

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

BIOECOLOGÍA DEL PICUDO DE LAS ANONÁCEAS (*Optatus palmaris* PASCOE)
EN EL CULTIVO DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)

PRESENTA:

ERASMO MALDONADO JIMÉNEZ

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en
Ciencias Biológico Agropecuarias en el área de Ciencias Agrícolas

Xalisco, Nayarit, México. Marzo de 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERA
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/073/13

Xalisco, Nayarit; 20 de marzo de 2013

Ing. Alfredo González Jáuregui
Director de Administración Escolar
P r e s e n t e .

Con base al oficio de fecha 15 de marzo de 2013, enviado por los CC. Dr. Luis Martín Hernández Fuentes, Dr. Gregorio Luna Esquivel, Dr. José Roberto Gómez Aguilar y Dr. Ricardo Javier Flores Canales, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se autoriza al C. Erasmo Maldonado Jiménez, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A t e n t a m e n t e

"Por lo Nuestro a lo Universitario"



Dr. J. Diego Garcia Paredes
Coordinador del Posgrado

C c p. -Expediente.

JGGPret.

Xalisco, Nayarit, México. 15 de marzo de 2013.

Dr. Juan Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado CBAP
P r e s e n t e

Los que suscribimos, integrantes del Consejo Tutorial del C. Erasmo Maldonado Jiménez, declaramos que hemos revisado la tesis titulada "BIOECOLOGÍA DEL PICUDO DE LAS ANONÁCEAS (*Optatus palmaris* Pascoe) EN EL CULTIVO DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)" y determinamos que la tesis puede ser presentada por el alumno para aspirar al grado de Maestro en Ciencias Biológico Agropecuarias, con opción terminal en Ciencias Agrícolas.

ATENTAMENTE
EL CONSEJO TUTORIAL

Director



Dr. Luis Martín Hernández Fuentes

Co-Director



Dr. Gregorio Luna Esquivel

Asesor



Dr. José Roberto Gómez Aguilar

Asesor



Dr. Ricardo Javier Flores Canales

RESUMEN

El ciclo biológico de *Optatus palmaris* en *Annona muricata* se determinó en el laboratorio de Entomología Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Santiago Ixcuintla en Nayarit, México. Las observaciones se hicieron del 24 de agosto de 2011 al 09 de julio de 2012. El número de instares se determinó en el laboratorio de morfología de insectos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se utilizó la técnica de morfometría de cápsula cefálica. Los hábitos y fluctuación de huevos, larvas y adultos se determinaron en campo. La fluctuación poblacional se estudió en Altavista, El Tonino y El Divisadero del municipio de Compostela, Nayarit, México. Se hicieron muestreos cada 15 días (d) y se observaron cinco árboles/sitio, del 15 de octubre de 2011 al 13 de octubre de 2012. *O. palmaris* completó su ciclo biológico en 216.02 ± 28.73 d, el huevo duró 5.36 ± 0.69 d, la larva 73.53 ± 2.9 d presentando cuatro instares, la pupa 25.13 ± 1.63 d y los adultos 112 ± 23.51 d. Los adultos inician la actividad a las 8:30 h y finalizan a las 23:00 h tiempo del pacífico, como actividades principales se observaron la oviposición, copulación y alimentación en frutos próximos a madurez fisiológica, en los cuales causan los mayores daños. El mayor número de adultos se observó en El Tonino y Altavista con 0.269 y 0.172 insectos por fruto, respectivamente; en El Divisadero no se observó a *O. palmaris* en ninguna de sus etapas biológicas. En El Tonino el mayor número fue 1.39 huevos por cm^2 en noviembre, 9.77 larvas por fruto en septiembre y 7.14 adultos por fruto en septiembre, nula existencia de enero a junio. En Altavista el mayor número fue 1.24 huevos por cm^2 en julio, nula existencia en diciembre, abril, mayo y junio; 3.76 larvas por fruto en septiembre y octubre, nula presencia en diciembre, febrero y junio; 0.75 adultos por fruto en octubre, nula existencia en diciembre, marzo, abril y junio. El mayor porcentaje de frutos daños por el adulto de *O. palmaris* se presentó en Altavista y El Tonino con 79.3 % en octubre y 68.75 % en septiembre, respectivamente. El mayor porcentaje de daño en los frutos fue de 38.5 % en Altavista y de 98.75 % en El Tonino.

DEDICATORIA

A mi esposa Nadia A. Peña Castellón y nuestra hija Miriam Guadalupe Maldonado Peña, por todo el tiempo que sacrificaron y por el apoyo incondicional, por la confianza, comprensión, amor y ratos de alegría que pasamos, muchas gracias.

A mis padres Marlene Jiménez Tepate y Miguel Ángel Maldonado Pérez, por la vida que me dieron y el apoyo que recibo de ellos incondicionalmente, así como todos sus consejos para ser cada día mejor como ser humano, esos valores que me han enseñado y por ser un ejemplo de perseverancia y constancia para salir adelante, pero más que nada, por todo el amor brindado.

A mis hermanos (as) Martha, Antonia, Lázaro, Jorge y Sara, por ser los mejores amigos, por la amistad, cariño, comprensión y atención. También por ser las personas con las que puedo contar en los momentos difíciles.

A mis suegros Arcadia Castellón Topete y Héctor Manuel Peña Méndez, por darnos un poco de su valioso tiempo al cuidar a mi hija.

A todos aquellos familiares, amigos y compañeros que de una u otra manera colaboraron para que concluyera esta etapa de mi vida.

A todos los que hicieron posible que pudiera escribir estas líneas, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado para realizar los estudios de maestría.

Al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias (CBAP) y a la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, al igual que a todos los maestros que participaron en mi formación durante mi estancia en este plantel.

Dr. Luis Martín Hernández Fuentes, por su amistad, confianza, paciencia, consejos, por todo el tiempo que me brindó y por sus observaciones precisas realizadas en el trabajo.

Dr. Gregorio Luna Esquivel, por haber aceptado ser mi asesor, maestro, así como sus consejos, amistad, confianza, paciencia, por todo el tiempo dedicado y por las observaciones precisas realizadas al escrito.

Dr. José Roberto Gómez Aguilar, por el apoyo, amistad y observaciones.

Dr. Ricardo Javier Flores Canales, por su amistad, consejos y sus observaciones.

M.C. Jorge Valdez Carrasco, por aceptarme en realizar la estancia en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México, por todo el apoyo, confianza y amistad.

A los que trabajan en el Laboratorio de Entomología Agrícola del INIFAP, Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit, que colaboraron en el presente trabajo.

A todos los productores de guanábana que cooperaron directa e indirectamente en la realización del estudio.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE DE CUADROS | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos particulares..... | 3 |
| III. HIPÓTESIS | 4 |
| IV. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| 4.1 Barrenador de las semillas (<i>Bephratelloides cubensis</i> Ashmead) (Hymenoptera: Eurytomidae)..... | 5 |
| 4.1.1 Importancia | 5 |
| 4.1.2 Biología | 5 |
| 4.1.3 Daños | 6 |
| 4.1.4 Control | 6 |
| 4.2 Cochinilla rosada (<i>Maconellicoccus hirsutus</i> Green) (Hemiptera: Pseudococcidae)..... | 7 |
| 4.2.1 Importancia | 7 |
| 4.2.2 Biología..... | 7 |
| 4.2.3 Daños | 8 |
| 4.2.4 Control | 9 |
| 4.3 Palomilla barrenadora (<i>Cerconota anonella</i> Sepp.) (Lepidoptera: Oecophoridae)..... | 10 |
| 4.3.1 Importancia..... | 10 |
| 4.3.2 Biología..... | 10 |
| 4.3.3 Daños | 10 |
| 4.3.4 Control | 11 |
| 4.4 Picudo de las anonáceas (<i>Optatus palmaris</i> Pascoe) (Coleoptera: Curculionidae)..... | 11 |
| 4.4.1 Importancia | 11 |
| 4.4.2 Características morfológicas del órgano genital del macho de <i>O. palmaris</i> | 12 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.4.3 | Biología | 13 |
| 4.4.4 | Hábitos alimentarios del picudo y daños en frutos de <i>Annona cherimola</i> Mill | 14 |
| 4.4.5 | Control de <i>Optatus palmaris</i> en <i>A. cherimola</i> | 15 |
| V. | MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| 5.1 | Ciclo biológico de <i>O. palmaris</i> en guanábana (<i>A. muricata</i>) | 16 |
| 5.1.1 | Recolecta de adultos de <i>O. palmaris</i> | 16 |
| 5.1.2 | Oviposición y extracción de huevos | 16 |
| 5.1.3 | Cria de larvas | 17 |
| 5.1.4 | Número de instares | 17 |
| 5.1.5 | Condiciones de las pupas | 18 |
| 5.1.6 | Condiciones de los adultos | 18 |
| 5.2 | Hábitos de los adultos de <i>O. palmaris</i> en <i>A. muricata</i> | 19 |
| 5.3 | Fluctuación poblacional de <i>O. palmaris</i> en <i>A. muricata</i> | 19 |
| VI. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 21 |
| 6.1 | Ciclo biológico de <i>O. palmaris</i> en <i>A. muricata</i> | 21 |
| 6.1.1 | Huevo | 21 |
| 6.1.2 | Larva | 22 |
| 6.1.3 | Número de instares | 24 |
| 6.1.4 | Pupa | 26 |
| 6.1.5 | Adulto | 27 |
| 6.2 | Hábitos de los adultos de <i>O. palmaris</i> en <i>A. muricata</i> | 30 |
| 6.2.1 | Refugio y alimento de los adultos | 31 |
| 6.2.2 | Oviposición de <i>O. palmaris</i> en frutos de guanábana | 34 |
| 6.2.3 | Hábitos de la larva de <i>O. palmaris</i> | 34 |
| 6.3 | Fluctuación poblacional de <i>O. palmaris</i> en <i>A. muricata</i> | 35 |
| 6.3.1 | Daños de adultos de <i>O. palmaris</i> en frutos de guanábana | 42 |
| VII. | CONCLUSIONES | 45 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 47 |
| | LITERATURA CITADA | 48 |
| | APÉNDICE | 54 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Frecuencia absoluta de las medidas del ancho de la cápsula cefálica de larvas de <i>O. palmaris</i> | 24 |
| Cuadro 2. Porcentaje de frutos dañados en Altavista por adultos de <i>O. palmaris</i> ... | 43 |
| Cuadro 3. Porcentaje de frutos dañados en El Tonino por adultos de <i>O. palmaris</i> ... | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Tamaño (A), forma y color del huevo de <i>O. palmaris</i> (B) | 22 |
| Figura 2. Eclosión del huevo de <i>O. palmaris</i> | 22 |
| Figura 3. Larva de <i>O. palmaris</i> completamente desarrollada | 23 |
| Figura 4. Ancho de la cápsula cefálica de larvas de <i>O. palmaris</i> | 24 |
| Figura 5. Frecuencia absoluta de las medidas de la cápsula cefálica de larvas de <i>O. palmaris</i> | 26 |
| Figura 6. Pupa de <i>O. palmaris</i> | 27 |
| Figura 7. Forma del cuerpo y color de las escamas en vista dorsal del adulto de <i>O. palmaris</i> | 28 |
| Figura 8. Escamas naranjas y manchas negras del tórax en vista lateral del adulto de <i>O. palmaris</i> | 28 |
| Figura 9. Rostro de <i>O. palmaris</i> de hembra y macho | 29 |
| Figura 10. Patas anteriores de hembra y macho de <i>O. palmaris</i> | 29 |
| Figura 11. Adulto de <i>O. palmaris</i> en el follaje (A) y flor (B) de guanábana | 32 |
| Figura 12. Daños causados por adultos de <i>O. palmaris</i> en flor de guanábana | 32 |
| Figura 13. Hábitos gregarios del adulto de <i>O. palmaris</i> para alimentarse, copular y ovipositar | 32 |
| Figura 14. Daños ocasionados por adultos de <i>O. palmaris</i> , muerte de tejido externo (A), una especie de cráter o cámara (B) y orificios circulares en los frutos (C) | 33 |
| Figura 15. Larva de <i>O. palmaris</i> alimentándose del interior de la semilla | 33 |
| Figura 16. Pupa de <i>O. palmaris</i> en el sustrato recién emergida | 35 |
| Figura 17. Incidencia de adultos de <i>O. palmaris</i> en frutos de guanábana en los diferentes sitios de muestreo | 36 |
| Figura 18. Incidencia de larvas de <i>O. palmaris</i> en frutos de guanábana en los diferentes sitios de muestreo | 37 |
| Figura 19. Número de huevos de <i>O. palmaris</i> por cm ² de área dañada | 37 |
| Figura 20. Incidencia de adultos de <i>O. palmaris</i> en follaje, flor y fruto de guanábana en Altavista | 38 |
| Figura 21. Número de larvas de <i>O. palmaris</i> por fruto de guanábana en Altavista ... | 39 |

| | |
|---|----|
| Figura 22. Número de huevos de <i>O. palmaris</i> por cm ² de área dañada en frutos de Altavista..... | 39 |
| Figura 23. Incidencia de adultos de <i>O. palmaris</i> en follaje, flor y fruto de guanábana en El Tonino..... | 40 |
| Figura 24. Número de larvas de <i>O. palmaris</i> por fruto de guanábana en El Tonino . | 40 |
| Figura 25. Número de huevos de <i>O. palmaris</i> por cm ² de área dañada en frutos de El Tonino | 41 |
| Figura 26. Recipiente con tapa modificada (A) para recolectar adultos de <i>O. palmaris</i> en su interior con trozos de fruta y follaje de guanábana (B) | 54 |
| Figura 27. Jaula entomológica (A), con frutos, follaje de guanábana y adultos de <i>O. palmaris</i> en su interior (B)..... | 54 |
| Figura 28. Trozos de frutos de guanábana donde se colocó el huevo (A) y larva de <i>O. palmaris</i> (B)..... | 54 |
| Figura 29. Larva con trozo de fruta de guanábana y sustrato en el interior de un vaso (A) y colocados en la cámara de cría (B)..... | 55 |
| Figura 30. Pupa en el sustrato (A) y recipiente donde se colocó al adulto de <i>O. palmaris</i> (B)..... | 55 |

I. INTRODUCCIÓN

La Guanábana (*Annona muricata* L.) es originaria de las regiones tropicales de Sudamérica, en la cuenca amazónica en Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Surinam y Guayana; se le encuentra distribuida tanto en forma silvestre como cultivada en diversos países del mundo (Chicaiza *et al.*, 2003; Kondo, 2009).

Dentro de los países que la cultivan, se encuentra México, con una superficie establecida de 2,400.55 hectáreas distribuidas en Nayarit 1,631.85, Guerrero 192.00, Colima 214.70, Michoacán 156.00, Tabasco 44.00, Morelos 38.00, Yucatán 24.50, Campeche 14.5, Jalisco 12.00, Veracruz 27.00 y Puebla 46.00; a nivel nacional se obtiene un rendimiento promedio de 8.59 t ha⁻¹, tiene el primer lugar Morelos con 12.73 t ha⁻¹, seguido de Colima 10.57 t ha⁻¹, Nayarit 9.22 t ha⁻¹, Tabasco 7.48 t ha⁻¹, Yucatán 7.29 t ha⁻¹, Guerrero 5.78 t ha⁻¹, Michoacán 5.77 t ha⁻¹, Campeche 5.01 t ha⁻¹, Veracruz 4.48 t ha⁻¹, Jalisco 4.06 t ha⁻¹, Puebla 2.40 t ha⁻¹ (SIAP, 2011).

El cultivo de guanábano presenta diversos problemas, entre ellos destaca el aspecto fitosanitario. En este sentido, se reportan 296 especies asociadas con *Annona* en el Neotrópico, de las cuales, el género *Bephratelloides* (Hymenoptera: Eurytomidae) y la especie *Cerconota anonella* (Sepp) (Lepidoptera: Oecophoridae) sobresalen como las plagas más importantes (Peña y Bennett, 1995). En las regiones donde se cultiva guanábano, se han reportado 30 especies aproximadamente, clasificadas en orden Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Hemiptera entre otros (Coto y Saunders, 2001; Hernández *et al.*, 2007; IIFT, 2011).

En México, se ha reportado la asociación de insectos en el cultivo de la guanábano, entre ellos se encuentra *Bephratelloides cubensis* Ashmead, *Cerconota anonella* Sepp, *Planococcus citri* Risso, *Maconellicoccus hirsutus* Green, *Corythuca gossypii* Fabricius, *Tecla ortygnus* Cramer, *Chrysobotris* sp. Eschscholtz, *Gonodonta pyrgo* Cramer, *Papilio cresphontes* Cramer, *Aphis gossypii* Glover, *Toxoptera aurantii* Fonscolombe, *Saisettia* sp. Walker, *Cratosomus* sp. Guerin, *Membrasis mexicana*

Guerrin, *Optatus palmaris* Pascoe y *Leptoglossus* sp. Guerin (Hernández et al., 2007). En la mayoría de los casos no se han determinado los daños que ocasionan al cultivo de guanábana.

El picudo de las anonáceas (PA) *Optatus palmaris* Pascoe se le observó por primera vez atacando frutos de guanábana en el 2006 en Las Varas, municipio de Compostela, Nayarit, México y fue publicado por Castañeda et al. (2009). El género *Optatus* es considerado la segunda plaga más importante en el cultivo de *Annona cherimola* Mill, después de *Bephratelloides cubensis* (Corrales, 1995b). Sin embargo, hasta el momento no se ha estudiado por completo su ciclo biológico, hábitos y fluctuación poblacional en el cultivo de guanábana, lo que imposibilita su manejo y control. Esto ha originado que el control empleado en su contra sea en gran parte empírico, por lo tanto es importante generar información básica que permita la evaluación e integración de alternativas de manejo de plagas y enfermedades, considerando las condiciones agroecológicas de cada región (Hernández et al., 2007); ante la problemática existente, no se puede proponer un manejo racional del PA sin conocer su biología, hábitos y fluctuación poblacional. Al respecto, es necesario realizar estudios bioecológicos que sirvan para poder evaluar y proponer alternativas de un manejo racional, el término bioecología se refiere a la relación del ciclo de vida con el ambiente. Contemplando características morfológicas de la especie, hábitos, capacidad de adaptabilidad, rango de hospederos, periodo en que se presenta, potencial reproductivo y presencia de enemigos naturales (García et al., 2006); por todo lo anterior la presente investigación se desarrolló mediante los objetivos siguientes.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar el ciclo de vida, hábitos y fluctuación poblacional del picudo de las anonáceas (*Optatus palmaris* Pascoe) en el cultivo de Guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona productora del municipio de Compostela, Nayarit.

2.2 Objetivos particulares

- 1 - Determinar el ciclo de vida en condiciones de laboratorio y hábitos de *O. palmaris* en el cultivo de Guanábana.
- 2.- Determinar la fluctuación poblacional de *O. palmaris* durante las diferentes etapas fenológica del cultivo de Guanábana en la zona productora del municipio de Compostela, Nayarit.

III. HIPÓTESIS

El ciclo de vida de *O. palmaris* ocurre sólo en los frutos en cualquier etapa de desarrollo, por lo que este órgano de la planta es el único que presenta daños.

La fluctuación poblacional de *O. palmaris* depende del sitio y fecha de muestreo en el cultivo de guanábana en la zona productora del municipio de Compostela, Nayant.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Principales insectos plaga asociados al cultivo de guanábana

4.1 Barrenador de las semillas (*Bephratelloides cubensis* Ashmead) (Hymenoptera: Eurytomidae)

4.1.1 Importancia

El Barrenador de las semillas (*Bephratelloides cubensis* Ashmead), se encuentra reportado en los Estados Unidos de América, El Caribe, América Central y Norte de América del Sur (Peña y Bennett, 1995). En México, *B. cubensis* ataca *Annona reticulata* L., *Annona squamosa* L., *Annona diversifolia* Saff y *A. muricata* en los estados de Nayarit, Tabasco, Guerrero, Morelos, Puebla, Veracruz y Yucatán; se encuentra en las cuatro estaciones del año y distribuido en altitudes de 0 a 1,254 m; en el estado de Nayarit, los adultos se localizan de marzo a octubre; en Tabasco, en julio, mientras que en Morelos, Puebla, Guerrero, Veracruz y Yucatán, en febrero y marzo en *A. reticulata* (Castañeda *et al.*, 2010). En México, *B. cubensis* puede causar pérdidas en la producción de hasta 25 %, atacar al 60 % de frutos e infestar de 5 a 50 semillas (Evangelista *et al.*, 1997; Vidal y Nieto, 1997).

4.1.2 Biología

El huevo en frutos de guanábana dura de 12 a 24 d en condiciones de campo; las larvas presentan un periodo de 23 a 50 d y pasan por cinco instares; el estado de pupa lo pasa dentro de la semilla de guanábana y tarda de 13 a 34 d, las pupas hembras tienen el abdomen grande y el ápice constreñido; el caso de los machos presentan el abdomen corto y redondeado (Hernández *et al.*, 2010). Las hembras son relativamente más longevas que los machos, teniendo 22 y 15 d, respectivamente (Hernández *et al.*, 2010). No obstante, el ciclo de vida fluctúa de 69 a 122 d con temperatura y humedad relativa de 27 °C y 59.5 %, respectivamente (Hernández *et al.*, 2010). En general, los machos emergen antes que las hembras y

ocurre durante julio y agosto en frutas de *A. squamosa*; en septiembre en *A. diversifolia* con proporción 1:1 de macho a hembra (Castañeda *et al.*, 2010).

4.1.3 Daños

Las larvas se desarrollan de manera individual en una sola semilla, se alimentan del endospermo hasta destruirlo completamente (Hernández *et al.*, 2010). Los adultos al emerger elaboran un canal de salida en la pulpa que sirve como punto de entrada para otros insectos y microorganismos patógenos que provoca su pudrición; en frutos tiernos los túneles endurecen la cáscara circundante al sitio de salida quedando una cicatriz permanente (Coto y Saunders, 2001; Castañeda *et al.*, 2010). Los daños iniciales son difíciles de detectar porque la larva se desarrolla dentro de la semilla, los orificios que se aprecian en la parte externa del fruto son indicadores de que los adultos han emergido y quizás estén iniciando un nuevo proceso de infestación en otros frutos (Coto y Saunders, 2001). Este insecto llega a presentar una incidencia en *Annona* spp. de 30 a 40 % (Castañeda *et al.*, 2010). Además, el daño de *B. cubensis* puede duplicar la incidencia de la enfermedad conocida como antracnosis en los frutos (Peña *et al.*, 1984).

4.1.4 Control

Utilizar selecciones que ayuden a tener menos incidencia del insecto, por ejemplo en Puerto Rico la selección IV-16 muestra de 4.78 a 9.93 agujeros por fruta, una menor severidad de *B. cubensis* en relación al número de orificios por fruto (Cabrera y Martínez, 2001). Otras de las alternativas es cubrir los frutos de un diámetro máximo de 2.5 mm con bolsas amarillas de polietileno, sin embargo esta actividad puede disminuir el peso del fruto (Villalobos y Corrales, 1995).

En México se ha evaluado la tela de organza con 57.66 perforaciones por cm² cubriendo los frutos durante 49 d, iniciando cuando tengan un diámetro de 2 a 3 cm, en esta práctica se ha obtenido más del 95 % de control (Hernández *et al.*, 2008). También se han aplicado insecticidas, de los cuales, los que ejercen mejor control es

el dimetoato y la cipermetrina utilizando 40 g de ingrediente activo en 100 L de agua en ambos casos, realizando dos aplicaciones cada 15 d cuando los frutos presentan un diámetro de 2 a 3 cm, ejerciendo un control de 88 % y 94 %, respectivamente (Hernández *et al.*, 2008).

En Brasil se recomienda cubrir los frutos de 4 a 6 cm de longitud, con bolsas de plástico (comunes o perforadas) de 46 cm de longitud por 28 cm de ancho, en conjunto con la limpieza del huerto que consiste en recolectar la fruta y destruirla por completo (Broglio *et al.*, 2001).

4.2 Cochinilla rosada (*Maconellicoccus hirsutus* Green) (Hemiptera: Pseudococcidae)

4.2.1 Importancia

La cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green), es originaria de la India y de allí se ha distribuido por todo el trópico del mundo; es un insecto polífago de gran importancia económica no sólo por el daño directo que causa a las plantas cultivadas sino también por su importancia cuarentenaria y por los problemas que esto acarrea a las exportaciones y comercio de productos agrícolas perecederos; además, las familias de plantas preferidas son las malváceas, leguminosas y las moráceas (Cermeli *et al.*, 2002). El hábito polífago del insecto, sumado a su alta capacidad reproductiva, refugio en rajaduras, grietas, unión de las ramas y cuerpo protegido por una gran cantidad de secreciones cerosas, hace que el control químico no sea eficiente y surge la necesidad de aplicar los insecticidas en intervalos cortos (Cermeli *et al.*, 2002; Marcano *et al.*, 2006).

4.2.2 Biología

El desarrollo más rápido de *M. hirsutus*, se completa en aproximadamente 29 d a 27 °C (Chong *et al.*, 2008). Pero en un estudio de laboratorio realizado por Sahito *et al.* (2012), observaron a 25±2 °C que el macho completa su ciclo en 33.2±2.89 d y las

hembras en 47.7 ± 2.55 d, quedando distribuido de la siguiente manera: los huevos eclosionan de 30 a 40 h, el primer instar 3.9 ± 0.38 d, el segundo instar 9.3 ± 1.3 d, el tercer instar 13.4 ± 1.68 d y el cuarto instar (pupa sólo en los machos) 4.1 ± 0.03 d, y presentan un período de copulación de 12.1 ± 1.83 d; además, las hembras pueden reproducirse tanto sexual como asexualmente, emergiendo un número mayor de hembras que machos.

Las hembras vírgenes atraen a los machos hasta una distancia de 50 m, esta atracción de las hembras sobre los machos sugiere la existencia de una feromona sexual (Serrano *et al.*, 2001). Las hembras vírgenes no se reproducen partenogenéticamente (Chong *et al.*, 2008).

4.2.3 Daños

La cochinilla rosada ataca brotes jóvenes, flores y frutos; tanto ninfas como hembras adultas causan daño directo por succionar la savia del floema de la planta, al mismo tiempo inyectan a la planta toxinas que causan crecimientos anormales como distorsión y arrugado de hojas, siendo este usualmente los primeros síntomas; si continúa alimentándose causa retraso en el crecimiento, acortamiento de entrenudos, deformación de hojas y engrosamiento de puntos de crecimiento (deformaciones en las yemas terminales y axilares); cuando es una severa infestación provoca la muerte de la planta, incluyendo árboles adultos; otra parte de la planta que ataca son las flores provoca su caída lo que trae como consecuencia una disminución en la producción; los frutos también son atacados, dando como resultado una reducción en el crecimiento (frutos pequeños) y deformes, lo cual afecta el rendimiento y calidad comercial; otros de los daños indirectos del insecto es la producción de gran cantidad de mielecilla que provoca el crecimiento de fumagina en las hojas, la cual reduce la capacidad fotosintética de la planta (Kairo *et al.*, 2000; Cermeli *et al.*, 2002).

4.2.4 Control

En tratamientos cuarentenarios, el bromuro de metilo es una opción efectiva a dosis de 48 mg L^{-1} por 2 h (Zettler *et al.*, 2002); otro tratamiento es la irradiación con dosis de 100 y 250 Grays para garantizar la seguridad de cuarentena, ya que produce esterilidad completa en las hembras (Jacobsen y Hara, 2003); también se puede utilizar el tratamiento térmico a $47 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $49 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 45 y 10 min, respectivamente, para matar a *M. hirsutus* en sus diferentes etapas de desarrollo (Follett, 2004).

Algunos de los productos químicos que han tenido excelentes resultados en laboratorio son: Clorpirifos 35.2 %, Diazinon 21.69 % + Cipermetrina 2.71 % y Thiametoxan 25 %, utilizando una dosis de 1.5 L ha^{-1} , 1 L ha^{-1} y 400 g ha^{-1} , respectivamente, los primeros dos con una eficacia del 100 % sobre las hembras adultas a las 24 h después de su aplicación y el último con una eficacia del 97.37 % a las 24 h y logrando el 100 % a las 144 h; en el caso de ninfas del tercer instar, los productos que tienen un mejor control son: Clorpirifos con una eficacia del 100 % en las primeras 24 h después de su aplicación, Diazinon + Cipermetrina con un 92.5 % de eficacia a las 24 h y un 100 % a las 120 h, también se puede considerar al Dimetoato 38 % con una dosis de 1 L ha^{-1} , con una eficacia de 78.39 a 95.95 % a las 24 h y 120 h, respectivamente (Marcano *et al.*, 2006); aún falta realizar algunos ensayos en campo para determinar su efectividad.

El control que ha tenido éxito en campo contra *M. hirsutus* es el biológico clásico, utilizando como agentes de control a *Anagyrus kamali* Moursi (parasitoide) y *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (depredador) (Kairo *et al.*, 2000).

4.3 Palomilla barrenadora (*Cerconota anonella* Sepp.) (Lepidoptera: Oecophoridae)

4.3.1 Importancia

El barrenador de frutos *Cerconota anonella* Sepp, es una plaga de las anonáceas en la región Neotropical, las larvas pueden reducir la producción de 60 al 100 % (Fonseca *et al.*, 2006; Barbosa y Berti, 2009). Se le ha reportado en América tropical y la Región del Caribe (Peña y Bennett, 1995), atacando al género *Annona* y *Rollinia* (Maas *et al.*, 1992)

4.3.2 Biología

El comportamiento poliándrico (la hembra cópula con varios machos) juega un papel importante en su rendimiento reproductivo (Fonseca *et al.*, 2006).

El tiempo que tarda esta especie de huevo hasta aparecer el primer adulto está influenciado por la temperatura, a 18 °C su ciclo ocurre de 70 a 79 d, a 21 °C de 42 a 49 d, a 25 °C de 32 a 37 d, a 28 °C de 25 a 29 d y a 30 °C de 23 a 29 d; pasa más de la mitad del ciclo en etapa larval y puede presentar de 9 a 10 generaciones por año pero en tiempo de fructificación puede alcanzar de 7 a 8 generaciones (Barbosa y Berti, 2009). Por su parte Mejía *et al.* (1989), reportaron que el ciclo del insecto se cumple en 36.4 d a temperatura de 21 a 23 °C y que durante 18.56 d pasa por cinco instares larvales.

4.3.3 Daños

C. anonella ataca el fruto causando daño directo durante todo el desarrollo de este y también puede alimentarse de las flores (Mejía *et al.*, 1989). Cuando la larva emerge comienza a comer la cáscara del fruto hasta barrenarlo para alimentarse de la pulpa, los frutos presentan pequeños orificios tapizados por los excrementos que expulsa hacia el exterior; cuando el ataque se realiza en frutos pequeños, éstos se secan, se

toman negros y caen al suelo o permanecen momificados en el árbol; en frutos grandes y con pocas larvas presentan pudriciones parciales y pueden llegar a madurar conteniendo aún las larvas o pupas de donde saldrán los adultos (Coto y Saunders, 2001).

4.3.4 Control

Los adultos son atraídos con trampas de luz negra, las cuales pueden convertirse en una herramienta útil para estudios de reconocimiento, captura masiva y dinámica de poblaciones (Mejía *et al.*, 1989). Otras de las herramientas de control puede ser el embolsado de frutos de 7 cm de longitud con bolsas amarillas, aunque se pueden incrementar los problemas por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz (Ramirez, 1985). En Brasil se recomienda cubrir los frutos de 4 a 6 cm de longitud, con bolsas de plástico (comunes o perforadas) de 46 cm de longitud por 28 cm de ancho, en conjunto con la limpieza del huerto que consiste en recolectar la fruta y destruirla por completo (Broglio *et al.*, 2001). También se puede utilizar bolsas de plástico microperforadas y de papel kraft tratadas con clorpirifos (480 g L^{-1}) 3 mL L^{-1} de agua cuando el fruto presente un tamaño de 1 a 3 cm de longitud (Broglio y Berti, 2000).

Con lo que respecta al control biológico, se ha encontrado a la avispa *Apariteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y *Xiphosomella* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitando las larvas del insecto (Boscán y Godoy, 1983).

4.4 Picudo de las anonáceas (*Optatus palmaris* Pascoe) (Coleoptera: Curculionidae)

4.4.1 Importancia

Optatus palmaris Pascoe se encuentra en el orden Coleoptera, familia Curculionidae, subfamilia Baridinae y tribu Optatini (Salas *et al.*, 2001). La subfamilia Baridinae comprende 550 géneros y 4,300 especies en el mundo, de estas el 84 % de los géneros y el 82 % de las especies están presentes en el Continente

Americano (Morimoto y Yoshihara, 1996). La tribu Optatini se le encuentra distribuido en México, Guatemala, Costa Rica, Perú, Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay, Guyana Francesa, Ecuador, Honduras, Panamá, Venezuela, Trinidad y Tobago, Argentina y es representada por 12 géneros, dentro de los cuales se encuentran las especies: *Optatus fasciculosus* Champion presente en México, Guatemala y Costa Rica; *Optatus inornatus* Champion encontrado solo en Guatemala, *Optatus palmaris* Pascoe presente solo en México y *Optatus miniatus* Champion del cual no se reporta su sitio de recolección (Blackwelder, 1947; Leitao, 2007)

El PA sólo se le ha reportado en México (Blackwelder, 1947) y se encuentra distribuido en Morelos, Guanajuato, Michoacán, Nayarit y Oaxaca, ocasiona daños a flores y frutos de chinmoya (*Annona cherimola* Mill) y guanábana (*Annona muricata* L.) (Castañeda et al., 2009). En el año 2000 fue reportado en Chilchota, Michoacán a 1570 msnm en *A. cherimola* (Castañeda et al., 2009); en 2001 en Salamanca y Pénjamo, Guanajuato (Salas et al., 2001); en 2005 en Neutla, Comonfort, Guanajuato a 1870 msnm; en 2006 en San Bartolo Coyotepec, Reyes Mantecon, Oaxaca a 1510 msnm y por último se reportó por primera vez afectando *A. muricata* en Las Varas, Nayarit a 40 msnm (Castañeda et al., 2009).

En México el principal problema en la producción de Chinmoya (*A. cherimola*) es el ataque de insectos barrenadores de frutos, entre los cuales se encuentra *O. palmaris* (Colunga et al., 2006).

4.4.2 Características morfológicas del órgano genital del macho de *O. palmaris*

El edeago en vista dorsoventral es 1.6 veces más largo que ancho con los bordes laterales paralelos, redondeado en sus extremos basal y distal; sus márgenes laterales y distales presentan cutícula esclerosada y oscura, el área lateral se adelgaza en su parte basal y se ensancha en el ápice sin llegar a juntarse; la parte media del edeago es translúcida; sus apodemas son más anchos en sus extremos que en la base y presentan una longitud de 2.4 veces que el cuerpo del edeago; los

apodemas salen hacia adelante del tercio medio de la base del edeago, transcurren paralelos hasta la base del apodema del tegmen donde divergen hacia afuera y después de formar una ligera curva ventral van hasta su extremo donde forman una notoria curvatura hacia adentro. El edeago en vista lateral es 8 veces más largo que ancho, con curvatura dorsal (cóncavo) del primer tercio al ápice (Hernández *et al.*, 2012).

El tegmen con su anillo completo que rodea al edeago, es 1.3 veces más ancho que largo, su cutícula es más esclerosada en el borde posterior donde los parámetros crecen hacia atrás, los cuales son placas aplanadas de cutícula clara y largas como la longitud del anillo o 1.1 veces más largo que el manubrio del tegmen, en su tercio distal presenta pubescencia fina (Hernández *et al.*, 2012).

El manubrio con la base esclerosada triangular es continuación directa del borde anterior del anillo, su longitud es 1.2 veces mayor que la del anillo, muestra en su base dos líneas paralelas de cutícula oscura y tiene en el extremo un ensanchamiento cuticular trilobulado. El endofalo o saco interno tiene una parte tubular en forma de vaina esclerosada curva que sale hacia adelante más allá de la base del edeago y del apodema del tegmen (Hernández *et al.*, 2012).

La espícula gástrula es alargada y curva con una base que se proyecta en tres protuberancias con sus márgenes casi paralelos excepto en el extremo anterior donde se estrecha y forma un pequeño lóbulo, es tres veces más largo que el apodema del tegmen y 1.6 veces más largo que el edeago sin sus apodemas (Hernández *et al.*, 2012).

4.4.3 Biología

La información que se tiene al respecto es escasa e imprecisa, Castro (2007) hace referencia que *Optatus* cumple su ciclo de vida de 11 a 30 d. Sin embargo, Castañeda (2011) menciona que en guanábana y en condiciones de laboratorio el

ciclo de *O. palmaris* es de 180.5 d (6.02 meses) donde el huevo dura de 6 a 7 d, la larva de 39 a 65 d, la pupa de 17 a 24 d y el adulto de 83 a 115 d.

La larva de *Optatus* permanece en el fruto de 8 a 15 d, presenta seis estadios y la pupa se desarrolla en el suelo (Corrales, 1995a; Castro, 2007). En Costa Rica presenta dos generaciones por año, la primera población de adultos aparece de abril a mayo y la segunda entre septiembre y octubre, declinando posteriormente durante la época seca (Corrales, 1995a).

4.4.4 Hábitos alimentarios del picudo y daños en frutos de *Annona cherimola* Mill

Castro (2007) menciona que *Optatus* presenta un comportamiento nocturno, lo anterior difiere con lo reportado por Castañeda *et al.* (2009), quienes observaron actividad diurna (10:00-18:00 h) de *O. palmaris*.

En *A. cherimola* se observó que los adultos se alimentan de los pétalos de la flor, pero tienen preferencia por frutos jóvenes y el sitio donde más se alimentan es en las áreas circundantes al pedúnculo; la hembra acostumbra depositar huevos en forma individual bajo la epidermis, los oculta dentro de uno de los orificios que deja cuando se alimenta y los protege con residuos de comida (Corrales, 1995a).

El PA en la etapa adulta, se alimenta del tejido tierno de la epidermis del fruto, los perfora y en alguna de sus perforaciones deposita los huevos, las larvas que emergen se alimentan de la pulpa y semilla (Colunga *et al.*, 2006). Otro de los sitios que usa de alimento es el pedúnculo, afecta los tejidos vasculares y produce la caída del fruto (Castañeda *et al.*, 2009). Cuando no existen frutos disponibles, los adultos se alimentan de las flores y producen su caída (Castañeda *et al.*, 2009). Grupos de adultos se han observado en los frutos de chirimoya, posiblemente debido a sus compuestos volátiles (Castañeda *et al.*, 2009). Las larvas al final de su última etapa salen de la fruta y pupan en el suelo (Castañeda *et al.*, 2009). Se adapta en altitudes que van de los 40 a 2000 m (Castañeda *et al.*, 2009). Los frutos

cosechados de *A. cherimola* en febrero y marzo presentan bajo nivel de infestación (Corrales, 1995a).

Los daños que ocasiona el picudo en *A. cherimola* corresponden a un patrón de dibujos semejante a las letras "C" u "O" (Corrales, 1995a). Las marcas son un conjunto de agujeros adyacentes provocados por los adultos cuando se alimentan (Corrales, 1995a). Los lugares donde primero se alimentan las larvas se necrosan y se observa una ligera secreción acuosa (Corrales, 1995a). Durante su alimentación, se detecta un orificio muy pequeño que profundiza hasta la semilla cuando la larva está más desarrollada (Corrales, 1995a). El fruto presenta orificios de salida de 2 a 3 mm de diámetro (Corrales, 1995a).

4.4.5 Control de *Optatus palmaris* en *A. cherimola*

Dada la falta de información al respecto, las recomendaciones que se dan para su control son generales e imprecisas, es necesario evaluar mayores alternativas basadas en un conocimiento sobre su biología, hábitos y fluctuación poblacional. La información que se tiene sobre control se puede resumir en lo siguiente: recolectar frutos dañados, sumergirlos en solución compuesta de agua y cal viva y tapar con un plástico; hacer un hoyo, colocar los frutos dañados por capas y espolvorearlos con malation 57 % y cal viva (Castro, 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios de ciclos de vida son muy complejos y variados, estos dependerán del objetivo que se persiga, por tal motivo, en esta investigación se tomó en cuenta la metodología de Bailez *et al.* (2003), Monroy e Insuasty (2006) en *Conotrachelus psidii* Marshall y la metodología de Rodríguez y Cásares (2003) en *Conotrachelus* sp., se consideró también lo realizado por Castañeda (2011) en *O. palmaris*.

5.1 Ciclo biológico de *O. palmaris* en guanábana (*A. muricata*)

El ciclo biológico se determinó del 24 de agosto de 2011 al 09 de julio de 2012, en el Laboratorio de Entomología Agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit, México ubicado a 21°49'22.92" N, 105°11'04.37" O y 18 msnm.

5.1.1 Recolección de adultos de *O. palmaris*

Los adultos se recolectaron a partir del 24 de agosto de 2011, en El Tonino y Altavista, pertenecientes a la zona guanabanera del municipio de Compostela, Nayarit, se utilizaron diferentes recipientes: vasos de poliestireno, botella de plástico, recipiente de plástico con la tapa modificada con tela tipo organza, en el interior de estos se colocaron trozos de fruta y follaje de guanábana. También se utilizaron dos jaulas entomológicas para cría, con dimensiones de 32x32x32 cm, en las cuales fueron confinados 90 adultos con follaje, frutos de guanábana y algodón con agua, las paredes de las jaulas se asperjaron con agua cada 8 h con un atomizador y se dejaron a la temperatura ambiental.

5.1.2 Oviposición y extracción de huevos

En el interior de las jaulas se confinaron los adultos recolectados, se colocaron cuatro frutos sanos completos y dos partidos, cada 36 h se retiraron y extrajeron los huevos con ayuda de un microscopio estereoscópico y cúter, obteniendo una

cohorte de 153 huevos. Cada huevo fue colocado en un trozo de fruto de guanábana de un tamaño aproximado de 1.5x1.5x1.5 cm, colocado en una charola, dentro de la cámara de cría con temperatura de 24.81 ± 0.46 °C, humedad relativa de 72.18 ± 1.91 % y luminosidad de 8 h, las observaciones se realizaron cada 24 h. El tiempo mínimo de incubación del huevo se consideró hasta observar la primera larva y el máximo hasta que emergió la última.

5.1.3 Cria de larvas

Las larvas emergidas se colocaron de manera individual en trozos de guanábana, el cual se cambió cada 72 h. Una vez que las larvas abandonaron el trozo de fruto, se colocaron individualmente en vasos de plástico transparente con capacidad de 349 mL con aserrín y arena en una proporción 1:1 (p/p), manteniendo el sustrato ligeramente húmedo con agua destilada; se utilizó este material con la finalidad de que no hubiera contaminación de hongos entomopatógenos o algún otro organismo que provocara la muerte del insecto. La parte superior del vaso se cubrió con tela tipo organza que se sujetó con liga, cada vaso se etiquetó para una correcta identificación.

5.1.4 Número de instares

La determinación del número de instar se realizó en el laboratorio de morfología de insectos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Mediante la técnica de morfometría de cápsula cefálica. Se utilizó una cohorte de 571 larvas, las cuales fueron obtenidas de crías en laboratorio y se completó con una recolecta en campo en Altavista y El Tonino. Las larvas fueron introducidas en agua caliente próxima al punto de ebullición y conservadas en alcohol al 70 %.

En el laboratorio se utilizó gel en vidrio de Siracusa, pinzas y aguja de disección para realizar el montaje de cada larva, orientando la cápsula cefálica de frente bajo el

estereomicroscopio (American Optical Corporation Buffalo, New York 14215 made in U.S.A).

Una vez realizado el montaje, se digitalizó con ayuda del fotomicroscopio (Tessovar Carl Zeiss made in West Germany) y la cámara digital para microscopia PaxCam 3, el aumento se utilizó al máximo en posición 3.2 y un tubo de extensión de 20 mm. Después de la digitalización de las imágenes, se capturó en las mismas condiciones ópticas la imagen de un micrómetro de objeto graduado en decimas de milimetro de la marca Carl Zeiss. Posteriormente, se midió el ancho de la cápsula cefálica en el analizador de imágenes Image Tool for Windows ver. 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002).

Se obtuvieron 571 datos, los cuales fueron convertidos a milímetros y tabulados en una Tabla de Frecuencia, utilizando 50 intervalos de clases, los intervalos de clases son divisiones o categorías que constan de un par de valores (límite inferior y límite superior) que agrupa a todo los valores que están entre ellos. La amplitud de clase o ancho de los intervalos de clases utilizada fue 0.0345 mm que corresponde a la dimensión que tendrá cada uno de los intervalos. Posteriormente se graficó la frecuencia absoluta, para agrupar los datos.

5.1.5 Condiciones de las pupas

Las pupas se mantuvieron de manera individual en aserrín y arena, humedeciendo el sustrato cada 96 h con agua destilada. Para incrementar el número de ejemplares se realizaron recolectas de larvas próximas a pupar (12 mm de longitud aproximadamente) en los sitios de El Tonino y Altavista.

5.1.6 Condiciones de los adultos

Los adultos fueron colocados individualmente en recipientes de plástico con tapas modificadas con tela tipo organza y etiquetados. La base interior del recipiente fue cubierta con un disco de papel, sobre el cual se depositaron los adultos, trozos de

guanábana para su alimentación, algodón con agua destilada y algodón con agua azucarada en proporción (p/v) de 1:1. Las observaciones se realizaron cada 24 h.

5.2 Hábitos de los adultos de *O. palmaris* en *A. muricata*

Los hábitos del adulto de *O. palmaris* se determinaron en dos árboles de guanábana de 6 años de edad aproximadamente, los cuales tenían follaje tierno, flores y frutos de diferentes tamaño, estos fueron podados a 2.3 m de altura. Los árboles se cubrieron por completo con jaula de tela de organza 2.5x2.5x2.5 m. Dentro de cada jaula fueron liberados 6 insectos adultos (3 hembras y 3 machos). La observación inició a las 24 h de la liberación. La actividad del insecto se determinó en intervalos de 10 min durante 21 d. Las variables que se consideraron fueron inicio y fin de su actividad diurna y nocturna anotando partes del árbol que utiliza en su alimentación, copulación, oviposición, desplazamiento sobre el árbol, sitio de reposo y vuelo. Los insectos permanecieron dentro de las jaulas durante todo el periodo de observación.

5.3 Fluctuación poblacional de *O. palmaris* en *A. muricata*

La fluctuación se estudió del 15 de octubre de 2011 al 13 de octubre de 2012; los tres sitios que se eligieron fueron: El Tonino 21°03'19.69" N, 105°11'47.08" O con altitud de 250 m, Altavista 21°06'12.19" N, 105°10'01.61" O con altitud de 100 m y El Divisadero 21°08'34.54" N, 105°12'38.82" O con altitud de 197 m, pertenecientes a la principal zona guanabanera de Compostela, Nayarit, México. Los huertos elegidos se encontraron en etapa productiva de 15, 12 y 10 años de edad, respectivamente y no recibieron aplicaciones de insecticidas durante las observaciones. La distancia entre cada sitio de muestreo fueron: Tonino-Divisadero 9.94 km, Divisadero-Altavista 6.30 km y Altavista-Tonino 6.10 km. La zona guanabanera de Compostela, Nayarit, México, presenta las siguientes condiciones climatológicas promedio: precipitación anual de 1,439.20 mm, temperatura de 22.87 °C, humedad relativa de 82.03 %, velocidad del viento 1.95 km h⁻¹ con dirección Suroeste. Los datos se obtuvieron de la estación agroclimática de la Red Estatal de Estaciones Agroclimatológicas,

ubicada en El Capomo, municipio de Compostela, Nayarit, México a 21°06'55.9" N, 105°09'21 5" O y una altitud de 40 m perteneciente al INIFAP.

Los niveles poblacionales de *O. palmaris* en etapa adulta se evaluaron en cinco árboles de cada sitio; las partes en el árbol donde se buscaron y contaron los adultos fueron follaje, flores y frutos hasta una altura de 2.3 m; dicho muestreo se realizó cada 15 d. Con la misma frecuencia se estudió la incidencia de larvas y huevos en los frutos con daños del adulto, muestreando como máximo 75 frutos por sitio. Los frutos dañados por *O. palmaris*, fueron recolectados y muestreados con una navaja bajo una lámpara con lupa de 10X. Esta actividad se llevó a cabo del 15 de octubre de 2011 al 13 de octubre de 2012.

El total de larvas encontradas se dividió entre el total de frutos muestreados con o sin daños. Para determinar el número de huevos por fruto se eligió un fruto al azar con daño de oviposición y se contabilizó el número de huevo por centímetro cuadrado en la superficie dañada mediante la disección de la misma.

Los datos obtenidos fueron graficados utilizando los promedios: adultos en follaje (el número de adultos encontrados en el follaje para cada sitio por fecha de muestreo, se dividió entre los cinco árboles observados), adultos por flor, adultos por fruto, larvas por fruto y huevos por cm^2

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Ciclo biológico de *O. palmaris* en *A. muricata*

6.1.1 Huevo

El huevo tiene una longitud aproximada de 1 mm (Fig. 1a), es de forma cilíndrica con los extremos redondeados, superficie lisa y blanco cremoso al inicio (Fig. 1b), semejante a lo reportado por Monroy e Insuasty (2006) para *C. psidii*, posteriormente cuando está próximo a eclosionar se toma de color amarillo claro y con aspecto deshidratado; las hembras colocan los huevos individualmente bajo la epidermis del fruto en un orificio que hace con su pico empujándolo con el mismo, es colocado en una posición ligeramente diagonal respecto a la superficie del fruto; comportamiento diferente a las especies *Conotrachelus perseae* Barber y *C. aguacatae*, que colocan los huevos individualmente o en masas de tres a cuatro por oviposición (Coria, 1999); el huevo es tapado con residuos que genera al rasgar con su pico la superficie de la cáscara; la actividad de oviposición dura aproximadamente 29.37 min. El tiempo de incubación del huevo fue de 5.36 ± 0.69 d (Fig. 2) con variación de 4 a 8 d a 24.81 ± 0.46 °C y humedad relativa de 72.18 ± 1.91 %. En un estudio realizado para la misma especie se indica que tardó de 6 a 7 d a temperatura de 26.5 a 29.5 °C y humedad relativa de 40.9 a 63.7 % (Castañeda, 2011). Para la especie *C. psidii*, se reporta de 5.5 ± 0.89 d con una variación de 4 a 7 d a 20 ± 5 °C (Monroy e Insuasty, 2006). Las variaciones en cuanto a la misma especie pueden estar influenciadas por la técnica utilizada y no a las condiciones ambientales, esto se corrobora con *C. psidii*, ya que presenta casi el mismo tiempo de incubación a temperaturas menores.

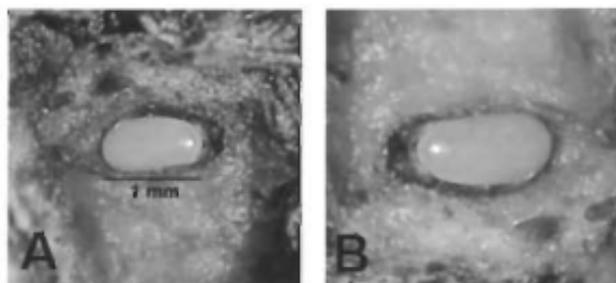


Figura 1. Tamaño (A), forma y color del huevo de *O. palmaris* (B)

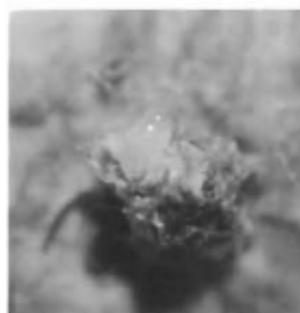


Figura 2. Eclosión del huevo de *O. palmaris*

6.1.2 Larva

La larva presenta en la parte dorsal del último segmento abdominal una depresión prolongada; la larva recién emergida mide 1.1 mm de longitud y 12 mm completamente desarrollada (Fig. 3), semejante a *C. psidii* que presenta un tamaño de 1.2 mm en la primera semana y 12 mm en la sexta semana (Monroy e Insuasty, 2006), una vez emergida se alimenta de la pulpa y las semillas durante su permanencia en el fruto. El desarrollo duró 73.53 ± 2.9 d con intervalo de 54 a 93 d a 24.92 ± 0.01 °C y humedad relativa de 81.31 ± 0.11 %, se alimenta del fruto por un periodo de 13 a 18 d y de 36 a 80 d los pasa en el suelo. En el cultivo de chirimoya se reportó que tarda en el fruto de 8 a 15 d (Castro, 2007), el que permanezca menos tiempo en el fruto de chirimoya, puede deberse a que la vida de éste fruto es

más corta que la de guanábana o también a los contenidos de nutrientes para cada especie. Castañeda (2011) observó que las larvas del PA se alimentan en los frutos de guanábana de 11 a 16 d, teniendo un total en su desarrollo de 39 a 65 d a temperatura de 22.5 a 24.2 °C y humedad relativa de 67.5 a 73.2 %; la diferencia es probable a la recolecta de larvas que realizó dicho autor haciendo heterogéneas las edades y acortando así el tiempo de observación, en éste estudio se empezó con una cohorte de huevo lo que permitió homogeneizar la edad en las diferentes etapas de desarrollo. En *C. psidii*, especie de la misma familia del PA, en condiciones de campo la larva permaneció en el fruto entre 42 y 56 d con un promedio de 49 ± 15 d y en el suelo entre 60 a 90 d con un promedio de 75 ± 30 d (Monroy e Insuasty, 2006); existiendo también una notable diferencia pues son especies diferentes y tienen diferente hospedero, además *C. psidii* ataca a los frutos de temprana edad, lo que hace que permanezca por más tiempo dentro del mismo. Para la especie *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), se reporta que tarda de 76 a 102 d (promedio de 96 d) (Esteban *et al.*, 1998); teniendo una diferencia con respecto a la media de 22 d aproximadamente, dicha diferencia se atribuye que ataca a diferente cultivo. Las especies *C. perseae* y *C. aguacatae*, presentan su desarrollo larvario dentro del fruto, se alimentan de la semilla y posteriormente abandonan el fruto y pupan en el suelo a una profundidad de 8 a 10 cm (Coria, 1999).

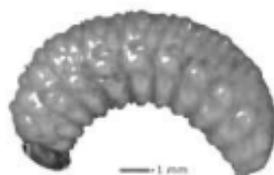


Figura 3. Larva de *O. palmaris* completamente desarrollada

6.1.3 Número de instares

En total se analizaron 571 medidas del ancho de la cápsula cefálica (Fig. 4), al tabular los datos (cuadro 1) se formaron cuatro grupos (Fig. 5) lo que indica que *O. palmaris* presenta cuatro instares. El primer grupo oscila de 0.20 a 0.45 mm, el segundo de 0.45 a 0.72 mm, el tercero de 0.72 a 1.38 mm y el cuarto de 1.38 a 1.93 mm; correspondiendo 62, 125, 212 y 172 individuos para cada grupo, respectivamente (cuadro 1). Lo anterior no coincide con lo reportado por Corrales (1995a) en Costa Rica, quien menciona que el género de *Optatus* presenta seis instares. Bailez *et al* (2003) informaron cuatro instares para *C. psidii*, mediante la medida del ancho de la cápsula cefálica y recolección de las exuvias, utilizando la regla de Dyar, Monroy e Insuasty (2006) obtuvieron los mismo resultados, mediante la observación de las suturas en la cabeza de la larva *C. psidii*, coincidiendo con el número de instares de *O. palmaris*.

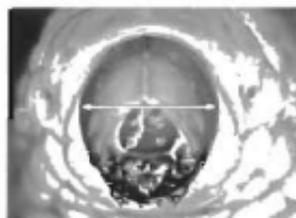


Figura 4. Ancho de la cápsula cefálica de larvas de *O. palmaris*

Cuadro 1. Frecuencia absoluta de las medidas del ancho de la cápsula cefálica de larvas de *O. palmaris*

| Número de intervalo | Límites de clase (mm) | | Marca de clase (mm)* | Frecuencia absoluta** |
|---------------------|-----------------------|----------|----------------------|-----------------------|
| | Inferior | Superior | | |
| 1 | 0.209995 | 0.244495 | 0.227245 | 4 |
| 2 | 0.244495 | 0.278995 | 0.261745 | 1 |
| 3 | 0.278995 | 0.313495 | 0.296245 | 3 |
| 4 | 0.313495 | 0.347995 | 0.330745 | 18 |
| 5 | 0.347995 | 0.382495 | 0.365245 | 29 |

| | | | | |
|----|----------|----------|----------|----|
| 6 | 0.382495 | 0.416995 | 0.399745 | 5 |
| 7 | 0.416995 | 0.451495 | 0.434245 | 2 |
| 8 | 0.451495 | 0.485995 | 0.468745 | 2 |
| 9 | 0.485995 | 0.520495 | 0.503245 | 8 |
| 10 | 0.520495 | 0.554995 | 0.537745 | 12 |
| 11 | 0.554995 | 0.589495 | 0.572245 | 27 |
| 12 | 0.589495 | 0.623995 | 0.606745 | 35 |
| 13 | 0.623995 | 0.658495 | 0.641245 | 23 |
| 14 | 0.658495 | 0.692995 | 0.675745 | 17 |
| 15 | 0.692995 | 0.727495 | 0.710245 | 1 |
| 16 | 0.727495 | 0.761995 | 0.744745 | 5 |
| 17 | 0.761995 | 0.796495 | 0.779245 | 4 |
| 18 | 0.796495 | 0.830995 | 0.813745 | 6 |
| 19 | 0.830995 | 0.865495 | 0.848245 | 10 |
| 20 | 0.865495 | 0.899995 | 0.882745 | 6 |
| 21 | 0.899995 | 0.934495 | 0.917245 | 15 |
| 22 | 0.934495 | 0.968995 | 0.951745 | 17 |
| 23 | 0.968995 | 1.003495 | 0.986245 | 29 |
| 24 | 1.003495 | 1.037995 | 1.020745 | 26 |
| 25 | 1.037995 | 1.072495 | 1.055245 | 27 |
| 26 | 1.072495 | 1.106995 | 1.089745 | 11 |
| 27 | 1.106995 | 1.141495 | 1.124245 | 23 |
| 28 | 1.141495 | 1.175995 | 1.158745 | 10 |
| 29 | 1.175995 | 1.210495 | 1.193245 | 5 |
| 30 | 1.210495 | 1.244995 | 1.227745 | 5 |
| 31 | 1.244995 | 1.279495 | 1.262245 | 6 |
| 32 | 1.279495 | 1.313995 | 1.296745 | 2 |
| 33 | 1.313995 | 1.348495 | 1.331245 | 4 |
| 34 | 1.348495 | 1.382995 | 1.365745 | 1 |
| 35 | 1.382995 | 1.417495 | 1.400245 | 3 |
| 36 | 1.417495 | 1.451995 | 1.434745 | 5 |
| 37 | 1.451995 | 1.486495 | 1.469245 | 11 |
| 38 | 1.486495 | 1.520995 | 1.503745 | 18 |
| 39 | 1.520995 | 1.555495 | 1.538245 | 16 |
| 40 | 1.555495 | 1.589995 | 1.572745 | 15 |
| 41 | 1.589995 | 1.624495 | 1.607245 | 16 |
| 42 | 1.624495 | 1.658995 | 1.641745 | 16 |
| 43 | 1.658995 | 1.693495 | 1.676245 | 13 |

| | | | | |
|----|----------|----------|----------|----|
| 44 | 1 693495 | 1 727995 | 1 710745 | 15 |
| 45 | 1 727995 | 1 762495 | 1 745245 | 26 |
| 46 | 1 762495 | 1 796995 | 1 779745 | 8 |
| 47 | 1 796995 | 1 831495 | 1 814245 | 3 |
| 48 | 1 831495 | 1 865995 | 1 848745 | 3 |
| 49 | 1 865995 | 1 900495 | 1 883245 | 3 |
| 50 | 1 900495 | 1 935001 | 1 917748 | 1 |

* Marca de clase: punto medio de una clase y se obtiene sumando los límites inferiores y superiores de una clase, dividiendo el resultado entre dos.

** Frecuencia absoluta: número de veces que se repite cada dato en cada clase.



Figura 5. Frecuencia absoluta de las medidas de la cápsula cefálica de larvas de *O. palmaris*

6.1.4 Pupa

La pupa presenta una longitud aproximada de 7 mm, semejante a *C. psidii*, el cual tiene 7.5 mm de longitud (Monroy e Insuasty, 2006); recién emergida presenta el cuerpo amarillo claro y cremoso, con los ojos ligeramente color marrón (Fig. 6), gradualmente las alas, patas, pico y ojos adquieren un tono café claro antes de llegar al estado adulto. Su periodo pupal duró 25.13 ± 1.63 d con un rango de 17 a 41 d a 25.01 ± 0.01 °C y humedad relativa de 81.59 ± 0.12 %. Castañeda (2011) reportó

que tarda de 17 a 29 d a temperatura de 23.3 a 24.9 °C y humedad relativa de 66.4 a 73.3 %; es posible que esta diferencia se deba al número reducido de individuos que estudió. Por su parte *C. psidii* tiene una duración en pupa de 50±30 d (Monroy e Insuasty, 2006), es decir, tarda el doble que *O. palmaris* en este estado. En cambio *R. ferrugineus* tarda en promedio 26 d con variación de 19 a 45 d (Esteban *et al.*, 1998) similar con la especie en estudio.

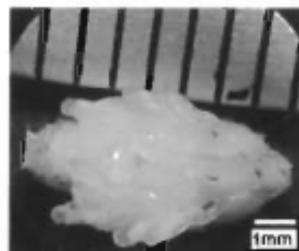


Figura 6. Pupa de *O. palmaris*

6.1.5 Adulto

Los adultos tienen una forma romboidal semejante a un balón de fútbol americano en vista dorsal, miden aproximadamente 7.2 mm de longitud por 4 mm de ancho (Fig. 7). El cuerpo es negro y está cubierto por escamas blancas que dan una tonalidad ligeramente grisácea; presenta escamas naranjas que se extienden en toda la parte ventral del abdomen, a los lados en el tórax y la cabeza; en el pronoto de forma lateral se puede observar que las escamas naranjas junto con las blancas rodean ligeramente a dos manchas negras; en las hembras estas manchas se unen formando un "ocho" en posición horizontal, lo que no se observa en los machos (Fig. 8). En vista dorsal sólo se presentan las escamas naranjas en el pronoto (Fig. 7).



Figura 7. Forma del cuerpo y color de las escamas en vista dorsal del adulto de *O. palmaris*

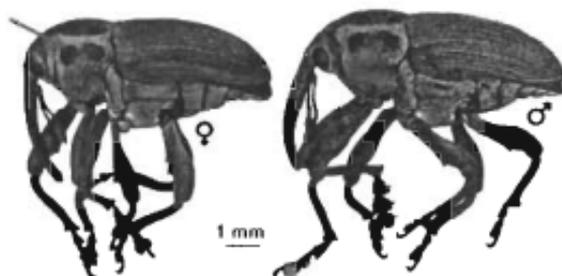


Figura 8. Escamas naranjas y manchas negras del tórax en vista lateral del adulto de *O. palmaris*

Las diferencias morfológicas entre la hembra y el macho no son muy notables; el rostro o pico en machos es ligeramente más robusto y esculpido en vista lateral, en las hembras es ligeramente más delgado y liso; las antenas en los machos presentan más pubescencia que las hembras (Fig. 9); la parte del cuerpo en donde hay una diferencia más marcada son las patas delanteras, las cuales en los machos son de mayor tamaño y sus tarsos son más dilatados y pubescentes (Fig. 10). Sin embargo, en otros curculionidos como *C. psidii*, si existe ese dimorfismo sexual, las

hembras son de apariencia más robusta en comparación con los machos (6.88 mm \pm 0.35 de longitud ♀ a 6.44 mm \pm 0.35 ♂); el quinto y último esclerito abdominal, en los machos es más largo longitudinalmente y anchado hacia la parte terminal; mientras que en las hembras es más ancho lateralmente y termina en forma acusada; el macho además produce un sonido estridente, al rozar el abdomen con los élitros (Monroy e Insuasty, 2006) este último comportamiento también es observado en hembras y machos de *O. palmaris*.

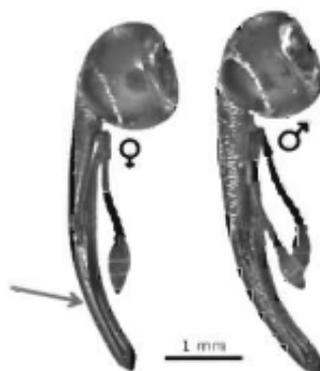


Figura 9. Rostro de *O. palmaris* de hembra y macho

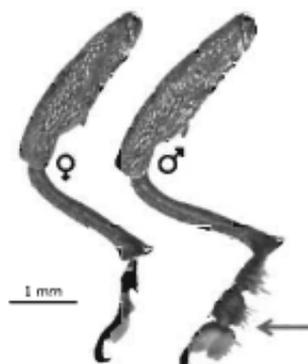


Figura 10. Patas anteriores de hembra y macho de *O. palmaris*

El adulto se alimenta de brotes vegetativos tiernos, flores y frutos, siendo este último el más preferido para su alimentación y el único utilizado como sustrato de oviposición, para alimentarse y ovipositar se agrupan en los frutos. Su periodo de vida duró de 34 a 150 d, con una media de 112 ± 23.51 d a 26.76 ± 0.03 °C y humedad relativa de 67.89 ± 0.21 %; Castañeda (2011) reportó que el adulto de *O. palmaris* tarda de 83 a 115 d a temperatura de 25 a 27.9 °C y humedad relativa de 50.1 a 67.7 %; el autor menciona que las observaciones del estado adulto quedaron inconclusas y el número de individuos observados en todo el ciclo fue relativamente pequeño, esto puede explicar dicha diferencia respecto al presente estudio. Comparando los resultados, se encontró que la longevidad de los adultos de *C. psidii* oscila entre 15 a 435 d (Monroy e Insuasty, 2006) y *R. ferrugineus* de 43 a 67 d (Esteban et al., 1998); siendo el PA menos longevo que *C. psidii*, pero más que *R. ferrugineus*.

Con los estudios realizados, se encontró que el ciclo biológico del PA se completa en 216.02 ± 28.73 d con intervalo de 109 a 292 d; en comparación con el barrenador de la semilla del aguacate *C. perseae* y *C. aguacatae*, que duran 164 ± 1.48 d (Coria, 1999), mientras que *R. ferrugineus* lo completa en 122 d con rango de 100 a 139 d (Esteban et al., 1998); *C. psidii* se tarda en completar el ciclo entre 171 a 678 d (Monroy e Insuasty, 2006). *O. palmaris* presenta un ciclo de vida más largo que el barrenador de la semilla del aguacate y *R. ferrugineus*, pero más corto al de *C. psidii*.

6.2 Hábitos de los adultos de *O. palmaris* en *A. muricata*

Los adultos se encuentran activos de 8:30 a las 23:00 h; lo que difiere con Castañeda et al. (2009), quienes observaron actividad diurna de 10:00 a 18:00 h de *O. palmaris*; Castro (2007) menciona que *Optatus* presenta un comportamiento nocturno. Los adultos realizan las siguientes actividades: alimentarse, ovipositar, posar en el fruto, caminar, copular, limpiar su pico y volar, este último es menos frecuente, al término de dichas actividades se refugian en la parte superior del árbol.

La hembra se alimenta la mayor parte del tiempo, oviposita y al mismo tiempo copula, para realizar las dos primeras actividades utiliza el pico, lo que complica definir el momento en que se alimenta y oviposita. El macho por su parte se dedica exclusivamente a copular y se alimenta poco cuando copula, después de copular migra a la parte más alta del árbol donde reposa y alimenta de brotes vegetativos tiernos y botones florales. Después de un periodo de 24 h busca a las hembras y continúa copulando. La actividad de alimentación y cópula del PA, se lleva a cabo durante 15 h, a diferencia de *Trichobaris championi* Barber que se alimenta de 9:00 a 18:00 h y cópula a medio día durante 15 a 18 min (Calyecac *et al.*, 2004).

6.2.1 Refugio y alimento de los adultos

Los adultos se refugian en el follaje de guanábana (Fig. 11a), causan daños en las flores (Fig. 11b y 12) y frutos, lo más común es encontrarlos agrupados en frutos próximos a cosecha (Fig. 13), aunque también se encuentran individualmente. Los frutos próximos a madurez fisiológica son los órganos preferidos por los adultos, los cuales eligen tanto de día como de noche para alimentarse, en una hora aproximadamente se forman grupos que se alimentan, ovipositan y copulan; el comportamiento mencionado, sugiere la posibilidad de que emitan feromonas de agregación, donde los frutos juegan un papel importante, ya que cuando se alimentan en hojas y flores, casos muy esporádicos, se les observa de manera solitaria. Una vez que los adultos eligen un fruto, continúan alimentándose, mientras no sean perturbados, si esto ocurre, el insecto se “deja caer” y realiza un vuelo dirigido al follaje donde permanece inmóvil por un largo tiempo y posteriormente regresa al mismo mediante un vuelo corto, caminando o se cambia de fruto.

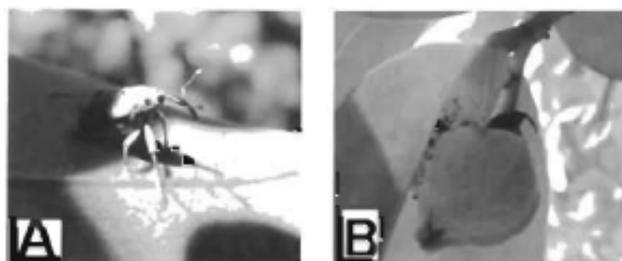


Figura 11. Adulto de *O. palmaris* en el follaje (A) y flor (B) de guanábana



Figura 12. Daños causados por adultos de *O. palmaris* en flor de guanábana



Figura 13. Hábitos gregarios del adulto de *O. palmaris* para alimentarse, copular y ovipositar

Los daños que causan los adultos de *O. palmaris* en frutos de guanábana cuando se alimentan son orificios circulares, los cuales posteriormente se pudren dando una apariencia seca, en esta área los insectos depositan una sustancia transparente pegajosa que deja un olor característico del insecto, en el mismo orificio continúa alimentándose hasta crear una especie de cámara (Fig. 14a, 14b y 14c), en la cual la hembra puede colocar sus huevos. La larva, una vez que emerge, forma un túnel

circular al interior del fruto, al crecer se incrementa el diámetro del túnel y puede ser capaz de penetrar la semilla y alimentarse de los cotiledones (Fig. 15)

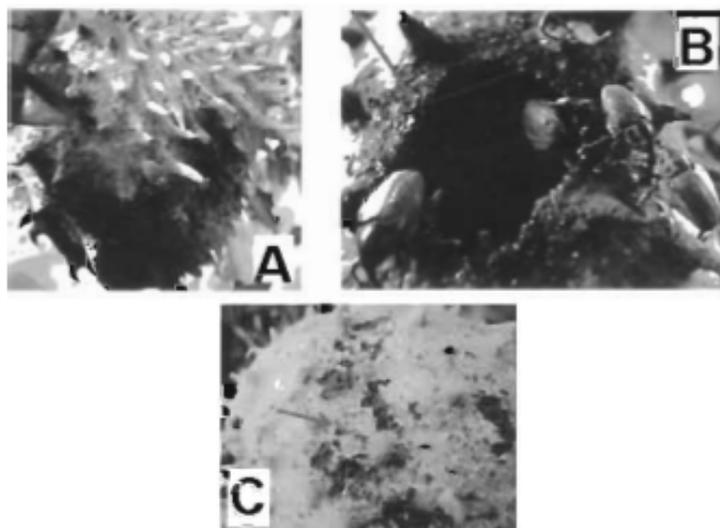


Figura 14. Daños ocasionados por adultos de *O. palmaris*, muerte de tejido externo (A), una especie de cráter o cámara (B) y orificios circulares en los frutos (C)



Figura 15. Larva de *O. palmaris* alimentándose del interior de la semilla

6.2.2 Oviposición de *O. palmaris* en frutos de guanábana

Los adultos del PA se pueden agrupar hasta de 30 individuos por fruto, aunque depende del tamaño y número de frutos presentes, para ovipositar y alimentarse, llegando a dañar hasta 98 % de la superficie (Fig. 14b, 14c), dependiendo de la cantidad de frutos presentes y su nivel poblacional. La hembra con el pico hace un orificio de aproximadamente 1 mm de profundidad, donde coloca el huevo y lo empuja con su pico, *C. psidii* tiene comportamiento similar al depositar los huevos a una profundidad de 1 a 2 mm por debajo de la epidermis del fruto (Monroy e Insuasty, 2006). Una vez que coloca el huevo, lo cubre con residuos que genera al rasgar la cáscara con su pico alrededor del huevo; el tiempo que tarda la hembra desde hacer el orificio hasta cubrir el huevo es de 19.5 a 21.75 min aproximadamente, después puede entrar en una etapa de reposo de 4.5 a 13 min, caminar o construir otro orificio para ovipositar o simplemente alimentarse. En cada orificio sólo coloca un huevo y antes de alejarse del sitio, deja una sustancia gelatinosa amarilla clara de aspecto cremoso en forma de hilillo, la cual es secretada por su ovipositor, posiblemente sea un marcaje del sitio de oviposición.

6.2.3 Hábitos de la larva de *O. palmaris*

Las larvas tienen alta capacidad de sobrevivencia ya que se les encontró con vida en frutos completamente necrosados (pudrición semiseca). Sin embargo, cuando el fruto presenta una pudrición blanda se encontraron larvas muertas. En la etapa cuando no se alimenta forma varios túneles para desplazarse y hace una especie de cámara en el sustrato; al momento que está próxima a pupar toma posición ligeramente vertical en forma de bastón invertido, con la parte caudal hacia abajo, por lo tanto, la pupa toma la misma posición al emerger (Fig. 16).



Figura 16. Pupa de *O. palmaris* en el sustrato recién emergida

6.3 Fluctuación poblacional de *O. palmaris* en *A. muricata*

El fruto, follaje y flor presentaron incidencia del adulto de 0.214, 0.04 y 0.006 individuos, respectivamente. El adulto tiene mayor preferencia por los frutos

En los sitios de estudio, el PA presentó una incidencia en El Tonino y Altavista de 0.269 y 0.172 adultos por fruto, respectivamente, nula presencia en El Divisadero. En Altavista se presentó más distribuido durante el año, observándose en los meses de octubre, noviembre, enero, febrero, mayo, julio, agosto y septiembre, logrando estar presentes en la época seca (enero, febrero y mayo) y con escasos frutos (enero); en El Tonino se observó de julio a diciembre, ausentándose los siguientes 6 meses, en época seca y con escasos frutos (Fig. 17). Castañeda (2011) reportó a los adultos con mayor frecuencia en noviembre y diciembre en Altavista, en El Tonino no fue encontrado y en El Divisadero lo observó en noviembre, éstas diferencias es posible que se deban a la metodología utilizada la cual consistió en elegir diferentes huertos cada vez que realizaba un muestreo. Puede, de igual manera, influir el reciente reporte en la zona de estudio de *O. palmaris*, ya que éste se realizó en el 2006 (Castañeda *et al.*, 2009), por lo que el insecto está en una etapa de adaptación y dispersión en la zona de estudio.

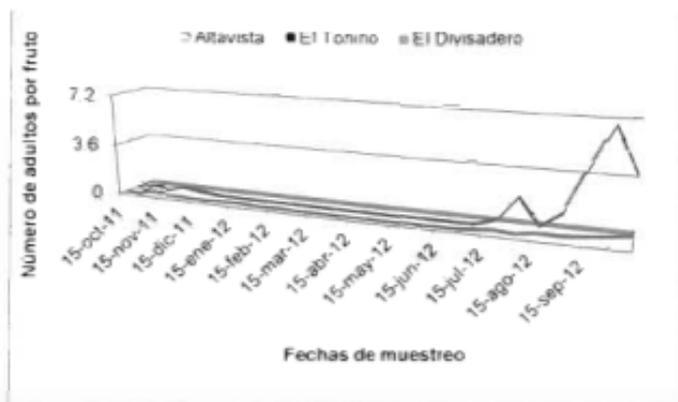


Figura 17. Incidencia de adultos de *O. palmaris* en frutos de guanábana en los diferentes sitios de muestreo

Las larvas se observaron en Altavista y El Tonino con una incidencia de 0.63 y 0.51 larvas por fruto, respectivamente, nula presencia en El Divisadero. En Altavista se observaron en los meses de octubre, noviembre, enero, marzo, abril, mayo, julio, agosto y septiembre. Para el caso de El Tonino, las larvas presentaron la misma distribución que el adulto, de julio a diciembre, en los meses de enero a junio no se presentaron, coincidiendo con la escases de frutos (Fig. 18). Por su parte, Castañeda (2011) reportó larvas del PA en Altavista en noviembre, diciembre, enero, febrero y julio; en El Tonino sólo las observó en noviembre y con baja incidencia, cabe mencionar que la metodología seguida fue diferente, ya que cada vez que muestreaba elegía diferentes huertos (algo exploratorio), además que, sólo muestreó de noviembre a julio, esto puede explicar la diferencia con respecto al presente estudio, también es posible mencionar que el insecto está en proceso de adaptación y dispersión en la región de estudio.

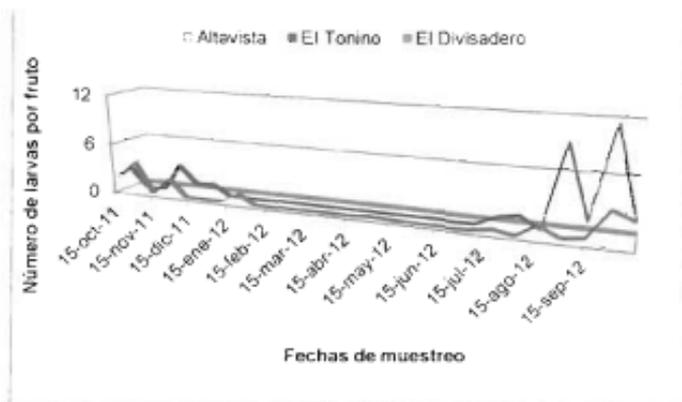


Figura 18. Incidencia de larvas de *O. palmaris* en frutos de guanábana en los diferentes sitios de muestreo

Los huevos presentaron una incidencia en Altavista y El Tonino de 0.29 y 0.27 huevos por cm^2 , respectivamente, en El Divisadero no se encontraron frutos con huevos. En Altavista se presentó en los meses de octubre, noviembre, enero, febrero, marzo, julio, agosto y septiembre. En El Tonino sólo se observó de julio a diciembre (Fig. 19).

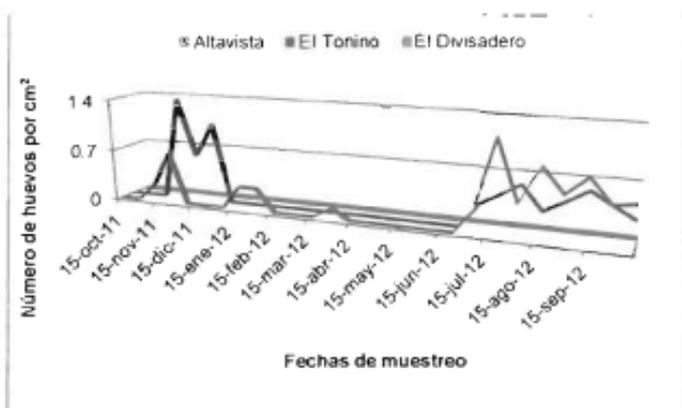


Figura 19. Número de huevos de *O. palmaris* por cm^2 de área dañada

En Altavista la mayor incidencia de adultos se presentó en octubre y septiembre con 0.75 y 0.56 adultos por fruto, respectivamente, nula presencia en diciembre, marzo, abril y junio (Fig. 20); las larvas se observaron con mayor incidencia en octubre y septiembre con 3.76 larvas por fruto en ambos casos, nula presencia en diciembre, febrero y junio (Fig. 21); los huevos estuvieron presentes con un mayor número en julio y agosto con 1.24 y 0.93 huevos por cm^2 , respectivamente, nula presencia en diciembre, abril, mayo y junio (Fig. 22). La mayor incidencia de adultos y larvas coinciden en los meses que existe la mayor cantidad de frutos abandonados, por ser también atacados por otras plagas y enfermedades. La mayor incidencia de huevos se registró en los primeros dos meses posteriores a la emergencia de los adultos, asegurando así su sobrevivencia.

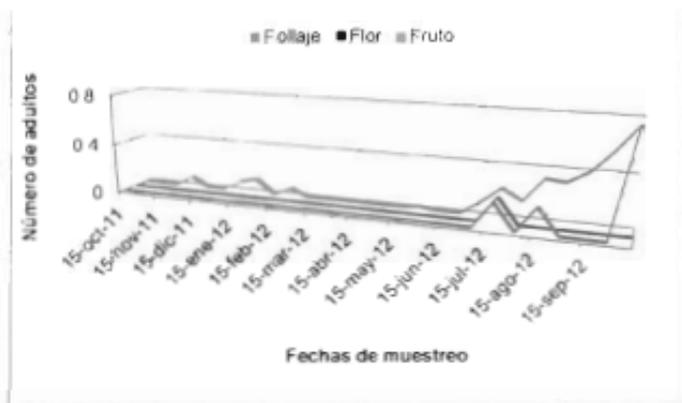


Figura 20. Incidencia de adultos de *O. palmaris* en follaje, flor y fruto de guanábana en Altavista

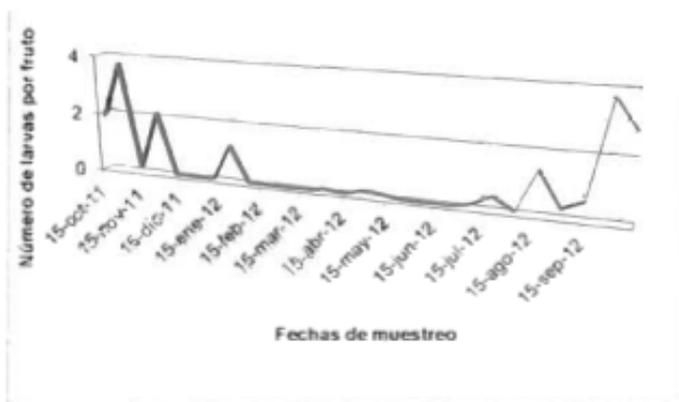


Figura 21. Número de larvas de *O. palmaris* por fruto de guanábana en Altavista

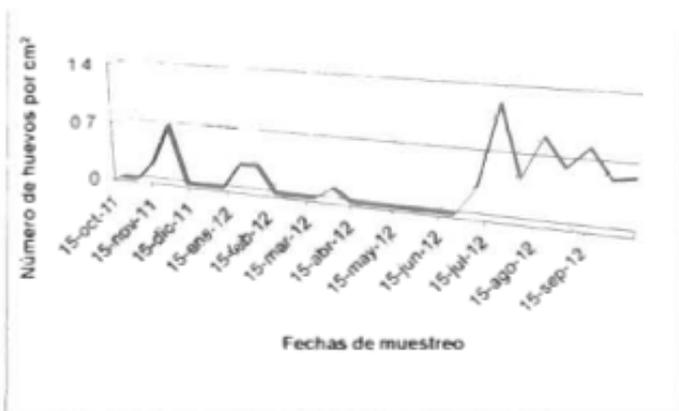


Figura 22. Número de huevos de *O. palmaris* por cm² de área dañada en frutos de Altavista

En El Tonino la mayor incidencia de adultos se presentó en octubre, agosto y septiembre con 4.25, 2 y 7.14 adultos por fruto, nula incidencia de enero a junio (Fig. 23); la mayor incidencia de larvas se presentó en septiembre con 12 larvas por fruto, nula presencia de enero a junio (Fig. 24), los huevos se observaron con mayor incidencia en noviembre y diciembre con 1.39 y 1.08 huevos por cm², nula incidencia

de enero a junio (Fig 25). La mayor incidencia de los adultos y larvas se presentó en los meses de mayor humedad y con presencia de frutos. El mayor número de huevos se presentó en los meses próximos a la época seca, para asegurar la sobrevivencia y adaptación del PA.

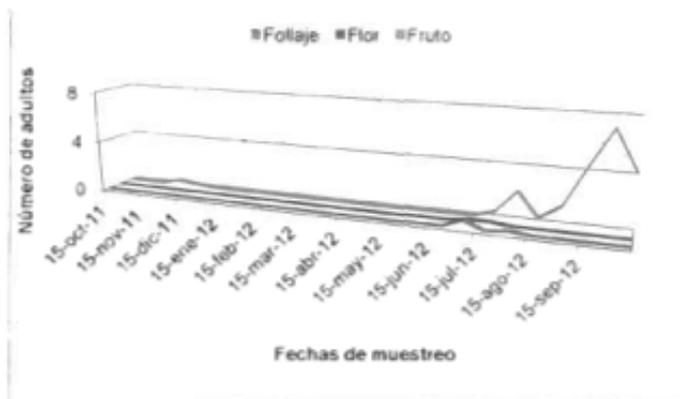


Figura 23. Incidencia de adultos de *O. palmaris* en follaje, flor y fruto de guanábana en El Tonino

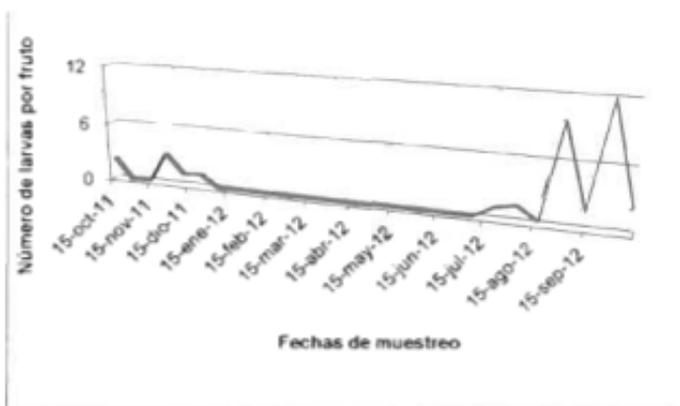


Figura 24. Número de larvas de *O. palmaris* por fruto de guanábana en El Tonino



Figura 25. Número de huevos de *O. palmaris* por cm² de área dañada en frutos de El Tonino

Se observó en Altavista y El Tonino la mayor incidencia de adultos y larvas de *O. palmaris* en los meses de agosto, septiembre y octubre, coincidiendo con el tercer flujo de frutos. La emergencia de los adultos ocurrió en julio y coincidió con el inicio de las lluvias y caída de frutos maduros; misma condición requiere *C. psidii*, el cual emerge después de las primeras lluvias (Monroy e Insuasty, 2006); en los meses de agosto, septiembre y octubre se presentó otro flujo de frutos, los cuales normalmente en la región de estudio no son cosechados porque presentan daños de otros insectos y enfermedades. El tiempo de emergencia de los adultos, difiere con lo reportado por Corrales (1995a) en Costa Rica, quien menciona que *Optatus* en *A. cherimola*, presenta su primera población de abril a mayo y la segunda generación de septiembre a octubre declinando en la época seca. Por su parte Coria (1999), reporta que el barrenador de la semilla del aguacate presenta dos o tres generaciones durante el año. Ésta diferencia con Corrales (1995a) indica que la emergencia de PA está influenciada por las condiciones ambientales y geográficas.

6.3.1 Daños de adultos de *O. palmaris* en frutos de guanábana

Durante el muestreo para determinar la fluctuación poblacional, en Altavista se muestrearon 811 frutos, de los cuales el 13.32 % presentaron daños por adultos de *O. palmaris*, en total se encontraron 514 larvas en 108 frutos, un promedio de 0.63 larvas por fruto; considerando sólo los frutos dañados la infestación aumenta a 4.76 larvas por fruto. En el Tonino se muestrearon 499 frutos, de los cuales el 7.62 % estaban infestados, en total se encontraron 253 larvas en 38 frutos, un promedio de 0.5 larvas por fruto; considerando sólo los frutos dañados la infestación aumenta a 6.66 larvas por fruto. En El Divisadero fueron muestreados 519 frutos sin ningún grado de infestación. Los frutos con daños presentaron una infestación de 0.25 a 38.5 % en Altavista, mientras que en El Tonino fue de 0.25 a 98.75 %.

Los frutos con un porcentaje de daño del 15.5 % y 38.5 %, presentaron 80 a 60 larvas, respectivamente, siendo esta la mayor población encontrada durante la disección de los frutos en Altavista, como se puede observar, no existe proporción directa con respecto al daño, porque hay mucha variabilidad en tamaño de frutos al igual que al tamaño de las larvas. Para El Tonino el fruto que presentó un daño del 98.75 % tuvo 85 larvas, siendo esta la mayor población que se observó.

En Altavista se observaron daños, con excepción de junio, durante todo el año, los porcentajes mayores se observaron en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, con porcentaje de 27.95, 17.8, 79.3 y 63.6, respectivamente (cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de frutos dañados en Altavista por adultos de *O. palmaris*

| Meses | Temperatura (°C) | Humedad relativa (%) | Precipitación (mm) | Frutos dañados (%) | Frutos muestreados |
|--------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| oct-11 | 23.75 | 86.17 | 70.2 | 79.3 | 58 |
| nov-11 | 23.65 | 81.3 | 2 | 63.6 | 33 |
| dic-11 | 19.43 | 83.82 | 0.4 | 9.4 | 32 |
| ene-12 | 20 | 83.31 | 0 | 6.2 | 16 |
| feb-12 | 20.11 | 83.08 | 25 | 3.2 | 31 |
| mar-12 | 21.24 | 77.99 | 0 | 1.1 | 87 |
| abr-12 | 21.31 | 76.13 | 0 | 3.3 | 91 |
| may-12 | 25.85 | 76.56 | 3.2 | 1 | 104 |
| jun-12 | 27.65 | 77.47 | 351.6 | 0 | 66 |
| jul-12 | 26.45 | 82.64 | 377 | 7.32 | 82 |
| ago-12 | 22.65 | 85.75 | 431.2 | 27.95 | 93 |
| sep-12 | 22.11 | 86.06 | 178.6 | 17.8 | 118 |

En el Tonino no se observaron daños de enero a junio, en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre se registró el mayor porcentaje de frutos dañados con 20.83, 68.75, 50, 60 y 45, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de frutos dañados en El Tonino por adultos de *O. palmaris*

| Meses | Temperatura (°C) | Humedad relativa (%) | Precipitación (mm) | Frutos dañados (%) | Frutos muestreados |
|--------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| oct-11 | 23.75 | 86.17 | 70.2 | 50 | 16 |
| nov-11 | 23.65 | 81.3 | 2 | 60 | 5 |
| dic-11 | 19.43 | 83.82 | 0.4 | 45 | 20 |
| ene-12 | 20 | 83.31 | 0 | 0 | 5 |
| feb-12 | 20.11 | 83.08 | 25 | 0 | 18 |
| mar-12 | 21.24 | 77.99 | 0 | 0 | 106 |
| abr-12 | 21.31 | 76.13 | 0 | 0 | 80 |
| may-12 | 25.85 | 76.56 | 3.2 | 0 | 84 |
| jun-12 | 27.65 | 77.47 | 351.6 | 0 | 85 |
| jul-12 | 26.45 | 82.64 | 377 | 15 | 40 |
| ago-12 | 22.65 | 85.75 | 431.2 | 20.83 | 24 |
| sep-12 | 22.11 | 86.06 | 178.6 | 68.75 | 16 |

En ambos sitios se presentó el mayor porcentaje de frutos dañados en los mismos meses, cuando la temperatura oscila alrededor de los 23 °C, la humedad relativa está por arriba de 80 % y existen frutos próximos a cosecha, los cuales por estar dañados por enfermedades e insectos no son cosechados. El PA en conjunto con algunas enfermedades y otros insectos limitan la producción en esta época del año.

Al conocer el momento en que *O. palmaris* emerge y saber los meses en que su población llega a ser un problema potencial en el cultivo de guanábana, se puede saber en qué meses dirigir el control en sus diferentes etapas de desarrollo de tal forma que el manejo sea racional y efectivo, evitando en lo posible la merma en la producción.

VII. CONCLUSIONES

1. El ciclo de vida de *O. palmaris* en guanábana se cumple en 216.02 ± 28.73 d, el tiempo de incubación del huevo fue de 5.36 ± 0.07 d, la larva duró 73.53 ± 2.9 d, la cual pasa de 13 a 18 d en el fruto y de 36 a 80 d en el suelo, la pupa 25.13 ± 1.63 d y el adulto 112 ± 6.07 d.

2. Los adultos provocan daños externos e internos en los frutos al alimentarse y ovipositar, en flores y follaje se observó de forma esporádica alimentándose. Las larvas se alimentan de la pulpa del fruto causándole daños internos e incluso perfora la semilla y se alimenta de los cotiledones; dentro del fruto pasa por cuatro instares y cuando está completamente desarrollada lo abandona dejando un orificio y se entierra en el suelo para pupar. El fruto presenta la mayor infestación de adultos y larvas.

3. Los adultos se agrupan generalmente en los frutos de guanábana para alimentarse, copular y ovipositar, posiblemente a causa de alguna feromona de agregación. Cuando el macho no copula reposa en la parte superior del árbol y se alimenta de brotes tiernos y botones florales, provocando en los brotes tiernos su muerte.

4. Los adultos emergen después de las primeras lluvias al ocurrir un incremento de la temperatura y humedad relativa. Los adultos presentaron su mayor incidencia en El Tonino con 7.14 adultos por fruto en septiembre, nula existencia de enero a junio; en Altavista con 0.75 adultos por fruto en octubre, nula existencia en diciembre, marzo, abril y junio. Los adultos en El Tonino son imperceptibles en la época más seca, cuando no hay frutos; en Altavista, en cambio, se observaron durante las cuatro estaciones del año.

5. Se observó la mayor incidencia de larvas en El Tonino con 9.77 larvas por fruto en septiembre, nula existencia de enero a junio; en Altavista con 3.76 larvas por fruto en septiembre y octubre, nula presencia en diciembre, febrero y junio; coincidiendo la

mayor presencia de larvas con el mayor número de frutos susceptibles en ambos sitios

6. Los huevos se observaron en mayor número en El Tonino con 1.39 huevos por cm^2 en noviembre, de enero a junio no se observaron; en Altavista se encontraron 1.24 huevos por cm^2 en julio, en diciembre, abril, mayo y junio no se observaron, la mayor incidencia de los huevos fue al inicio de la emergencia del adulto, con alto número de frutos en Altavista y en El Tonino cuando está próxima la época seca y escases de frutos, para incrementar las posibilidades de sobrevivir en condiciones adversas del ambiente. En El Divisadero no se presentó incidencia del PA en ningún estado de desarrollo.

7. La mayor incidencia de frutos de guanábana dañados por el PA se presentó en el sitio de Altavista con 79.3 % en octubre; El Tonino con 68.75 % en septiembre; por lo que este insecto puede ser una de las limitantes en la producción de este cultivo en dicha época del año.

8. En Altavista no se observaron frutos con daños sólo en junio, en El Tonino no ocurrieron daños de enero a junio. En El Divisadero no se observó a *O. palmaris* ni daños ocasionados por este, debido al reciente reporte de esta especie en la zona de estudio, es probable que ocurra un proceso de adaptación y dispersión hacia otras zonas productoras de guanábana.

VIII. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos es recomendable enfocar el manejo del PA hacia las pupas y adultos. Cosechar todos los frutos y aquellos que presenten daños deben ser destruidos.

Para el caso del adulto se debe empezar a dirigir dicho control en el mes de julio. El control de las pupas se debe de iniciar a mediados de octubre.

Para conocer que control es el más adecuado, se necesita de un estudio detallado en laboratorio y posteriormente validado a nivel de campo y generar así el conocimiento que los productores y técnicos requieren para un manejo óptimo de la plaga.

LITERATURA CITADA

- Barbosa, P.M.J. y Berti, F.E. 2009. Exigencias térmicas e estimativa do número de gerações da broca-do-fruto *Annona* (*Cerconota anonella*). *Ciencia Rural* 39 (8): 2278-2284.
- Bailez, O.E., Viana, B.A.M., De Lima, O.J. y Moreira, D. 2003. Life-history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), under laboratory conditions. *Neotropical Entomology* 32 (2): 203-207.
- Blackwelder, R. E. 1947. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies and South America. United States National Museum. Bulletin 185: 888.
- Boscán, M.N. y Godoy, F.J. 1983. Enemigos naturales de *Cerconota anonella* Sepp. perforador del fruto de la guanábana (*Annona muricata* L.). *Agronomía Tropical* 33 (1-6): 155-161.
- Broglio, M.S.M.F. y Berti, F.E. 2000. Controle de *Cerconota anonella* em pomar de gravioleira. *Scientia Agricola* 57 (3): 557-559.
- Broglio, M.S.M.F., De Melo, A.A.G.S., Souza, B.G.V. y Leite, G.F. 2001. Controle de *Cerconota anonella* (Sepp.) (Lepidoptera: Oecophoridae) em frutos de graviola (*Annona muricata* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 23 (3): 722-725.
- Cabrera, I. y Martínez S. 2001. Susceptibilidad a insectos en selecciones y variedades de *Annona muricata* L. y *Persea americana* M. en Puerto Rico. *Agronomía Mesoamericana* 12 (1): 99-103.
- Calyecac, C.H.G., Cibrián, T.J., Bautista, M.N. y López, C.J. 2004. Comportamiento de alimentación, cortejo y oviposición de *Trichobaris championi* Barber (Coleoptera: Curculionidae). *Agrociencia* 38 (3): 365-373.
- Castañeda G., G.M. 2011. Ciclo de vida y hábitos del picudo de las Annonáceas *Optatus palmaris* Pascoe: observaciones en campo y laboratorio. Tesis de Licenciatura. Universidad Tecnológica de la Costa, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. p. 16-22.
- Castañeda, V.A., Nava, D.C., Hernández, F.L.M., Valdez, C.J. y Colunga, T.B. 2009. New host record and geographical distribution of *Optatus palmaris* Pascoe 1889 (Coleoptera: Curculionidae) in México. *Acta Zoológica Mexicana* 25: 663-666.



- Castañeda, V.A., Nava, D.C., Valdez, C.J., Ruiz, M.C., Vidal, H.L. y Barrios, M.S. 2010. Distribution and host range of *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae) in Mexico. *Neotropical Entomology* 39 (6): 1053-1055.
- Castro R., J.J. 2007. Cultivo de la anona (*Annona cherimola* Mill). Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica. p. 40.
- Cermeli, M., Morales, V.P., Godoy, F., Romero, R. y Cárdenas, O. 2002. Presencia de la cochinilla rosada de la cayena *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en Venezuela. *Entomotropica* 17 (1): 103-105.
- Chicalza Q., G.L., Pucha P., M.P. y Urigüen A., P.A. 2003. Proyecto para la producción y exportación de la guanábana en la hacienda "María Dolores" del Cantón El Guabo-Provincia de El Oro. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayachil, Ecuador. p. 36-38.
- Chong, J.H., Roda, A.L. and Mannion, C.M. 2008. Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. *Environmental Entomology* 37 (2): 323-332.
- Colunga T., B., Reyes T., B. y Salazar T., J.C. 2006. Efecto de repelente de aceites esenciales sobre los barrenadores de frutos del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). p. 121-123. In: Memoria del 1^{er} Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Productoras y Productores Experimentadores y de Investigadores en Agricultura Orgánica. Gregorio Varela Ochoa, Salvador V. Ganbay y Gilles Weidmann. Hotel Las Mercedes, Managua, Nicaragua, 26 al 29 de septiembre.
- Coria, Á.V.M. 1999. Ciclo de vida, fluctuación poblacional y control del barrenador de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, C. *aguacatae* B.) (Coleoptera: Curculionidae) en Ziracuaretiro, Michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 313-318.
- Corrales M., G. 1995a. Observaciones sobre la biología y comportamiento alimenticio de *Optatus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) en *Annona cherimola* Mill. p. 6. In: Resúmenes de 2do. Congreso Centroamericano y del Caribe y 3er. Costarricense de Entomología. San José ASENCO. San José, Costa Rica, 17-21 de Julio.

- Corrales M., G. 1995b. Identificación y cuantificación de daños ocasionados por plagas insectíles de la anona (*Annona cherimolla* Mill). p. 81. In: Resúmenes de 2do. Congreso Centroamericano y del Caribe y 3er. Costarricense de Entomología. San José ASENCO. San José, Costa Rica, 17-21 de Julio.
- Coto, A.D. y Saunders L.J. 2001. Insecto plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 61: 60-68.
- Cuba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). 2011. Instructivo técnico para el cultivo de la guanábana. Primera edición. Biblioteca ACTAF. p. 1-16.
- Esteban, D.J., Yela, L.J., Beitia, C.F. y Jiménez, Á.A. 1998. Biología del curculiónido ferruginoso de las palmeras *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) en laboratorio y campo: ciclo en cautividad, peculiaridades biológicas en su zona de introducción en España y métodos biológicos de detección y posible control (Coleoptera: Curculionidae: Rhynchophorinae). Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas 24: 737-748.
- Evangelista L., S., Aldana L., L. y Valdés E., M. 1997. Estudio del barrenador de la semilla de la guanábana *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae). p. 264-271. In: Memoria del I Congreso Internacional de Anonáceas. Chapingo, México.
- Follett, P.A. 2004. Generic vapor heat treatments to control *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae). Journal of Economic Entomology 97 (4): 1263-8.
- Fonseca, M.G., Sousa, S.L. and Lima, E.R. 2006. Polyandrous behavior in *Cerconota anonella* Sepp (Lepidoptera: Oecophoridae). Neotropical Entomology 35 (2): 277-278.
- García, G.G., Diéguez, F.L., Aldana, A.F. y Alonso, B.L. 2006. Biecología y estrategia de control de la mangosta (*Herpestes auropunctatus auropunctatus*). Importante Reservorio de la Rabia en Cuba. Archivo Médico de Camagüey, 10 (1). ISSN: 1025-0255.
- Hernández F., L.M., Bautista M., N., Carrillo S., J.L., Urias L., M.A. y Sánchez A., H. 2007. La guanábana: plagas y su manejo. Fundación Produce Nayarit A.C., Tepic, Nayarit, México. p. 4-29.

- Hernández, F.L.M., Bautista, M.N., Camillo, S.J.L., Sánchez, A.H., Urias, L.M.A. y Salas, A.M.D. 2008. Control del barrenador de las semillas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae) en guanábana, *Annona muricata* L. (Annonales: Annonaceae). *Acta Zoológica Mexicana* 24 (1):199-206.
- Hernández, F.L.M., Urias, L.M.A. y Bautista, M.N. 2010. Biología y hábitos del barrenador de la semilla *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae). *Neotropical Entomology* 39 (4): 527-534.
- Hernández, F.L.M., Valdez, C.J., Illescas, R.C.P., Maldonado, J.E. y Orozco, S.M. 2012. Descripción morfológica del edeago de *Optatus palmaris* Champion (Coleoptera: Curculionidae). *Southwestern Entomologist* 37 (2): 225-229.
- Jacobsen, C.M. and Hara, A.H. 2003. Irradiation of *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae) for phytosanitation of agricultural commodities. *Journal of Economic Entomology* 96 (4): 1334-1339.
- Kairo, M.T.K., Pollard, G.V., Peterkin, D.D. and Lopez, V.F. 2000. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 241-254.
- Kondo R., D.T. 2009. Las escamas de la guanábana: *Annona muricata* L. *Novedades Técnicas*. p. 25-29.
- Leitao B., M.L. 2007. Sistemática Filogenética da Tribu Neotropical Optatini Champion, 1907 (Coleoptera, Curculionidae, Baridinae). Tesis de Doctorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia. Universidade Federal do Amazonas. Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Manaus, Amazonas. p. 16-89.
- Maas, P.J.M. and Westra, L.Y.T. 1992. *Rollinia*. *Flora Neotropica*. New York Botanical Garden Press 57: 1-188 (49).
- Marcano, R., Malpica, T. y Sequera, L. 2006. Evaluación de insecticidas para el control de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en el laboratorio. *Entomotropica* 21 (2): 125-128.
- Mejía D., Munera G., S., Bustillo P., A.E. y Madrigal C., A. 1989. Ciclo de vida y algunos aspectos sobre los hábitos de *Cerconota anonella* (Sepp.)

- (Lepidoptera: Stenomidae). plaga de la guanábana en Antioquia. p. 34. *In*: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. SOCOLEN. Medellín, Colombia del 25-28 de julio.
- Monroy, R.A. e Insuasty, O.I. 2006. Biología del picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* (Marshall) (Coleoptera: Curculionidae). Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria 7 (2): 73-79.
- Monimoto, K. and Yoshihara, K. 1996. On the genera of the Oriental Baridinae (Coleoptera, Curculionidae). Esaki 36: 1-59.
- Peña, J.E. and Bennett, F.D. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. In the Neotropics. The Florida Entomologist 78 (2): 329.
- Peña, J.E., Glenn, H. and Baranowski, R.M. 1984. Important insect pests of *Annona* spp. in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 97: 337-340.
- Ramírez S., J.V. 1985. Embolsado de frutos de guanábana (*Annona muncata* L.) para la protección contra *Cerconota anonella* Sepp y su relación con la incidencia de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz). Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Heredia, Costa Rica. p. 49.
- Rodríguez, R. y Cásares, M.R. 2003. Algunos aspectos bioecológicos del gorgojo del nispero, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Entomotropica 18 (1): 57-61.
- Sahito, H.A., Soomro, R.B., Talpur, M.A., Memon, S.A. and Dhiloo, K.H. 2012. Biology of mulberry mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) in laboratory conditions. Basic Research Journal of Agricultural Science and Review 1 (1): 11-18.
- Salas, A.M.D., O'Brien, C.W. y Romero, N.J. 2001. Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) from the state of Guanajuato, Mexico. Insecta Mundi 15: 45-54.
- Serrano, M.S., Lapointe, S.L. y Meyerdirk, D.E. 2001. Attraction of males by virgin females of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). Environmental Entomology 30 (2): 339-345.
- SIAP-SAGARPA. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción Agrícola. www.siap.gob.mx. 18 de diciembre de 2012.

- Vidal H., L. y Nieto D., A. 1997. Diagnóstico técnico y comercial de la guanábana en México. p. 1-17. *In: Memoria del Congreso Internacional de Anonáceas*. Chapingo, México
- Villalobos S., E. y Corrales M., G. 1995. Uso del endosulfan y de embolsado con polietileno amarillo para combatir *Bephratelloides cubensis* Ashmead en la anona (*Annona cherimola* Mill). p. 67. *In: Resúmenes de 2do. Congreso Centroamericano y del Caribe y 3ero. Costarricense de Entomología*. San José ASENCO. San José, Costa Rica, 17-21 Julio.
- Wilcox, D., Dove, B., McDavid D. y Greer D. 2002. Image Tool for Windows Version 3.0. The University of Texas Health Science Center in San Antonio. U.S.A.
- Zettler, J.L., Follett, P.A. and Gill, R.F. 2002. Susceptibility of *Maconelicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae) to Methyl Bromide. *Journal of Economic Entomology* 95 (6): 1169-1173.

APÉNDICE

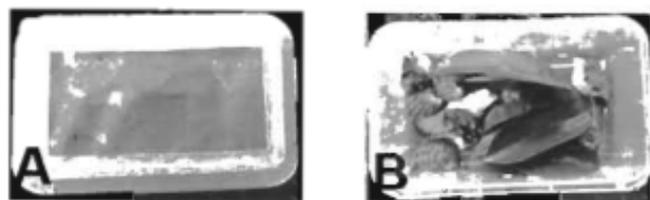


Figura 26. Recipiente con tapa modificada (A) para recolectar adultos de *O. palmaris* en su interior con trozos de fruta y follaje de guanábana (B)

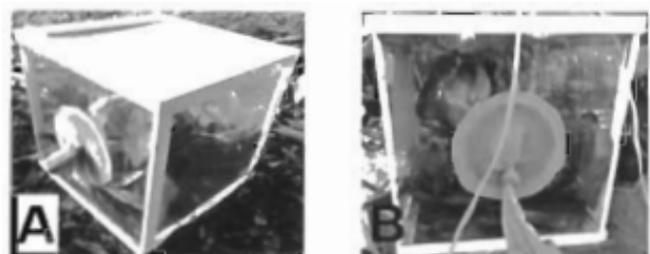


Figura 27. Jaula entomológica (A), con frutos, follaje de guanábana y adultos de *O. palmaris* en su interior (B)

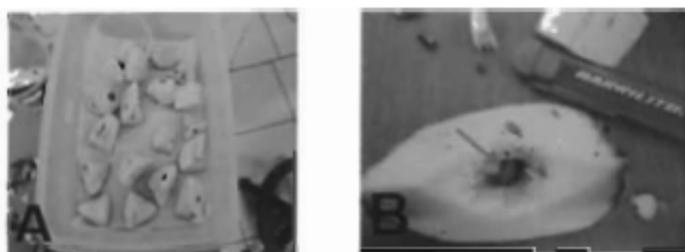


Figura 28. Trozos de frutos de guanábana donde se colocó el huevo (A) y larva de *O. palmaris* (B)

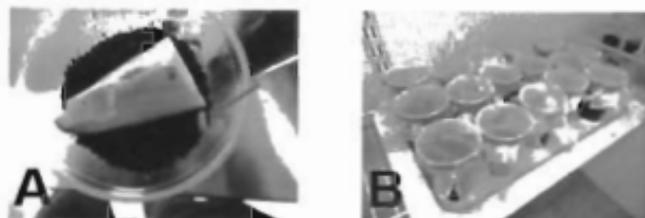


Figura 29. Larva con trozo de fruta de guanábana y sustrato en el interior de un vaso (A) y colocados en la cámara de cría (B)

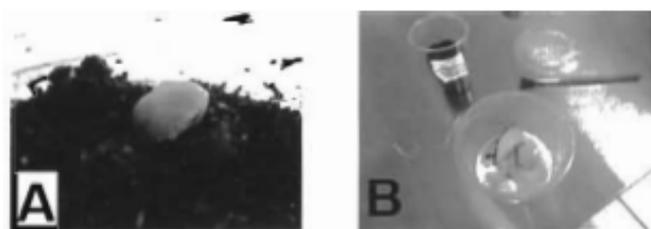


Figura 30. Pupa en el sustrato (A) y recipiente donde se colocó al adulto de *O. palmaris* (B)