajo, se haya encontrado a *Apanteles* sp., parasitando solamente a *A. montezumae*, hace suponer que este enrollador de hojas presenta mecanismos de defensa (físicos y fisiológicos) eficientes para evadir a las otras siete especies de parasitoides encontradas en *Amorbia* sp. ya que ambos tortricidos fueron colectados en las mismas fechas y sitios de colecta. En México, Ruíz *et al.*, (2007) observaron la presencia de *Apanteles* sp. sobre larvas del enrollador de hojas, *Apotoforma* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) en cultivos de zarzamora Rancho Las Duelas y en las instalaciones de la Unidad de Capacitación para el Desarrollo Rural (UNCADER), ambas en el municipio de Coatepec, Veracruz.

Hasta el año 2010, *Colpoclypeus florus* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) era la única especie descrita dentro de su correspondiente género. Sin embargo, en 2011 se dio a conocer la nueva especie *Colpoclypeus michoacanensis* Sánchez & Figueroa (Sánchez *et al.*, 2011). Ambas especies son ectoparasitoides gregarios de larvas de la familia Tortricidae (Brunner 1996,

Juárez 2011). En Europa, *C. florus* causa hasta un 95% de parasitismo en larvas de insectos de la familia Tortricidae, por lo tanto se ha considerado como el principal agente de control biológico en contra de estas plagas en diversos cultivos frutícolas (Evenhuis 1974; Gruys y Vaal 1984; Van Veen y Wijk 1987). En México, Barreto (2012) reportó que *C. michoacanensis* causó 23% de parasitismo cuando se contabilizó en conjunto a las dos especies de enrolladores de hojas estudiadas en el presente trabajo (*Amorbia* sp. y *A. montezumea*).

Según Shaw (1997) el género *Chelonus* se divide en los subgéneros *Microchelonus* Szépligeti y *Chelonus* Panzer, ambos de distribución cosmopolita. El género *Chelonus* es un parasitoide de huevo-larva. En el presente estudio, *Chelonus* sp. se encontró parasitando a larvas del enrollador de las hojas, *Amorbia* sp. hasta en un 43%, al menos en la colecta realizada en el cultivo de zarzamora bajo un sistema orgánico en San Sebastián el 22 de noviembre. Según Shaw (1997), únicamente *Microchelonus* ataca a especies de Tortricidae. Por ejemplo *Chelonus (Microchelonus) cephelanthi* McComb ataca a *Phalonia cephalanthana* (Heinrich), *Chelonus (Microchelonus) cnephasiae* McComb a *Cnephasia* sp., *Chelonus (Microchelonus) egregicolor* Viereck a *Carpocapsa pomonella* (*Cydia pomonella* Linnaeus), *Chelonus (Microchelonus) eucosmae* McComb a *Eucosma derelicta* (Heinrich), *Chelonus (Microchelonus) grapholithae* McComb a *Grapholita packardi* (Zeller), *Chelonus (Microchelonus) pectinophorae* Cushman a *Eucosma schistaceana* Snellen y *Grapholita glycinivorella* (Matsumura).

El género *Bracon* es de distribución cosmopolita y comprende aproximadamente 200 especies para la región neotropical (Muesebeck 1925). En California, EUA, se ha encontrado a *Bracon xanthonotus* Ashmead parasitando a larvas del enrollador de las hojas, *Amorbia cuneana* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae), (UC-IPM 2010). En Ecuador, Stansly y Sánchez (1990) reportaron la presencia del parasitoide *Bracon* sp., sobre larvas de *Cydia fabivora* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae). Por otra parte, *Bracon* sp., causó 12% y 33% de parasitismo sobre larvas de *Lobesia botrana* (Dennis and Schiffermüller) en Irán (Akbarzadeh 2012) y *Crociosema aporema* Walsingham en la provincia de

Buenos Aires, Argentina (Liljesthröm y Rojas 2005), respectivamente, como ha sido observado en el presente estudio.

De acuerdo a Finnamore y Gauld (1995) dentro de la familia Bethylidae, la subfamilia Bethylinae tiene preferencia por atacar microlepidópteros, entre ellos tortricidos. Algunas especies de betílidos que han sido recuperados de Tortricidae son *Goniozus floridanus* (Ashmead) proveniente de varias especies de *Choristoneura* Lederer (Fernández y Huber 2010), *Goniozus legneri* Gordh de *Cydia pomonella* (L.) (Garrido *et al.*, 2005, Ferrero y Laumann 2000), *Goniozus jacintae* Farrugia de *Epiphyas postvittana* (Walker) (Danthanarayana 1980), y *Goniozus* spp., de *Rhyacionia frustrana* Comstock (Ford 1986), *Choristoneura occidentalis* Freeman (Evans 1987) y *Parasierola nigrifemur* Ashmead de *Rhyacioni buoliana* (Dennis and Schiffermuller.) (Hawkins y Gordh 1986).

Como conclusión, los parasitoides encontrados en mayor proporción sobre las larvas del enrollador de las hojas, *Amorbia* sp., fueron *Apanteles* sp., *C. michoacanensis*, *Bracon* sp., y *Chelonus* sp., seguido por el grupo Ichneumonidae y la de la familia Bethylidae. Sin embargo, de las larvas del enrollador de las hojas, *A. montezumae*, sólo se recuperaron individuos del parasitoides *Apanteles* sp. En conjunto, estos parasitoides, podrían regular las poblaciones de ambos tortricidos, aunque para integrar a estos enemigos naturales a programas de manejo es necesario realizar investigaciones básicas de su comportamiento y tasa de parasitismo, así como de sus ciclos de vida y susceptibilidad a insecticidas químicos. Actualmente está en proceso la identificación de las especies desconocidas de los parasitoides encontrados en el presente estudio.

## 15. AGRADECIMIENTOS

Ana C. Juárez recibió una beca de maestría (No. 254058) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-México. Este trabajo fue financiado por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y por la Fundación Produce Michoacán, a través de los proyectos otorgados a los Drs. Samuel Pineda y Angel Rebollar, respectivamente. Se agradece a los Drs. José I. Figueroa de la Rosa, José A. Sánchez García (Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca, Oaxaca), Enrique Ruíz Cancino (Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas) y Andrey I. Khalaim (Instituto Zoológico, San Petersburgo, Rusia) por el apoyo en la identificación de los parasitoides encontrados en este trabajo.

## 16. LITERATURA CITADA

- Akbarzadeh, S. Gh. 2012. Larval parasitoids of *Lobesia botrana* (Dennis and Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Tortricidae) in Orumieh vineyards. *Agricultural and natural resources researchcenter of west Azebaijan*. Urmia, Islamic Republic of Iran. 14:267-274.
- Barreto, B. O. 2012. Parasitoides de dos enrolladores de hojas de zarzamora con énfasis en la biología de *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae) y de su parasitoide *Apanteles* cercana a *aristoteliae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae). Tesis de Maestría. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Brunner, J. F. 1996. Discovery of *Colpoclypeus florus* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) in apple orchards of Washington. *Pan-Pacific Entomologist*. 72: 5-12.
- Ellis, M. A., R. H. Converse, R. N. Williams y B. Williamson. 1991. Compendium raspberry and blackberry diseases and insects. *The American Phytopathological Society*. ST Paul, Minnesota, USA. 100 p.
- Evenhuis, H. H. 1974. *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae), an important potential parasite of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) in apple orchards. *Mededelingen van Faculteit van de Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*. 39:769-775.
- Evans, H. E. 1987. Observations on natural enemies of western spruce budworm (*Choristoneura occidentalis* Freeman) (Lepidoptera, Tortricidae) in the Rocky Mountain area. *Great Basin Naturalist*. 47(2):319-321.
- Fernández, J. L. y J. T. Huber. 2010. Braconid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of Nearctic *Choristoneura* species (Lepidoptera: Tortricidae), with a summary of other parasitoid families attacking *Choristoneura*. *Entomological Society of Canada*. 142(4): 295-343.
- Ford, L. B. 1986. The Nantucket pine tip moth. *Turrialba*. 36(2):245-248. USA

- Finnamore, A. T. y I. D. Gauld. 1995. Bethylidae. En: Hymenoptera of Costa Rica. Hanson, P. E. & Gauld, I. D. (eds). Oxford University Press. 470-479 pp.
- Garrido, S., L. Cichón, D. Fernández y C. Azevedo. 2005. Primera cita de la especie *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethylidae) en el Alto Valle de Río Negro, Patagonia Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*. 64(1-2):14-16.
- Graham, M. W. R. 1959. Keys to the British genera and species of Elachertinae, Eulophinae, Entedontinae and Euderinae (Hym., Chalcidoidea). *Transactions of the Society for British Entomology*. 13: 169-204.
- Hawkins, B. A. y G. Gordh. 1986. Bibliography of the world literature of the Bethylidae (Hymenoptera: Bethyloidea). *Insecta Mundi*. University of Nebraska – Lincoln. 1(4):24. USA.
- Juárez, G. A. C. 2011. Estudios preliminares del establecimiento de la cría y ciclo de vida del enrollador de las hojas, *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, Mexico. 45 pp.
- López, C. I. 2009. Identificación, dinámica poblacional y parasitoides de dos lepidópteros plaga de zarzamora, *Rubus fruticosus* L., en tres regiones productoras del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 61 pp.
- Liljeström, G. y G. F. Rojas. 2005. Parasitismo larval de *Crociosema* (= *Epinotia*) *aporema* (Lepidoptera: Tortricidae) en el noreste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Sociedad Entomológica Argentina*. 64(1-2): 37-44.

- Lucchese, E. 1941. Contributi alla conoscenza Lepidotteri del melo III. *Acroclita naevana* Hb. *Bolletine del R. Laboratorio di Entomologia Agraria di Portici*. 5: 1-60.
- Muesebeck, C. F. W. 1921. A review of the North American species of Ichneumonflies belonging to the genus *Apanteles*. *Proceedings of the United States National Museum*. 58: 483-576.
- Muesebeck, C. F. W. 1925. A revision of the parasitic wasps of the genus *Microbracon* occurring in America north of Mexico. *Proc U S Natl Mus* 67(8(2580)): 1-85
- Rebollar, A. A., I. López, A. M. Martínez, J. I. Figueroa, M. I. Schneider y S. Pineda. 2009. Identificación, dinámica poblacional y parasitoides del enrollador de las hojas, *Argyrotaenia montezumae* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae) en cultivos de zarzamora en Michoacán, México. *VI Congreso Nacional de Entomología Aplicada*. Mallorca, España. p. 44
- Ruíz, C. M., J. I. Figueroa y A. J. Tadeuzs. 2007. Agentes de control biológico de *Apotoforma* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) plaga de zarzamora (*Rubus* sp.) en Coatepec, Veracruz. *XXX Congreso Nacional de Control Biológico. Simposio del IOBC*. Mérida, Yucatán. 336-339 p.
- Sánchez, G. J. A., S. Pineda, A. M. Martínez, A. Rebollar-Alviter, A. C. Juárez-Gutiérrez, I. López Cruz, y J. I. Figueroa. 2011. A new species of *Colpoclypeus* Lucchese (Hymenoptera: Eulophidae) from Mexico. *Zootaxa* 2830: 64-68.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&layout=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&layout=351) (Accesada el 21 de febrero 2013)
- Shaw, S. R. 1997. Subfamily Cheloninae. In: Wharton R. A. Marsh P. M. and Sharkey M.J. (eds.). *Manual of the New World genera of the family*

Braconidae (Hymenoptera), Washington: International Society of Hymenopterists, 1: 439 pp.

Stansly, P. A. y W. Sánchez. 1990. Biology and oviposition behavior of *Cydia fabivora* (Lepidoptera: Tortricidae) in soybean on Ecuador's coastal plain. *Florida Entomological Society*. 73(2) :219-225.

UC-IPM. 2010. Pest Management Guidelines: Avocado. University of California Agriculture and Natural Resources. UC Statewide Integrated Pest Management Program.  
<http://www.californiaavocado.com/assets/Uploads/Growers-Site/IndustryIssuesAndNews/Pests-and-Diseases/UC-IPM-Pest-Management-Guidelines-for-Avocados.pdf> (Accesada en Diciembre 2012)

Van Veen, J.C. y M. L. E. Wijk. 1987. Parasitization strategy in the non-paralyzing ectoparasitoid *Colpoclypeus florus* (Hym., Eulophidae) towards its common summer host *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Applied Entomology*, 104: 402-417.

Viereck, H. L. 1912. Contributions to our knowledge of bees and ichneumon-flies, including the descriptions of twenty-one new genera and fifty-seven new species of ichneumon-flies. Proceedings of the United States National Museum. 42: 613-648.

Walker, F. 1839. Monographia Chalciditum. Balliere, London. Vol. 1:127.

Whitfield, J. B. 1997. Annotated checklist of the Microgastrinae of north America North of Mexico (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 68: 245-262.

Whitfield, J.B. 1995. Annotated checklist of the Microgastrinae of north America North of Mexico (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68(3):245-262.