



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

BIOECOLOGÍA Y CONTROL DEL BARRENADOR DE LAS ANONÁCEAS (*Bephratelloides cubensis* ASHMEAD)

LUIS MARTÍN HERNÁNDEZ FUENTES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

JUNIO DE 2008

La presente tesis titulada: **Bioecología y control del barrenador de las anonáceas (*Bephratelloides cubensis* ASHMEAD)** realizada por el alumno Luis Martín Hernández Fuentes, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

DR. NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ

ASESOR:

DR. JOSÉ LUIS CARRILLO SÁNCHEZ

ASESOR:

DR. HUSSEIN SÁNCHEZ ARROYO

ASESOR:

DR. MARIO ALFONSO URÍAS LÓPEZ

ASESOR:

DR. MANUEL DARIO SALAS ARAIZA

RESUMEN

BIOECOLOGÍA Y CONTROL DEL BARRENADOR DE LAS ANONÁCEAS

(*Bephratelloides cubensis* ASHMEAD)

La guanábana tiene un gran futuro en el mercado mexicano y de exportación; sin embargo, su producción se ve afectada por el ataque de plagas y enfermedades. *B. cubensis* es una de las plagas que causan mayores pérdidas económicas al cultivo de guanábana en México. Se han observado 60% de frutos dañados y de 5 a 50 semillas con daño por fruto, lo cual ocasiona pérdidas en la producción de hasta 25%. En Nayarit, se han determinado, en algunos casos, 100% de los frutos atacados. Los productores de la región, realizan aplicaciones de plaguicidas sin lograr un control efectivo. Con base en lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos: determinar el ciclo de vida y hábitos de *B. cubensis* en guanábana en condiciones de campo y evaluación de métodos de control. La mayor actividad de oviposición de *B. cubensis* ocurrió entre las 1200 a 1300 h (35°C, HR 54% y 409.34 luxes). *B. cubensis* pasó por cinco instares larvarios y los adultos sobrevivieron hasta 22 días, siendo más longevas las hembras que los machos, en promedio vivieron 22 y 15 días, respectivamente. Su ciclo de vida fluctuó entre los 69 a 122 días. El uso de barreras físicas para el control de *B. cubensis*, específicamente la cubierta de frutos con tela de organza, constituye una buena opción para reducir el daño causado por este insecto. Esta técnica puede ser recomendada dentro de un programa de manejo integrado de plagas. La aplicación de plaguicidas es justificable, siempre y cuando se realice durante las horas de mayor actividad de *B. cubensis*. De acuerdo con los resultados obtenidos, el insecticida recomendado para su uso es el dimetoato a 40 g de i.a./100 L de agua.

Palabras clave: *Bephratelloides cubensis*, guanábana, biología, control

BIOECOLOGY AND CONTROL OF THE ANNONAS' s BORER
(*Bephratelloides cubensis* ASHMEAD)

SUMMARY

Soursop has a big future in México and the outer market, too; however, the yield is affected by pests and diseases. In Mexico, *B. cubensis*, is the main pest of the soursop. From 5 to 50 seeds per fruit and 60% of affected fruits had been observed, this causes lost in the yield until 25%. In Nayarit, in some cases, 100% of the fruits are damaged. Growers from this state to apply pesticides, but do not obtain a successful control. With base in the previous thing, next objectives were considered: to find the cycle of live and habits of *B. cubensis* in soursop in field conditions, some methods of control were evaluated, too. The most activity to put down eggs occurred between 1200 and 1300 h (35° degrees Celsius, relative humidity of 54% and 409.34 luxes occurred). Five larvae stage were observed, adults survived until 22 days, the females lived more than the males, in fact, they lived 22 days and male lived 15 days. Their cycle of live fluctuated from 69 to 122 days. The coats were a good option to control *B. cubensis*, specifically the pocketing with organdi mesh. It can be used with a integrated management of pest. Use of pesticides is justified when *B. cubensis* has his greater activity. With base in obtained effects, dimethoate, with rate of 40 a.i./100 l of water, is recommended.

Keys words: *Bephratelloides cubensis*, soursop, biology, control.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado, anteriormente en Maestría en Ciencias y ahora el Doctorado.

A los profesores investigadores que durante mi estancia en el Colegio me transmitieron sus experiencias profesionales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por apoyarme económicamente y poder así culminar un capítulo importante de mi vida.

Al Dr. Néstor Bautista Martínez, por su disposición y apoyo invaluable que contribuyeron en gran medida a la conclusión de la presente tesis.

A los Drs. José Luis Carrillo Sánchez, Hussein Sánchez Arroyo, Mario Alfonso Urías López y Manuel Darío Salas Araiza, por sus valiosas sugerencias en el desarrollo de la investigación y elaboración de este documento.

A todos aquellos que compartieron momentos inapreciables, acompañándome en el transcurso de mi estancia en el Colegio de Postgraduados y hacer aun más grata ésta.

CONTENIDO

Resumen.....	i
Summary.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
Lista de cuadros y figuras.....	v
Introducción general	1
Antecedentes	2
Objetivos	4
Literatura citada	4
Capítulo I. Biología y hábitos de <i>Bephratelloides cubensis</i> Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae)	7
Introducción	7
Materiales y métodos	10
Comportamiento diurno y selección de frutos de guanábana para oviposición	10
Ciclo de vida de <i>B. cubensis</i>	12
Determinación de instares larvales	13
Tabla de vida de adultos de <i>B. cubensis</i>	14
Resultados y discusión	15
Comportamiento diurno y selección de frutos de guanábana para oviposición	15
Ciclo de vida de <i>B. cubensis</i>	18
Determinación de instares larvarios	22
Tabla de vida de adultos de <i>B. cubensis</i>	25
Conclusiones	27
Literatura citada	28
Capítulo II. Control de adultos de <i>B. cubensis</i> Ashmead	31
Introducción	31
Materiales y métodos	32
Ubicación del experimento	32
Evaluación de insecticidas y barreras físicas para el control de adultos de <i>B. cubensis</i>	33
Selección de frutos y aplicación de insecticidas	33
Diseño experimental	35
Resultados y discusión	35
Conclusiones	38
Literatura citada	38
Capítulo III. Conclusiones generales	41

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Porcentaje de incremento en superficie cultivada.....	2
Cuadro 2. Comportamiento diurno de hembras de <i>B. cubensis</i> en guanábana	17
Cuadro 3. Número de observaciones y porcentaje de clasificación de cada instar larval de <i>B. cubensis</i>	23
Cuadro 4. Longitud y tasa de incremento de las mandíbulas de larvas de <i>B. cubensis</i>	24
Cuadro 5. Tabla de vida de adultos hembras <i>B. cubensis</i>	26
Cuadro 6. Tabla de vida de adultos machos <i>B. cubensis</i>	26
Figura 1 a y b, larva y pupa de <i>B. cubensis</i>	9
Figura 2 a y b, hembra y macho de <i>B. cubensis</i>	9
Figura 3. Protección de árbol para estudio de comportamiento de hembras de <i>B. cubensis</i>	11
Figura 4. Identificación de frutos visitados por hembras de <i>B. cubensis</i>	13
Figura 5. Protección de frutos para evitar infestación natural.....	13
Figura 6. Cubrimiento de árbol para estudio de biología de <i>B. cubensis</i>	13
Figura 7. Mandíbula de <i>B. cubensis</i>	14
Figura 8. Secuencia de comportamiento diurno de hembras de <i>B. cubensis</i> en guanábana	16
Figura 9. Ciclo de vida de <i>B. cubensis</i> en <i>A. muricata</i> en condiciones de campo	21
Figura 11 a y b vista lateral de larvas de <i>B. cubensis</i> y mandíbulas de cada instar larval	22
Figura 12. Distribución de frecuencias para longitud de mandíbulas de <i>B.</i> <i>cubensis</i>	23
Figura 13. Curva de supervivencia para adultos hembras y machos de <i>B.</i> <i>cubensis</i>	27
Figura 14 a y b, infestación de guanábana por <i>B. cubensis</i> , primera y segunda evaluación	36

1. Introducción general

El género *Annona* agrupa alrededor de 100 especies nativas del continente americano; sin embargo, sólo seis tienen importancia comercial: guanábana (*Annona muricata* L.), saramuyo (*A. squamosa* L.), ilama (*A. diversifolia* Safford), chincuya (*A. purpurea* L.), anona (*A. reticulata* L.), chirimoya (*A. cherimola* Mill.) y el híbrido atemoya (*A. cherimola* X *A. squamosa*) (Nakasone y Paull, 1998). La guanábana destaca en superficie cultivada, cuyo probable centro de origen son las selvas amazónicas, antillanas y sureste de México (Gentry, 1996; citado por Cruz *et al.*, 2002). El guanábano es uno de los frutales más apreciados en los trópicos de Centro y Sudamérica debido a su agradable sabor y aroma; actualmente, su valor comercial se ha incrementado debido a su demanda en el mercado externo (Saunders y Coto, 2001). Entre los países con mayor superficie de guanábana se encuentran México con 5,915 ha (Vidal y Nieto, 1997), Brasil con 2,000 ha (Nieto *et al.*, 1998), Venezuela 1,075 ha y Costa Rica 500 ha (Elizondo, 1989). En México, el principal estado productor es Nayarit, en el cual se consigna una superficie de 1,301.5 ha (Anónimo, 2006). Comparado con otros cultivos tropicales, en México, el guanábano ha mantenido un crecimiento casi constante durante el periodo 1997-2006, al lograr un incremento acumulado de 95.46% en superficie cultivada (Cuadro 1). Este cultivo tiene gran futuro en el mercado de exportación a países de América del Norte, Caribe, Asia y Australia; sin embargo, su extensión y cultivo se han visto limitados, principalmente por la baja producción de frutos atribuido a problemas de polinización (Vidal, 2007 comunicación personal)¹, al ataque de plagas y enfermedades y problemas en el manejo poscosecha (Vidal y Nieto, 1997; Saunders y Coto, 2001; Cruz *et al.*, 2002; Peña *et al.*, 2002). No obstante; el potencial de crecimiento del cultivo de la guanábana en México, el grado de investigación en plagas y enfermedades es aún incipiente. En este sentido, Peña y Bennett (1995) consideran al menos 296 especies de

¹ Librado Vidal Hernández. Prof. Investigador. Facultad de Agronomía. Universidad Veracruzana.

artrópodos fitófagos asociados con *Annona* spp. en los países del trópico, de los cuales sobresalen los barrenadores de frutos y de semillas, son los principales causantes de pérdidas en la producción.

Cuadro 1. Porcentaje de incremento en superficie respecto al año inmediato anterior de algunos frutales tropicales en México. Anuario Agrícola 1997-2006 (Anónimo, 2006).

Cultivo	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Acumulado
Guanábana	-7	37	3	6	45	7	3	2	0	95
Limón	10	3	3	4	3	1	6	-2	2	31
Mango	2	0	-2	8	-1	1	3	-2	4	14
Naranja	2	-2	4	1	3	-1	1	-3	-1	4
Plátano	2	12	-6	2	-8	9	6	1	-7	11

2. Antecedentes

Los daños causados por barrenadores de frutos y semillas, se estiman entre 40 y 90% en áreas fuertemente infestadas (Peña *et al.*, 2002). En México, se carece de información referente a las plagas de la guanábana; en otros países como Costa Rica, Saunders y Coto (2001) al realizar un estudio sobre los principales insectos plaga de la guanábana, encontraron 10 especies como las más importantes: *Bephratelloides pomorum (maculicollis=)* (F.) (Hymenoptera: Eurytomidae), *Corythucha gossypii* (F.) (Hemiptera: Tingidae), *Cratosomus* sp., *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera: Aphididae), *Saissetia coffea* (Walker) (Hemiptera: Coccidae), *Pinnaspis strachani* (Cooley) (Hemiptera: Diaspididae), *Planococcus citri* (Cotonet) (Hemiptera: Pseudococcidae), *Trigona* spp., *Thecla ortygnus* (Cramer) (Lepidoptera: Lycaenidae) y *Cerconota anonella* (Sepp) (Lepidoptera: Stenomidae). Hamada *et al.* (1998), mencionaron siete especies de insectos nocivos a la guanábana en la región amazónica de Brasil, destacan: *B. pomorum* (F.), *C. anonella* (Sepp), *Membracis suctifructus* (Boulard

y Couturier) (Hemiptera: Membracidae), *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret), *Aphis spiraecola* (Patch) (Hemiptera: Aphididae), *A. gossypii* y *Cratosomus bombina* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). En el noreste de Brasil, Braga-Sabrinho *et al.* (1999), identificaron a *C. anonella* (Sepp) y *Trigona spinips* (F.) (Hymenoptera: Apidae) como las especies de mayor relevancia en el cultivo del guanábano; estas dos especies pueden causar daños de 62 y 53%, respectivamente; para *B. pomorum* (F.) no mencionan daños significativos en los frutos; en el caso del minador *Prinomerus anonicola* (Bondar) (Coleoptera: Curculionidae) consignan daños de 17 a 22%, para *Cratosomus* sp. y varias especies de defoliadores mencionan pérdidas de 19 a 32%.

Las avispas del género *Bephratelloides* Girault (Hymenoptera: Eurytomidae), son consideradas plagas primarias de las anonáceas en el continente americano, destacan *Bephratelloides cubensis* (Ashmead), *B. pomorum* (F.), *B. paraguayensis* (Crawford) y *B. petiolatus* (Grissell y Schauff, 1990). Las dos primeras, son las de mayor distribución y se encuentran prácticamente en todas las regiones donde se cultivan las anonáceas (Peña y Bennett, 1995).

La avispa de las anonáceas *B. cubensis* (Ashmead), se menciona como plaga importante de la atemoya (*A. squamosa* x *A. reticulata*), *A. reticulata* y *A. squamosa* en Florida, E.U.A. (Peña *et al.*, 1984; 2002); su presencia ha sido registrada en Perú en frutos de chirimoya (Korytkowski y Ojeda, 1966); en Cuba se ha registrado en *A. squamosa* y *A. reticulata* (Bruner y Acuña, 1967); en Honduras se tiene detectada su presencia en varias especies de *Annona* (Granadino y Cave, 1994); en Haití, tiene como hospedera a *A. reticulata* (Dozier, 1930). En Costa Rica (Saunders y Coto, 2001); Puerto Rico (Medina-Gaud *et al.*, 1989) y México (Velasco y Rodríguez, 1980; Vidal y Nieto, 1997), la guanábana constituye su principal hospedero.

B. cubensis es una de las plagas que causan mayores pérdidas económicas al cultivo de guanábana en México (Sánchez y Franco, 2001). Se han observado 60% de frutos dañados y de 5 a 50 semillas con daño por fruto, lo cual ocasiona pérdidas en la producción de hasta 25%, (Evangelista *et al.*, 1999; Vidal y Nieto, 1997). Velasco y Rodríguez (1980) mencionaron la presencia de *B. cubensis* en Nayarit, México y consignan 60% de frutos atacados en este mismo estado. En muestreos realizados en Nayarit, en el ciclo de producción Verano-Otoño del 2005, en algunos casos se registraron daños por *B. cubensis* en 100% de los frutos (observación personal). Considerando la importancia que representa este insecto como limitante importante en el cultivo de la guanábana, se realizó el presente estudio con los siguientes objetivos.

3. Objetivos

- 1) Determinar el ciclo de vida y hábitos de *B. cubensis* en guanábana en condiciones de campo.
- 2) Evaluar métodos de control de *B. cubensis*.

4. Literatura citada

- Anónimo, 2006. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGAPRA. México. (<http://www.siap.gob.mx>).
- Braga-Sabrinho, R., C. T. Bandeira y A. L. M. Mesquita. 1999. Occurrence and damage of soursop pests in northeast Brazil. *Crop Protection* 18: 539-541.

- Bruner, S. C. y J. Acuña. 1967. Sobre la biología de *Bephrata cubensis* Ashm., el insecto perforador de las frutas anonáceas. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Agronomía, Serie Agrícola. Num. 1: 1-14.
- Cruz, C. J. G., P. A. Torres L., J. C. Delgado M., V. Domínguez M., D. Martínez P. y O. Franco M. 2002. El Guanábano: Agronomía y Usos de Frutos Tropicales. UACH. Chapingo, México. 177 p.
- Dozier, H. L. 1930. Two important pest indian seed infesting chalcid wasp. J. Dept. Agric. Puerto Rico 16:103-112.
- Elizondo, M. R. 1989. Consideraciones Agroeconómicas del Guanábano en Costa Rica. MAG, ASOPRAGUA, INA, UCR. San José, Costa Rica. 206 p.
- Evangelista, L. S., V. Estrada Ma. E. y Aldana L. Ll. 1999. Tabla de vida de *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae) bajo condiciones de laboratorio. pp: 209-216. In: Memorias del II Congreso Internacional de Anonáceas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Granadino, C. A. y R. D. Cave. 1994. Inventario de artrópodos y hongos patógenos de *Annona* spp. en cuatro localidades de Honduras. Turrialba 44:129-139.
- Grissell, E. E. y M. E. Schauff. 1990. A synopsis of the seed feeding genus *Bephratelloides* (Chalcidoidea: Eurytomidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 92:177-187.
- Hamada, N., A. L. S. Gomes, G. Couturier y B. Ronchi-Teles. 1998. Insetos associados à gravioleira (*Annona muricata* L., Anonaceae) na região de Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 28: 425-431.
- Korytkowski, G. y D. Ojeda-Peña. 1966. *Bephrata cubensis* Ashmead (Hym: Eurytomidae), una nueva especie dañina a las anonáceas en el Perú. Rev. Per. de Entomol. 9:56-60.

- Medina-Gaud, S., F. D. Bennett, A. E. Segarra-Carmona y A. Pantoja. 1989. Notes on insect pests of soursop (Guanábana), *Annona muricata* L., and their natural enemies in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 73: 383-389.
- Nakasone, H.Y. y Paull, R.E. 1998. Annonas. Pp. 45-75. *In: En Nakasone H.Y. y Paull R.E. (eds.). Tropical Fruits. CAB Internacional. U.K.*
- Nieto, D. A., A. R. Sao Jose e S. E. Souza. 1998. Perdas na pre e pos-colheita de graviola no estado da Bahia. *In: Pocos d Caldas-Mg. (ed.). Congreso Brasileiro de Fruticultura. UFLA. 400 p.*
- Peña, J. y F. D. Bennett. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the Neotropics. *Fla. Entomol.* 78:329-349.
- Peña, J. E., H. Glenn, and R. M. Baranowski. 1984. Important insect pest of *Annona* spp. in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 97: 337-340.
- Peña, J. L., H. Nadel, M. Pereira B., and D. Smith. 2002. Pollinators and pests for *Annona* species. pp: 197-221. *In: Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economics, Natural Enemies and Control. J. Peña, L., J. Sharp L., and M. Wysoki (eds.). CABI International Publishing. 430 p.*
- Sánchez-Soto, S. y O. Franco-Mora. 2001. Presencia de *Bephratelloides cubensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Eurytomidae) en Tabasco, México. *Folia Entomol. Mex.* 40: 143.
- Saunders J. L. y D. Coto, A. y 2001. Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 61: 60-68.
- Velasco, C. J. J. y C. Rodríguez G. 1980. Producción de guanábano (*Annona muricata*) en el estado de Nayarit. Pp: 633-652. *In: Memoria 3er. Simposium de la Investigación, Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT durante 1979. Tomo 2. CONAFRUT-SARH. Jalapa, Veracruz.*
- Vidal, H. L. y D. Nieto A. 1997. Diagnóstico técnico y comercial de la guanábana en México. Pp: 1-17. *In: Memoria: I Congreso Internacional de Annonaceas. Chapingo, México. 12 14 de noviembre de 1997.*

Capítulo I. Biología y hábitos de *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae).

1.1 Introducción

La avispa de las anonáceas *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae) es un insecto oligófago y sus únicos hospederos conocidos son la guanábana *Annona muricata* L., saramuyo *A. squamosa* L., anona *A. reticulata* L., chirimoya *A. cherimola* Mill., la atemoya *A. cherimola* x *A. squamosa*, *A. glabra* y *A. montana* (Nadel y Peña, 1991; Peña y Bennett, 1995). Esta especie está relacionada taxonómicamente con *B. pomorum*, ambas documentadas en la región neotropical (Peña *et al.*, 2002).

La presencia de *B. cubensis* en México ha sido registrada en los estados de Morelos (Evangelista *et al.*, 1999), Tabasco (Sánchez y Franco, 2001) y Nayarit (Velasco y Rodríguez, 1980; Hernández *et al.*, 2006). El principal daño lo causan las larvas al alimentarse del endospermo de las semillas de los frutos en crecimiento, la pupa se forma dentro de la semilla, posteriormente, los adultos, al emerger, realizan galerías a través de la pulpa, las cuales finalizan con un orificio de salida de 1 a 2 mm de diámetro. Los orificios sirven de puerta de entrada a insectos necrófagos y a hongos fitopatógenos, esto demerita la calidad de los frutos (Nadel y Peña, 1991a).

Respecto a su comportamiento, la actividad diurna de *B. cubensis* en plantaciones de atemoya en Florida, E.U.A., Peña *et al.* (1984), mencionan una mayor actividad a las 1500 h a temperaturas de 31 a 33°C, incluyendo oviposición, emergencia y reposo del adulto en la copa del árbol; la oviposición fue mayor de las 1500 a las 1600 h, a una temperatura de 25 y 26.5°C, respectivamente. Estos autores concluyen que las aplicaciones de productos químicos deben ser en este horario; también señalan que, durante la noche, el

insecto se resguarda en el envés de las hojas y en el día se mueven hacia la superficie de éstas.

Los estudios de biología de *B. cubensis*, son muy variables. Así, por ejemplo, Evangelista *et al.* (1999) estudiaron el ciclo de éste insecto en condiciones de laboratorio, a una temperatura promedio de $29^{\circ}\text{C} \pm 2$ y $80\% \pm 10$ de humedad relativa, donde alimentaron a las larvas con dieta merídica hecha a base de semilla de guanábana (50% -no mencionan el estado de madurez-), germen de trigo (24%), bagazo de caña (15%), azúcar (10%), proteína hidrolizada (1%) y benzoato de sodio; los adultos se mantuvieron en jaulas y alimentados con miel, el ciclo total se completó en 86 días. Sin embargo, en condiciones de campo, otros autores mencionan un periodo de 30 a 45 días en *A. cherimola* (Korytowski y Ojeda, 1966), 66 a 101 días en *A. reticulata* (Bruner y Acuña, 1967) y en frutos de atemoya su ciclo es de 86 días (Nadel y Peña, 1991a).

Se conoce que la hembra de *B. cubensis* deposita el huevo insertando el ovipositor en frutos de dos a tres cm de diámetro; deposita sólo uno por semilla, éste es de color blanco-amarillento, mide 0.2 mm de largo y 0.1 mm de ancho, el polo posterior es caudado (Evangelista *et al.*, 1999); la hembra deposita durante toda su vida 102 huevos en promedio, de los cuales eclosiona sólo el 5%; la larva es de color blanco lechoso, en forma de "C", con la cabeza diferenciada del resto del cuerpo (Fig. 1a), completamente desarrollada alcanza los 7.5 mm de longitud y 2 mm en su parte más ancha. Emerge del huevo a los 12-14 días y pasa por cinco estadios larvarios en un periodo de 41 días; la pupa es de tipo exarata (Fig. 1b), de color blanco al inicio y conforme madura se torna café amarillento, mide alrededor de 7 mm de longitud. La duración de este estado de desarrollo es de nueve días y el adulto vive de 6 a 24 días. Presenta dimorfismo sexual, la hembra mide de 7 a 8 mm de longitud y el macho de 6 a 7 mm (Evangelista *et al.* 1999). La hembra presenta antenas

cortas y no se extienden hasta la punta del ala (Fig. 2a); los tarsos anteriores son redondeados, el macho en cambio presenta antenas largas extendiéndose hasta la punta del ala (Fig. 2b); los tarsos anteriores elongados, pudiéndose diferenciar desde el estado de pupa (Evangelista *et al.*, 1999).

El número de generaciones es de cuatro a cinco dependiendo de la disponibilidad de hospedantes, la hembra realiza “pruebas” (inserta el ovipositor sin depositar el huevo) antes de ovipositar; en atemoya oviposita en frutos pequeños de 1.5 a 5.5 cm de diámetro (tres a siete semanas de “amarre”) y aunque “prueba” frutos más grandes usualmente no oviposita, se concluye que la dureza de la semilla y el grosor de la pulpa son determinantes para la oviposición (Peña *et al.*, 2002).

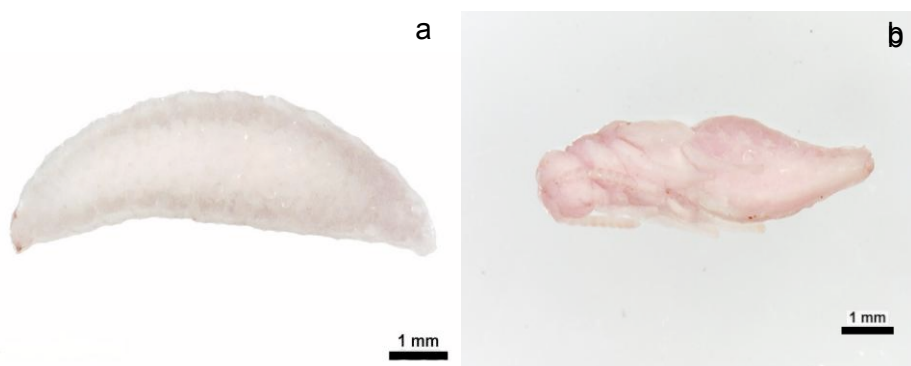


Figura 1. a) Larva, b) Pupa de *B. cubensis*.



Figura 2. a) Hembra, b) Macho de *B. cubensis*.

1.2 Materiales y métodos

1.2.1 Comportamiento diurno y selección de frutos de guanábana para oviposición

El comportamiento diurno y selección de frutos se observó en una plantación de guanábana de cuatro años de edad, ubicada a los 21°11'15.9" de latitud Norte y 105°08'2.9" de longitud Oeste y 40 msnm, en la comunidad de Las Varas, Compostela, Nayarit, México, del 19 de septiembre al 14 de octubre de 2005. El estudio se realizó en ocho árboles de 2.5 m, cubriéndolos individualmente con tela Tricot tipo organdi, formando una "jaula" de 2x2x2 m (Fig. 3). Se eligieron aquellos árboles con frutos de dos a 10 cm de diámetro. Dentro del huerto, semanalmente se colectó una hembra al momento en que ésta ovipositaba ó posaba sobre un fruto. En total se colectaron cuatro hembras. Cada hembra se introdujo en una jaula y se observó de las 800 a las 1800 h, durante cinco días. Este lapso se determinó con estudios previos (observación personal, 2006) al observar que la hembra, después de éste periodo, camina y/o se posa durante varias horas en la tela. Cada 10 minutos

se anotó la actividad realizada por el insecto. Diariamente, la hembra se liberaba dentro de la “jaula”, en la parte media del árbol y, al final del periodo diario de observación, se recolectaba para introducirla en una jaula de madera de 65 cm de longitud, 35 cm de ancho y 42 cm de altura, cubierta con tela antiáfidos. Con el fin de proporcionar una descripción objetiva del comportamiento, se construyó una tabla de contingencia de primer orden de Markov, esta tabla proporciona la frecuencia de transición de un acto a otros posibles actos dado que ocurrió uno anterior; la probabilidad esperada para cada transición fue calculada por el método normal de X^2 (Fagen y Young, 1978). La independencia del evento de transición fue calculada mediante: $y=(O_{ij}-E_{ij})/(E_{ij})^{0.5}$, donde O_{ij} =frecuencia observada en la celda i,j y E_{ij} =frecuencia calculada en la celda i,j ; si $|y| > (X^2_{0.05, g.l.})^{0.5}$ /número de eventos, entonces la transición acto i a acto j , ocurre en un frecuencia que difiere significativamente ($\alpha=0.05$) de la ocurrencia por azar (Bishop *et al.*, 1975). Las transiciones con frecuencia significativas ($p<0.05$) se utilizaron para construir los diagramas de flujo del comportamiento diurno (Birch *et al.*, 1989). Cada hora se registraron temperatura, humedad relativa e iluminancia ocurrida durante el periodo de observación, para ello se colocó un Datalogger modelo HOBO® TEMP, RH, LI, Ext. (c) 1996 Onset, en el estrato medio de cada árbol cubierto. Al momento de ser visitados por el insecto, se midió el diámetro de los frutos y se identificaron con esmalte (Fig. 4) rosa y café aquellos dañados y no dañados, respectivamente. Se consideró fruto dañado aquel donde el insecto insertaba el ovipositor. Para contar el número de larvas y porcentaje de semillas dañadas, cada fruto se seccionó 15 días después de ser visitado. El comportamiento insectil, es determinado, entre otros factores, por el estado biológico y fisiológico del insecto (Prokopy y Lewis, 1993). Por lo tanto, para observar hembras en estados similares y que éstas estuvieran en condiciones de ovipositar, después de observar cada una de ellas, se introdujeron en

alcohol 70%, posteriormente, en laboratorio, con ayuda de un microscopio estereoscópico, se seccionaron para determinar la presencia de huevos.



Figura 3. Protección de árbol para estudio de comportamiento de hembras de *B. cubensis*. Las Varas, Nayarit. 2006.

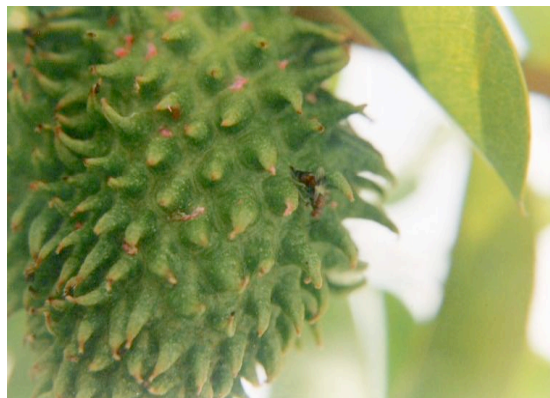


Figura 4. Identificación de frutos visitados por hembras de *B. cubensis*.

1.2.2 Ciclo de vida

El estudio se realizó en Las Varas, Nayarit en la misma huerta del experimento anterior, en la ubicación geográfica previamente mencionada. Para evitar infestaciones naturales, se protegieron 87 frutos no mayores de 2 cm de diámetro en ocho árboles, utilizando bolsas de tela de organza (Fig. 5) de 372 perforaciones por pulgada⁻¹. Después de estar protegidos por un periodo de 17 a 25 días, se realizó la infestación empleando la metodología propuesta por Pereira *et al.* (1997), estos autores realizaron estudios con *B. pomorum*, especie cercana taxonómicamente a *B. cubensis*, cubriendo un fruto con tela e introduciendo 10 a 15 parejas recién emergidas por cada fruto. En esta investigación se cubrió por completo el árbol con una jaula de tela de organza cuyas dimensiones fueron 2.5x2.5x2.5 metros (Fig. 6). Las hembras utilizadas

se obtuvieron de frutos de *A. squamosa* colectados en la región de estudio, se introdujeron dos hembras por árbol durante 48 horas, cada hembra utilizada tenía dos días de emergencia. La cantidad de hembras necesarias para obtener suficientes oviposturas se determinó mediante observaciones previas, el objetivo fue evitar que las hembras se vieran “obligadas” a depositar en una misma semilla varios huevos como ocurrió en el estudio realizado por Pereira *et al.* (1997). Debido al cuidado requerido en la manipulación y observación de las hembras introducidas, la infestación se realizó en dos árboles a la vez, por lo que el periodo de infestación utilizado en los ocho árboles fue de ocho días en total, este lapso de tiempo transcurrido se tomó en cuenta al momento de realizar la disección de frutos para observar el estado de desarrollo del insecto.

Después de retirar las hembras, se colectó diariamente un fruto para extraer las semillas y observar el estado biológico del insecto. El periodo mínimo de incubación se estableció al considerar el tiempo transcurrido entre la oviposición y la observación de la primera larva; el de máxima incubación comprendió el tiempo transcurrido entre el día de oviposición y el día en que ya no se observaron huevos durante la disección de frutos y semillas. El mismo procedimiento se utilizó para los estados de larva y pupa. Las larvas colectadas en cada fecha de muestreo se conservaron en alcohol etílico 70%, para posteriormente determinar el estadio larval mediante la medición de longitud y anchura de las mandíbulas.



Figura 5. Protección de frutos para evitar infestación natural.



Figura 6. Cubrimiento de árbol para estudio de biología de *B. cubensis*. Las Varas, Nayarit. 2007.

1.2.3 Determinación de instares larvales

Se sabe que *B. cubensis* (Evangelista *et al.*, 1999) y *B. pomorum* (Pereira *et al.*, 1997) pasan por cinco estadios larvales; sin embargo, en el caso de *B. cubensis* no existe información para identificar cada instar, por ello, para determinar la duración de éste, se requirió identificar previamente cada instar larval. Al saber que el insecto pasa el estado de larva y pupa dentro de la semilla, se consideró que dentro de ésta se encontraban las exuvias de cada instar larval. Para extraer cada exuvia, se colectaron semillas de guanábana infestadas naturalmente. La extracción de las exuvias se realizó en un microscopio estereoscópico. De las exuvias recuperadas se aislaron las mandíbulas y se hicieron montajes temporales en glicerina para realizar las mediciones. Posteriormente, el estudio fotográfico se realizó en un fotomicroscopio III de Carl Zeiss® con cámara digital Pixera® Professional y la medición de las imágenes digitalizadas se realizó con el programa Image Tool para Windows ver. 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002). De cada mandíbula se midió la longitud partiendo del condilo mandibular hasta su ápice y la anchura se tomó de la parte más ancha (Fig. 7). En total, se midieron 182 y 205 mandíbulas, ancho y largo,

respectivamente. El tamaño de las mandíbulas fue utilizado para determinar los instares larvales de *B. pomorum*. Se elaboraron las distribuciones de frecuencia agrupándolas en clases de 5 μm para su análisis gráfico y un análisis discriminante para determinar el número de instares larvales empleando el paquete estadístico SAS versión 8.1.

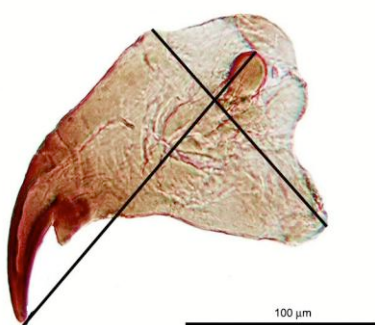


Figura 7. Mandíbula de *B. cubensis*

1.2.4 Tabla de vida de adultos de *B. cubensis*

Para determinar la longevidad de los adultos, se colectaron frutos de guanábana y se introdujeron en jaulas para esperar la emergencia. Los adultos machos se colocaron individualmente en frascos de plástico de un litro de capacidad, en la parte interna de la tapa de éstos se asperjó una solución azucarada (agua y azúcar, 10mL y 1 g, respectivamente) como alimento. Las hembras se colocaron en una jaula de vidrio de 45x45x45 cm y en una de las paredes se asperjó la solución azucarada. En total, se confinaron 30 machos y 30 hembras de la misma edad. Las observaciones se hicieron diariamente y con los datos obtenidos se construyó una tabla de vida, se calcularon los siguientes parámetros poblacionales:

x = intervalo de tiempo (días de observación)

n_x = número de sobrevivientes al inicio del intervalo x

l_x = proporción de organismos que sobreviven al inicio del intervalo x

d_x = número de individuos muertos durante el intervalo x a $x+1$

q_x = tasa de mortalidad durante el intervalo x a $x+1$

e_x = esperanza media de vida para organismos vivos al inicio de la edad x

L_x = número de individuos vivos en promedio durante el intervalo de edad x a $x+1$

T_x = número de individuos por unidad de tiempo

El lapso que permanecieron vivos, comprendió la longevidad de estos.

1.3 Resultados y discusión

1.3.1 Comportamiento diurno y selección de frutos para oviposición

Al momento de liberar a la hembra (800 h) en el árbol dentro de la jaula, a una temperatura media (TM) de 26.6°C, humedad relativa (HR) de 81.59% e iluminancia de 122.59 Luxes (Lux), ésta voló ($n=19$), hacia el estrato superior del árbol para posarse en el haz (Cuadro 1) con una probabilidad de transición de 0.12 ($\alpha=0.05$) (Fig. 8). Esta actividad fue observada por Peña *et al.* (1984) en árboles de atemoya, ingiere agua del rocío que hay en el follaje. Al final del periodo de observación (a partir de las 17:00 h, TM de 31.02°C, HR de 66.5% y 122.56 Lux) vuela hacia el estrato superior para posarse en el haz nuevamente. La actividad “vuela a tela”, donde el insecto se posaba y/o caminaba sobre el techo o pared de la jaula, es considerada como el vuelo hacia otros árboles, ya sea en búsqueda de frutos o para posarse en el follaje. Peña *et al.* (1984) observaron una búsqueda constante de árboles de atemoya, concluyendo que esta actividad depende de la disponibilidad del hospedero; sin embargo, en esta investigación, ocurrió de manera constante durante el periodo diario de

observación (Cuadro 2), aún con la presencia de frutos y árboles cercanos. La mayor actividad de oviposición en guanábana, a diferencia de lo observado por Peña *et al.* (1984) en atemoya, ocurrió de las 1200 a las 1300 h (Cuadro 2), a una TM de 35.04°C, HR de 54.6% y 409.34 Lux. Además, se observó que la hembra se alimenta de la savia que secreta el fruto al momento de ser dañado. Los vuelos en busca de frutos (n=63) y otros árboles (n=42) son realizados a una altura mayor de 0.75 m y 1.6 m del suelo, respectivamente. La probabilidad de transición de un acto a otro ($\alpha=0.05$) se muestra en la figura 8.

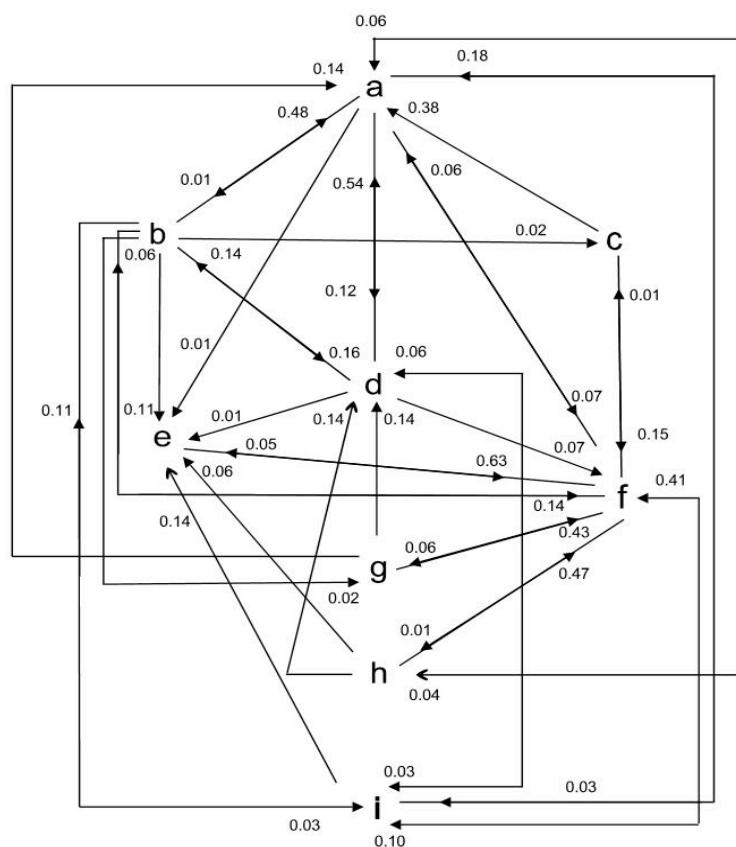


Figura 8. Secuencia de comportamiento diurno (0800 a 1600 h, de hembras de *B. cubensis* en guanábana. a= posa en hoja; b= limpia cuerpo; c= toma agua; d= vuela a hoja; e= vuela a fruto; f= oviposita; g= se alimenta; h= posa en fruto; i=vuela en busca de fruto. Los números indican la probabilidad de transición ($p<0.05$).

Cuadro 2. Comportamiento diurno de hembras de *B. cubensis* en guanábana. Las Varas, Nayarit, México. 2005.

Hora del día	*frecuencia								
	Posa en hoja	Limpia cuerpo	Bebe agua	Vuela a hoja	Vuela a fruto	Oviposita	Se alimenta	Posa en fruto	Vuela a tela
8 a 9	0.779	0.091	0.041	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9 a 10	0.397	0.126	0.031	0.114	0.106	0.158	0.000	0.042	0.026
10 a 11	0.144	0.051	0.058	0.092	0.103	0.436	0.022	0.046	0.046
11 a 12	0.094	0.000	0.026	0.144	0.198	0.136	0.130	0.117	0.155
12 a 13	0.103	0.059	0.000	0.050	0.102	0.535	0.033	0.024	0.095
13 a 14	0.115	0.149	0.000	0.037	0.148	0.451	0.043	0.022	0.035
14 a 15	0.154	0.101	0.000	0.090	0.067	0.390	0.046	0.012	0.140
15 a 16	0.321	0.048	0.000	0.086	0.130	0.304	0.012	0.022	0.077
16 a 17	0.445	0.109	0.000	0.207	0.000	0.171	0.012	0.028	0.028
17 a 18	0.632	0.092	0.000	0.194	0.022	0.044	0.000	0.000	0.016

*La frecuencia se obtuvo dividiendo el total de veces realizada cada actividad por la suma de todas las actividades.

En total fueron visitados 33 frutos, de los cuales 17 fueron dañados (diámetro mínimo=3.1 y máximo=7.6 cm) y 16 sólo visitados (diámetro mínimo=4.8 cm y máximo=7.6 cm) (Error estándar=0.29 y 0.23, respectivamente); en estos últimos, el insecto sólo caminó tocando con sus antenas la superficie del fruto y posteriormente volaba. Brunner y Acuña (1967) observaron preferencia de oviposición en frutos de guanábana de tres a cuatro cm de diámetro; por su lado Peña *et al.* (1984) encontraron cuatro veces más infestación en frutos de

atemoya de seis cm de diámetro, comparado con frutos de cuatro, siete y ocho cm de diámetro; en frutos menores de tres cm no se observó infestación.

Se obtuvieron 25.1 larvas de frutos dañados y una infestación de 53.53% del total de semillas, cinco veces más que lo observado por Peña *et al.* (1984) en frutos de atemoya en Florida, E.U.A. Al respecto, Nadel y Peña (1991b) al estudiar la estacionalidad de oviposición de *B. cubensis* en frutos de atemoya en Florida, E.U.A., observaron que ésta es mayor en los meses de agosto y octubre y menor en mayo y junio. Mencionaron, además, que la menor temperatura ocurrida en estos últimos meses y la poca disponibilidad de frutos, juegan un papel importante para el porcentaje de oviposición. Al seccionar los frutos visitados, no dañados por las hembras observadas, se encontraron 21.56 larvas y 47.88% de semillas infestadas. Esto indica un daño anterior de los frutos por otras hembras y se puede sugerir que hay un “límite” de infestación, ocurriendo una competencia intraespecífica; la marcación de frutos es observada en otros barrenadores, donde la hembra “marca” el sitio de oviposición después de realizar este acto, con el propósito de evitar que otros insectos de la misma especie ovipositen en el mismo sitio (Prokopy 1972; Prokopy *et al.*, 1977; Prokopy *et al.*, 1978).

1.4.2 Ciclo de vida de *B. cubensis*

Huevo. La duración del estado de huevo tuvo una variación de 12 a 24 días en condiciones de campo sobre frutos de guanábana (Fig. 9) Evangelista *et al.* (1999), concluyeron que el estado de huevo tiene un periodo de incubación de 12 días en frutos de guanábana observados en laboratorio. Bruner y Acuña (1967) reportan 12 a 14 días para el periodo de incubación de los huevos de *B. cubensis* en frutos de *A. squamosa*. Pereira *et al.* (1997) reportan que los huevos de *B. pomorum*, especie cercana a *B. cubensis*, tienen un periodo de

incubación de 8 a 15 días. Las diferencias entre estudios están fuertemente influenciados por factores geográficos, del hospedero y climáticos; estos últimos con mucha influencia sobre la biología de numerosas especies de insectos.

Larva. Las larvas se desarrollan de manera individual en una sola semilla, se alimentan del endospermo hasta destruirlo completamente. La larva se desarrolló en un periodo de 23 a 50 días (Fig. 9). Los estudios previos a éste mencionan una similitud con nuestros resultados. Evangelista *et al.* (1999) mencionan una duración de 41 días para el estado de larva, en tanto que Bruner y Acuña (1967), señalan un periodo entre 42 a 52 días. En el caso de *B. pomorum*. Pereira *et al.* (1997), observaron que este insecto cumple el estado de larva en 31 a 67 días; sin embargo, Saunders y Coto (2001), estudiando esta misma especie, reportaron una duración de 40 a 50 días. Este insecto pasó por cinco instares larvales, los mismos fueron observados por Evangelista *et al.* (1999).

Pupa. A diferencia de otros estudios, *B. cubensis* tardó entre 13 a 34 días (Fig. 9) en estado de pupa bajo en las condiciones de estudio, las causas principales de esa diferencia pueden ser ambientales y el hospedero; de esta manera Evangelista *et al.* (1999), concluyeron que la pupa de *B. cubensis* en laboratorio tiene una duración de 9 días; sin embargo, Bruner y Acuña, (1967) consignan una duración de la pupa de *B. pomorum* de 10 a 20 días. Tanto en Brasil como en Costa Rica, la duración de la pupa trascurrió de manera similar, de 14 a 20 y 9 a 21 días, respectivamente.

La emergencia de las pupas ocurrió en las semillas de la guanábana, la larva no forma pupario y se cubre con sus propios detritos. En este estado de desarrollo es posible identificar el sexo de los adultos, las pupas hembras

tienen el abdomen grande y el ápice constreñido; los machos presentan el abdomen corto y redondeado.

Adulto. Los resultados obtenidos en este estudio, demuestran que las hembras de *B. cubensis* son relativamente mas longevas que los machos. En el primer caso, se registró una duración de 21 días y 14 días (Fig. 10), respectivamente. Los machos se colocaron separados porque se observó agresión intraespecífica, llegando a provocarse daños considerables entre ellos e incluso la muerte. Este comportamiento es reportado por Bruner y Acuña (1967). En laboratorio, según los datos reportados por Evangelista *et al.* (1999), este insecto logró una longevidad de 24 días; contrariamente, *B. pomorum* tuvo una longevidad muy reducida, tanto las hembras como los machos, apenas alcanzaron de 2 a 10 días. Finalmente, se concluye que el ciclo de vida de *B. cubensis* tiene una duración de 95.5 días bajo las condiciones ambientales de Nayarit (Temperatura media y humedad relativa de 27° C y 59.5%, respectivamente); en Perú, este insecto tiene un ciclo biológico de 30 a 45 días, en chirimoya *A. cherimola* (Korytkowski y Ojeda, 1966). En laboratorio, el ciclo de vida se cumple en 86 días.

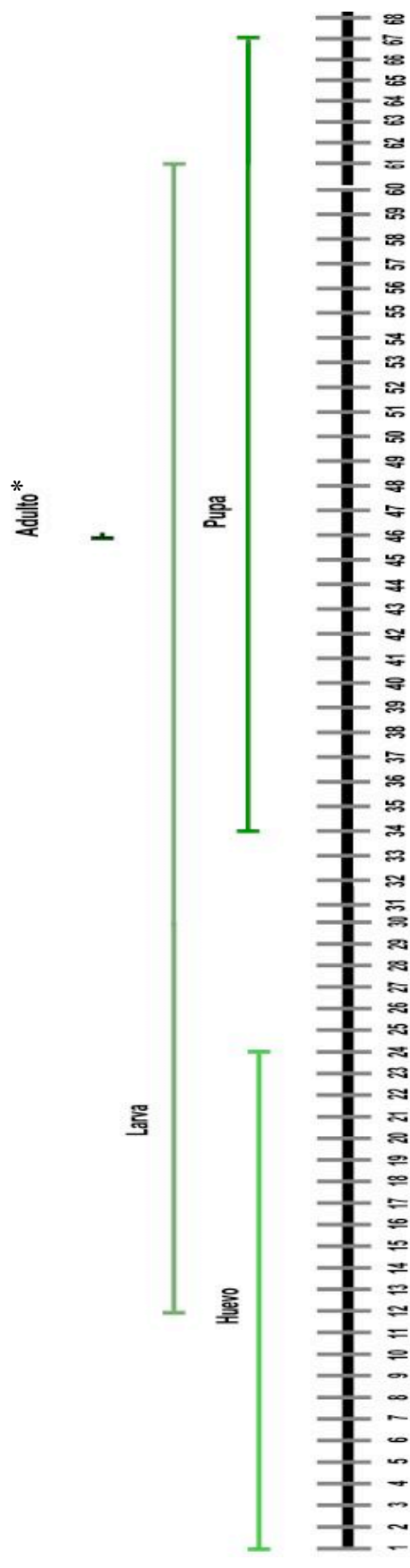


Figura 9. Ciclo de vida de *B. cubensis* en *A. muricata* en condiciones de campo. Periodo del 28 de marzo al 02 de junio de 2006. Las Varas, Compostela, Nayarit, México. *Tabla de vida presentada en páginas posteriores.

1.4.3 Determinación de instares larvares

El tamaño y anchura de las mandíbulas de las larvas de *B. cubensis*, constituyó una herramienta apropiada para la identificación de instares larvales (Fig. 11). Al realizar la distribución de frecuencias se obtuvo una curva multimodal (Fig. 12) con cinco picos modales, concluyendo la presencia de cinco instares larvales.

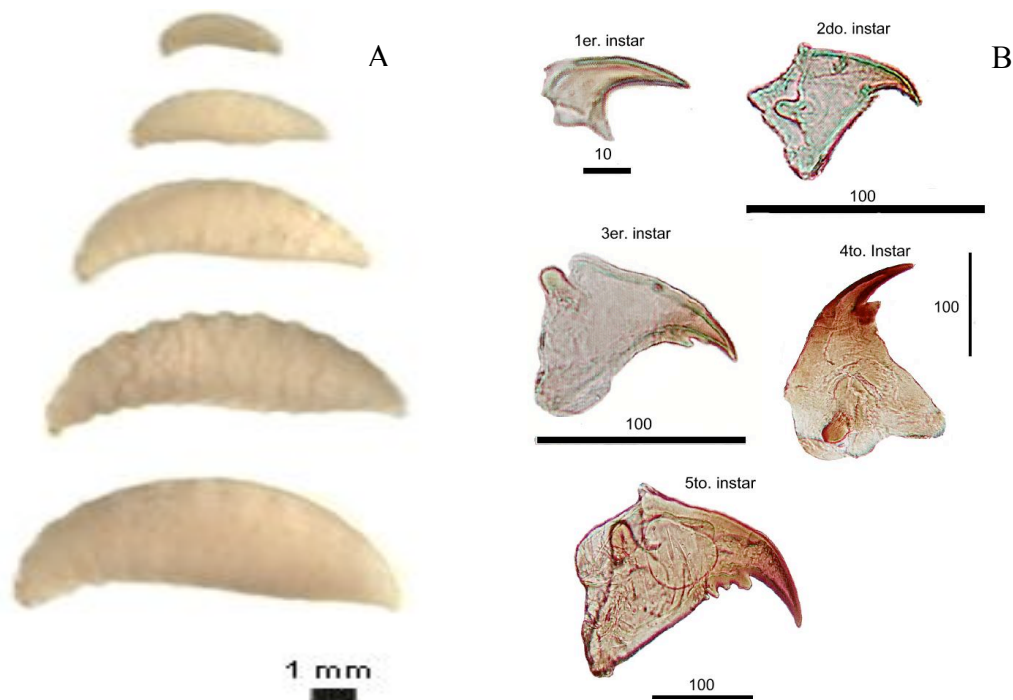


Figura 10. A) Vista lateral de larvas de *B. cubensis* y B), mandíbulas de cada instar larval (la barra de medición en estas últimas es en μm).

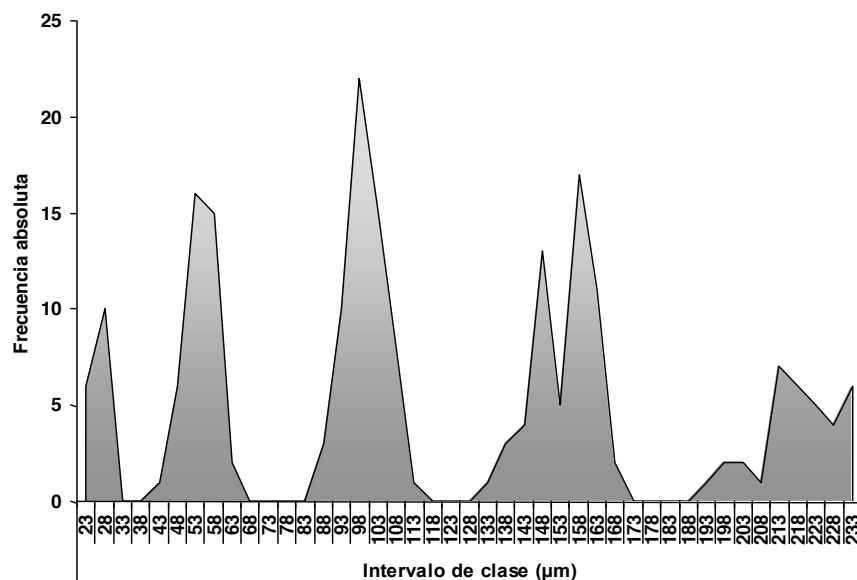


Figura 11. Distribución de frecuencias para longitud de mandíbulas de *B. cubensis* Ashmead.

Generalmente, las mediciones morfológicas de individuos provenientes del mismo estado ontogénico, siguen una distribución normal, por lo menos en especies que no son sexualmente dimórficas (Esperk *et al.* 2007). La nula probabilidad de una mala clasificación arrojada por el análisis discriminante respalda esta hipótesis ya que todos los individuos medidos en este estudio, pudieron ser clasificados satisfactoriamente en alguno de los cinco instares, descartándose la probabilidad de traslapo de acuerdo a la media, desviación estándar y rango de tamaño para cada instar (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de observaciones y porcentaje de clasificación de cada instar larval de *B. cubensis*.

Instar y/o %	I	II	III	IV	V	Total
I	17	0	0	0	0	17
	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
II	0	39	0	0	0	39
	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
III	0	0	59	0	0	59
	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
IV	0	0	0	56	0	56
	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00
V	0	0	0	0	34	34
	0.00	0.00	0.00	0	100.00	100.00

Cuadro 4. Anchura de cápsula cefálica \pm Desviación estándar (DE) y tasa de incremento de las mandíbulas de larvas de *B. cubensis* colectadas en Las Varas, Nayarit, México. 2006

Instar	Número de individuos	Anchura de la capsula cefálica ($\mu\text{m} \pm \text{DE}$)	Rango (valor máximo y mínimo observado)	Coefficiente de Variación	Constante de Dyar
I	17	29.00 \pm 4.12	41.70-23.61	9.21	...
II	39	56.88 \pm 4.03	64.49-48.94	8.23	1.96
III	59	102.06 \pm 5.74	115.06-88.67	5.62	1.74
IV	56	157.29 \pm 9.62	195.11-130.77	5.26	1.54
V	34	221.59 \pm 10.21	237.03-201.84	4.99	1.40

Los resultados obtenidos, también son respaldados por la regla de Dyar (Dyar 1890), el principio de esta regla parte de la base de que la cápsula cefálica una vez esclerosada, permanece más o menos constante durante un mismo instar en particular, con una progresión geométrica regular de una muda a otra. De acuerdo con la medición de las mandíbulas de *B. cubensis* a lo largo de su desarrollo larvario, se demostró que su crecimiento sigue una progresión geométrica con una tasa de incremento promedio de 1.66, sufriendo pequeñas reducciones con cada incremento en el número de instar. En lepidópteros, la tasa de incremento promedio es de 1.40 en cada muda. Este comportamiento también se ha observado en curculiónidos como *Conotrachelus psidii* y

Homalinotus coriaceus (Bailez *et al.* 2003; Sarro *et al.* 2004). En himenópteros, se desconocen referencias respecto a la tasa de incremento de estructuras utilizadas para la identificación de instares larvales. Esta técnica puede presentar poca o ninguna dificultad en la separación de instares larvales; sin embargo, puede haber traslapes entre instares que propicien incertidumbre en la determinación de un instar en particular. Existen muchos estudios que respaldan esta regla; sin embargo, hay casos en que los resultados no se ajustan, tal como lo reportan para las larvas de *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae) (García y Haro, 1987). Los resultados obtenidos en este estudio, concuerdan con los reportados por Pereira *et al.* (1997), quienes determinaron la presencia de cinco instares larvales en *B. pomorum*, especie ampliamente relacionada con *B. cubensis*. Las medidas del ancho de las mandíbulas, son ligeramente más grandes en el primer caso, (I=33 μm , II=70 μm , III=120 μm , IV=190 μm , V=300 μm). Estas diferencias son atribuidas a caracteres interespecíficos que varían por factores geográficos, ambientales y posiblemente, el genotipo de guanábana donde se colectaron.

El número de instares larvarios es muy variable y dependerá del grupo de insectos. En *Trichogramma australicum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), por ejemplo, se ha reportado un sólo instar larval (Jarjees y Merritt, 2002); las larvas del efemeróptero *Leptophlebia cupida* pueden alcanzar hasta 34 instares larvales (Clifford *et al.*, 1979). Normalmente, los insectos tienen de tres a ocho instares; no obstante, Esperk *et al.* (2007), concluyeron que existe rompimiento a las reglas sobre la estabilidad del número de instares. A nivel intraespecífico existe variabilidad y ésta puede suceder en insectos hemimetábolos y holometábolos. Las causas pueden ser atribuidas a factores climáticos como temperatura, fotoperiodo, humedad, calidad y cantidad del alimento y densidad de insectos durante su desarrollo. Los resultados obtenidos, constituyen el primer acercamiento para conocer la biología de *B. cubensis*, plaga importante

de las anonáceas en México. Con la información generada es posible construir tablas de vida, en las cuales se requiere el conocimiento apropiado de los instares larvarios, estas son muy útiles para estudios donde los factores bióticos y abióticos ejercen un papel importante en la mortalidad y supervivencia de un determinado instar. Finalmente, se pretende generar modelos de predicción y estudios de fluctuación poblacional para implementar programas de manejo integrado de plagas que eviten a *B. cubensis* alcanzar el nivel de daño en huertos de guanábana, frutal de alto valor comercial que recientemente está despertando interés en nuestro país.

1.3.4 Tabla de vida de adultos de *B. cubensis*

La tabla de vida, es un catálogo o inventario que describe la mortalidad de una población, mediante el cálculo de parámetros poblacionales. Los valores de los parámetros poblacionales de los adultos hembras y machos de *B. cubensis*, se muestran en los cuadros 5 y 6, respectivamente.

Cuadro 5. Tabla de vida de adultos hembras *B. cubensis*, colectados de frutos de guanábana en Las Varas, Nayarit, México. 2006.

x (días)	n_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	l_x
0	30	2	0.07	29.00	296.00	9.87	100.00
1	28	3	0.11	26.50	267.00	9.54	93.33
2	25	0	0.00	25.00	240.50	9.62	83.33
3	25	1	0.04	24.50	215.50	8.62	83.33
4	24	2	0.08	23.00	191.00	7.96	80.00
5	22	0	0.00	22.00	168.00	7.64	73.33
6	22	0	0.00	22.00	146.00	6.64	73.33
7	22	1	0.05	21.50	124.00	5.64	73.33
8	21	2	0.10	20.00	102.50	4.88	70.00
9	19	0	0.00	19.00	82.50	4.34	63.33
10	19	2	0.11	18.00	63.50	3.34	63.33
11	17	7	0.41	13.50	45.50	2.68	56.67
12	10	4	0.40	8.00	32.00	3.20	33.33
13	6	2	0.33	5.00	24.00	4.00	20.00

Cuadro 5. Continuación...

14	4	0	0.00	4.00	19.00	4.75	13.33
15	4	0	0.00	4.00	15.00	3.75	13.33
16	4	1	0.25	3.50	11.00	2.75	13.33
17	3	1	0.33	2.50	7.50	2.50	10.00
18	2	0	0.00	2.00	5.00	2.50	6.67
19	2	1	0.50	1.50	3.00	1.50	6.67
20	1	0	0.00	1.00	1.50	1.50	3.33
21	1	1	1.00	0.50	0.50	0.50	3.33
22	0	*		0.00			0.00

Cuadro 6. Tabla de vida de adultos machos *B. cubensis*, colectados de frutos de guanábana en las Varas, Nayarit, México. 2006.

x (días)	n_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	l_x
0.00	30.00	4.00	0.13	28.00	180.00	6.00	100.00
1.00	26.00	4.00	0.15	24.00	152.00	5.85	86.67
2.00	22.00	0.00	0.00	22.00	128.00	5.82	73.33
3.00	22.00	4.00	0.18	20.00	106.00	4.82	73.33
4.00	18.00	2.00	0.11	17.00	86.00	4.78	60.00
5.00	16.00	0.00	0.00	16.00	69.00	4.31	53.33
6.00	16.00	6.00	0.38	13.00	53.00	3.31	53.33
7.00	10.00	1.00	0.10	9.50	40.00	4.00	33.33
8.00	9.00	2.00	0.22	8.00	30.50	3.39	30.00
9.00	7.00	0.00	0.00	7.00	22.50	3.21	23.33
10.00	7.00	2.00	0.29	6.00	15.50	2.21	23.33
11.00	5.00	2.00	0.40	4.00	9.50	1.90	16.67
12.00	3.00	0.00	0.00	3.00	5.50	1.83	10.00
13.00	3.00	2.00	0.67	2.00	2.50	0.83	10.00
14.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	3.33
15.00	0.00	*	*	0.00	0.00		0.00

El ciclo de vida de este insecto es corto, en este estudio las hembras tuvieron una longevidad de 22 días y los machos de 15 (Fig. 13). Los machos tuvieron una alta tasa de mortalidad (q_x) a partir del primer día de observación, alrededor de 17%, cuya causa podría ser el estrés, al sexto día ocurrió un 50% de mortalidad (l_x) (Cuadro 6). En el caso de las hembras apenas registró un 7% y el 50% (l_x) se registró en el décimo primer día (Cuadro 5). La mayor longevidad se registró en las hembras, la última hembra en morir superó por 7 días al último macho (Fig. 13). Los resultados obtenidos de este estudio son

parecidos a los obtenidos por Bruner y Acuña (1967) y Evangelista *et al.* (1999).

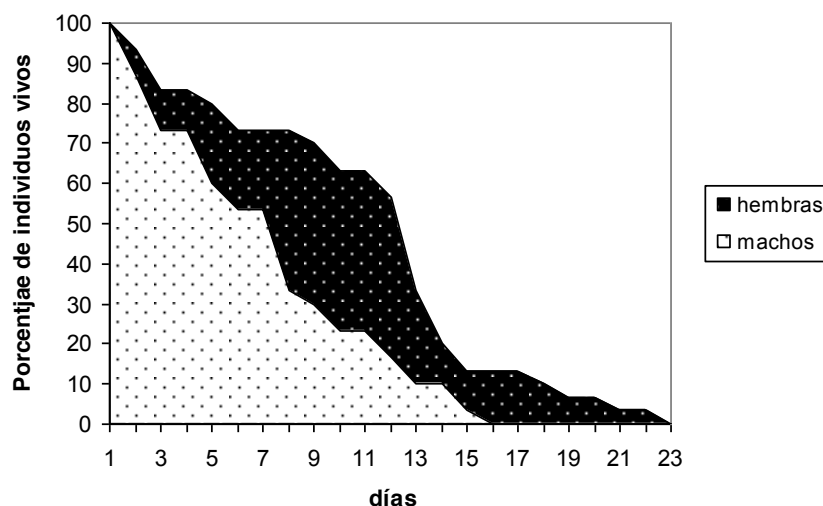


Figura 12. Curva de supervivencia para adultos hembras y machos de *B. cubensis*. Las Varas, Nayarit, Compostela, Nayarit. México. 2006.

1.4 Conclusiones

La mayor actividad de oviposición de *B. cubensis* ocurrió entre las 1200 a 1300 h (35°C, HR 54% y 409.34 luxes). *B. cubensis* paso por cinco instares larvarios y los adultos sobrevivieron de 15 a 22 días, siendo más longevas las hembras. Su ciclo de vida fluctuó entre los 69 a 122 días. Esta es la primera información generada en México sobre el tema la cual constituye el primer paso para generar estrategias de control de *B. cubensis* y reducir sus daños en plantaciones de guanábana en Nayarit. Estos aspectos bioecológicos estudiados en campo constituyen una herramienta importante sobre la longevidad de este insecto y la información generada puede ser utilizada dentro de un programa de manejo integrado.

1.5 Literatura citada

- Bishop Y. M. M., S. F. Fienberg and P. W. Holland. 1975. Discrete multivariate analysis: Theory and practice. MIT. Press. Cambridge, Mass. 557 p.
- Birch M. C., D. Lucas and P. R. White. 1989. The courtship behavior of the cabbage moth, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae), and role of male hair-pencils. J. Insect Behav. 2:227-239.
- Bruner, S. C. y J. Acuña. 1967. Sobre la biología de *Bephrata cubensis* Ashm., el Insecto Perforador de las Frutas Anonáceas. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Agronomía, Serie Agrícola. Num. 1: 1-14
- Bailez, O.B.; A.M. Viana-Bailez; J.O.G. De Lima; D.D.O. Moreira. 2003. Life-history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), under laboratory conditions. Neotropical Entomology 32:203-207.
- Clifford, H. F., H. Hamilton, and B. A. Killins. 1979. Biology of the mayfly *Leptophlebia cupida* (Say) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). Can. J. Zool. 67:1730-1732.
- Dyar, H. G. 1890. The number of molts of lepidopterus larvae. Psyche 5:420-422.
- Esperk, T., T. Tammaru and S. Nylin. 2007. Interspecific variability in number of larval instars in insects. J. Econ. Entomol. 100 (3): 627-645.
- Evangelista, L. S., V. Estrada Ma. E. y Aldana L. Ll. 1999. Tabla de vida de *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae) bajo condiciones de laboratorio. Pp: 209-216. In: Memorias del II Congreso Internacional de Anonáceas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Fagen, M. R. and D. Y. Young. 1978. Temporal Patterns of Behaviors: Durations, Intervals, Latencies and Sequences. Pp: 79-115. In: Colgan P. W. (ed.). Quantitative Ethology. John Wiley and Sons. New York.

- García P. F. y A. Haro. 1987. Determinación y caracterización de los estadios larvales de *Zeuzera pyrima* (Lepidoptera: Cossidae) en un cultivo de laboratorio. Boletín de la Asociación Española de Entomología 11:43-56.
- Hernández F., L. M., N. Bautista M., J. L. Carrillo S., J. Cibrián T. y M. A. Urías L. 2006. *Bephratelloides cubensis*: Comportamiento diurno y selección de frutos en guanábana (*Annona muricata*). In: Estrada V., G. E., J. Romero N., A. Equihua M., C. Luna L. y J. L. Rosas A. (eds.). *Entomología Mexicana* 5 (2): 696-699.
- Jarjees, E. A. and D. J. Merritt. 2002. Development of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) host eggs. Aust. J. Entomol. 41:310-315.
- Korytkowski, G. y D. Ojeda-Peña. 1966. *Bephrata cubensis* Ashmead (Hym.:Eurytomidae), una nueva especie dañina a las anonáceas en el Perú. Rev. Per. de Entomol. 9:56-60.
- Nadel, H. y J. Peña. 1991a. Hosts of *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae) in Florida. Fla. Entomol. 74:476-479.
- Nadel, H. y J. Peña. 1991b. Seasonal oviposition and emergence activity of *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae), a pest of *Annona* species in Florida. Environ. Entomol. 20: 1053-1057.
- Peña, J. E., H. Glenn, and R. M. Baranowski. 1984. Important insect pest of *Annona* spp. in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 97: 337-340.
- Peña, J. y F. D. Bennett. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the Neotropics. Fla. Entomol. 78: 329-349.
- Peña, J. L., H. Nadel, M. Pereira B., and D. Smith. 2002. Pollinators and pests for *Annona* species. Pp: 197-221. In: Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economics, Natural Enemies and Control. J. Peña, L., J. Sharp L., and M. Wysoki (eds.). CABI International Publishing. 430 p.

- Pereira, B. J. M., N. Dos Anjos y M. Picanco. 1997. Ciclo biológico del barrenador de semillas de guanábana (Hymenoptera: Eurytomidae). *Agronomía Trop.* 47:507-519.
- Prokopy, J. R. 1972. Evidence for a marking pheromone deterring repeated oviposition in apple maggot flies. *Environ. Entomol.* 1:326-332.
- Prokopy, J. R., D. P. Greany and L. D. Chambers. 1977. Oviposition deterring pheromone in *Rhagoletis pomonella*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 70 (6):960-962.
- Prokopy, J. R., R. J. Ziegler and T. T. Wong. 1978. Deterrence of repeated oviposition by fruit-marking pheromone in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *J. Chem. Ecol.* 4:55-63.
- Prokopy, J. R. and Lewis W. J. 1993. Application of learning to pest management. *In: Papaj Daniel R. and Lewis Alcinda C. (eds.) Insect Learning: Ecological and Evolutionary Perspectives.* Chapman and Hall. New York, E.U.A. pp: 308-342.
- Sánchez-Soto, S. y O. Franco-Mora. 2001. Presencia de *Bephratelloides cubensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Eurytomidae) en Tabasco, México. *Folia Entomol. Mex.* 40: 143.
- Saunders J. L. y Coto, D. A. 2001. Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 61: 60-68.
- Sarro, F.B.; W.B. Crocomo; J.M.S. Ferreira. 2004. Aspectos da biología e morfología da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology* 33:7-12.
- Velasco, C. J. J. y C. Rodríguez G. 1980. Producción de guanábano (*Annona muricata*) en el estado de Nayarit. Pp: 633-652. *In: Memoria 3er. Simposium de la Investigación, Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT durante 1979.* Tomo 2. CONAFRUT-SARH. Jalapa, Veracruz.
- Wilcox, C. D., S. B. Done, W. D. McDavid & D. B. Greer. 2002. Image tool for

Windows ver. 3.0. The University of Texas, Health Science Center, Department of Dental Diagnostic Science, San Antonio, Texas, U.S.A.

CAPITULO II. Control de adultos de *B. cubensis* Ashmead

2.1 Introducción

La guanábana (*Annona muricata* L.) se encuentra distribuida en las regiones tropicales del mundo, sus frutos son muy apreciados por su agradable sabor agrídulce y se emplean para la preparación de una amplia gama de productos como postres, jugos, yogures y helados (Cruz *et al.*, 2002). La demanda de este fruto en los mercados de Norteamérica, Europa y Asia ha crecido considerablemente, lo que implica mejorar el rendimiento y calidad de los frutos (Nakasone y Paull, 1998; Coto y Saunders, 2001).

La guanábana es una planta huésped de numerosas especies de insectos perjudiciales (Domínguez, 1978; Núñez y De La Cruz, 1982; McComie, 1987). La avispa de las anonáceas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae), es una plaga que oviposita en los frutos en crecimiento, está ampliamente distribuida desde Florida, E. U. A., hasta México, Centro y Sudamérica. Otros hospederos registrados son: *A. reticulata*, *A. squamosa*, *A. cherimola* y atemoya *A. cherimola* x *A. squamosa* (Peña y Bennett, 1995).

La hembra inserta los huevos en semillas de frutos de guanábana cuando éste mide de 3.1 a 7.6 cm de diámetro (Hernández *et al.* 2006) y de 3 a 4 cm en atemoya. Al eclosionar la larva se alimenta del endospermo; pupa dentro de la semilla y al emerger el adulto realiza una perforación hasta la superficie del fruto (Nadel y Peña 1991). El mayor daño causado por este insecto es indirecto, debido a que el adulto al emerger deja la entrada para fitopatógenos. Al respecto, Nadel y Peña (1991) indicaron un incremento de

hasta cuatro veces el daño por enfermedades, por lo que lo más importante es evitar que la hembra oviposite.

En nuestro país, *B. cubensis* constituye la principal limitante para el cultivo de la guanábana, ya que puede causar pérdidas de 40 a 90% de la producción. Hasta el momento se carece de estudios sobre el control del insecto y sobre uso de insecticidas autorizados para este frutal, lo que ha traído como consecuencia el uso de productos no autorizados y abuso de aplicación de plaguicidas a lo largo del año para controlar al barrenador, sin que se logre un control efectivo. En Florida, E. U. A., se han evaluado insecticidas para el control de *B. cubensis*, el uso de malatión y orthene han dado resultados alentadores (Peña y Nagel, 1988). Al buscar alternativas de control, se ha recurrido al embolsado de frutos, técnica usada en varios países, con la finalidad de reducir los efectos nocivos de los insectos plaga. En anonáceas esta técnica se ha implementado de manera exitosa en Brasil para el control de *B. pomorum* (F.) y *Cerconota anonella* (Carneiro y Bezerril, 1993; Micheletti *et al.*, 2001). En el caso de guanábana, en México no se tienen plaguicidas registrados en la Comisión Intersecretarial para el Control de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), ni en la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Sin embargo, los productores de la región donde se realizó el estudio, utilizan diferentes insecticidas para el control del barrenador. Entre los principales están paratión metílico, dimetoato y clorpirifos-etil. Desafortunadamente, la falta de información que existe en nuestro país referente al manejo de *B. cubensis* ha llevado a algunos productores de guanábana en Nayarit a realizar hasta seis aplicaciones sin lograr resultados satisfactorios (observación personal); es por ello que el objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de insecticidas y de barreras físicas para el manejo de *B. cubensis*.

2. 2 Materiales y métodos

2.2.1 Ubicación del experimento.

Las evaluaciones se realizaron en una plantación de guanábana de 4 ha ubicada en la comunidad de Las Varas, Compostela, Nayarit, México, a los 21° 11' 15.9" de latitud Norte y 105° 8' 2.9" de longitud Oeste, a 40 m de altitud. Los árboles medían 2.5 m de altura en promedio. Se realizaron dos evaluaciones, una por cada ciclo de producción. La primera se realizó en el periodo de producción de marzo-junio y la segunda de julio-octubre de 2006, con una temperatura y humedad relativa media mensual de 26.97°C y 59.49%, 29.33°C y 69.17%, respectivamente.

2.2.2 Evaluación de insecticidas y barreras físicas para el control de adultos de *B. cubensis*

Primera evaluación. Para este estudio, se tomaron como referencia productos y dosis autorizadas para frutales tropicales, como mango y naranja (Anónimo, 2004). Se evaluaron los insecticidas dimetoato, malatión, clorpirifos-etil, cipermetrina y endosulfán, en dosis de 40, 150, 48, 40 y 94.5 g de i.a. en 100 L de agua, respectivamente. La aplicación de cada producto se realizó en todo el árbol utilizando 0.625 L. Se incluyó un testigo al que sólo se le aplicó agua. Como barreras físicas, se utilizaron bolsas de plástico transparente con ocho aberturas de 1 cm de largo, aproximadamente, para evitar la acumulación de humedad y bolsas de tela de organza de 372 perforaciones por pulgada⁻¹. Las bolsas de plástico y tela se retiraron a los 49 días después de ser colocadas.

Segunda evaluación. Debido a que en la primera evaluación se observaron daños al fruto por quemaduras de sol con el uso de bolsas de plástico, para esta evaluación no se consideró este tratamiento. Los tratamientos con insecticidas fueron: malatión, dimetoato, cipermetrina y clorpirifos-etil, a las mismas dosis que en la primera evaluación. También se evaluó azadiractina en dosis de 0.3 g de i.a. por L de agua. Como barrera física sólo se evaluó tela de organza. De la misma forma, se tuvo un testigo al que sólo se le aplicó agua.

2.2.3 Selección de frutos y aplicación de insecticidas

Primera evaluación. Para evitar que los frutos fueran dañados por el barrenador antes de aplicar los tratamientos, se cubrieron aquellos que medían entre 2 y 3 cm de diámetro. Para homogeneizar tamaños se eliminaron del árbol los frutos con menor y mayor tamaño del elegido. En el caso de los tratamientos con insecticidas, cuando los frutos medían entre 3 y 4 cm de diámetro (9 días después del embolsado con tela), se descubrieron y al día siguiente se realizó la primera aplicación. Para identificar aquellos frutos que fueron cubiertos y tratados con insecticidas se marcaron con esmalte acrílico, no se observó algún efecto en el insecto por el uso de éste. Debido a la homogeneidad en el tamaño de los frutos y a que el insecto daña frutos de 7 cm o menos de diámetro (Hernández *et al.* 2006), sólo se hicieron dos aplicaciones; la primera fue el 24 de marzo y la segunda el 8 de abril. En este lapso los frutos alcanzaron un tamaño mayor al susceptible. Se utilizó una aspersora manual de mochila de 87 libras por pulgada cuadrada de presión. Aunque Peña *et al.* (1984) recomiendan realizar aplicaciones de plaguicidas para el control de *B. cubensis* en atemoya entre las 15 y 16 h; las aplicaciones se realizaron alrededor de las 12 h, ya que en este momento es cuando la hembra tiene mayor actividad de vuelo en busca de frutos y oviposición

(Hernández *et al.*, 2006). La disección de los frutos seleccionados se realizó a los 63 y 64 días después de la primera aplicación, se contabilizaron semillas sanas e infestadas.

Segunda evaluación. A diferencia de la primera evaluación, donde se eliminaron frutos para homogeneizar diámetros y cubrirlos con tela hasta que alcanzaran el tamaño más susceptible, en esta segunda evaluación sólo se protegieron aquellos frutos de 2.5 cm de diámetro para evaluar el tratamiento con tela de organza, el resto de los frutos, a los cuales se les aplicarían los insecticidas, se dejaron descubiertos. Debido a la heterogeneidad en el tamaño de los frutos y con el objetivo de aplicar los insecticidas de cada tratamiento en todos aquellos frutos susceptibles, se realizó una aplicación cada 10 días, en total se realizaron tres aplicaciones. La primera aplicación se realizó el 9 de agosto cuando se observaron frutos de 3.1 cm de diámetro. El gasto de la mezcla fue de 0.635 L por árbol. La disección de los frutos se realizó a los 80 y 81 días después de la primera aplicación.

2.2.4 Diseño experimental.

El diseño experimental fue completamente al azar. La variable respuesta fue el porcentaje de semillas infestadas. Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento, cada repetición consistió de un árbol; de cada uno de éstos se cortaron cinco frutos, para dar un total de 20 en cada tratamiento. A éstos se les extrajeron las semillas en etapa próxima a cosecha y se contabilizaron aquellas sanas e infestadas. Se consideró semilla infestada aquella de la cual ya había emergido el adulto o que al disectarla se encontrara al insecto en cualquiera de sus estados biológicos. Se realizó un análisis de varianza con el modelo lineal general para determinar diferencias entre tratamientos y

posteriormente realizar una comparación de medias de estos (Tukey, $\alpha=0.05$). Previamente, se determinó homogeneidad de varianza de las observaciones para cada tratamiento con la prueba de Hovtest (Levene's test) (Snedecor y Cochran, 1989) en SAS[®] versión 8.1 (2000).

2.3 Resultados y discusión

Se observó homogeneidad de varianza ($\alpha=0.05$; $p=0.1414$ y 0.4885 , primera y segunda evaluación, respectivamente) para los tratamientos evaluados. El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0.05$; $p=0.0001$ y 0.0049 , primera y segunda evaluación, respectivamente).

Con base en el análisis estadístico, los mejores tratamientos en la primera evaluación fueron el uso de bolsas de plástico y de organza, seguidos por el dimetoato, cipermetrina, malatión y endosulfán, estos dos últimos sin diferencia estadística respecto al testigo (Fig. 14A). En la segunda evaluación se confirmó una menor infestación de los frutos cubiertos con tela de organza y los tratados con dimetoato y cipermetrina; con diferencia estadística respecto al testigo y a la azadiractina, excepto el tratamiento con cipermetrina (Fig. 14B).

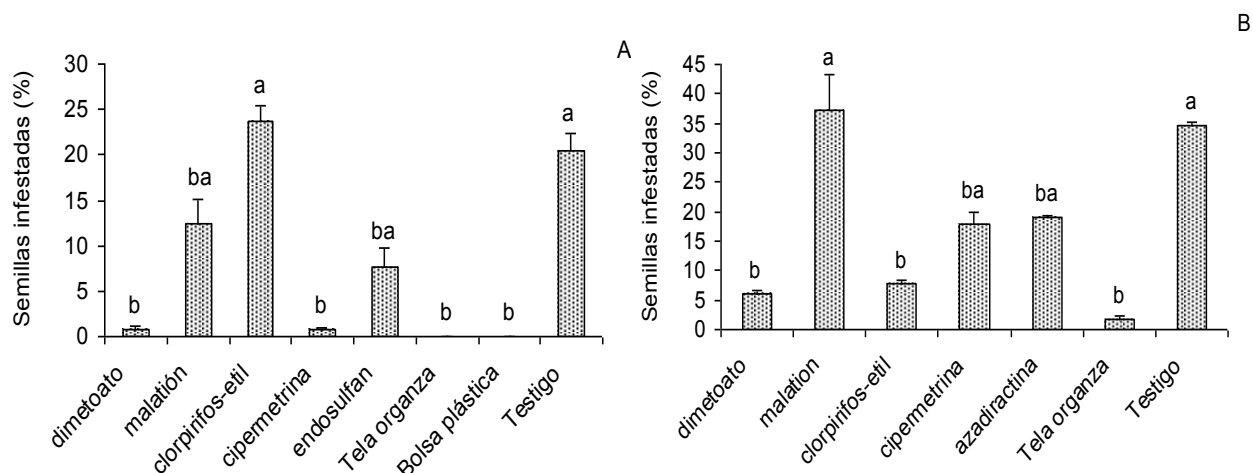


Figura 13. Infestación de guanábana por *B. cubensis*. Las Varas, Compostela, Nayarit, México. 2006. A. Primera evaluación. B. Segunda evaluación. Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$). Las líneas sobre las barras representan el error estándar (n=4).

Aunque el uso de la bolsa plástica evitó la infestación, los frutos mostraron quemaduras y disminución del crecimiento. Por ello, en la segunda evaluación no se consideró este tratamiento. Micheletti-Brogio *et al.* (2001) evaluaron métodos químicos y barreras físicas (bolsas de plástico perforadas, cerradas y abiertas) para controlar *B. pomorum* y *Cerconota annonella* en frutos de guanábana y concluyeron que con el uso de bolsas se obtiene el menor número de perforaciones por fruto de *B. pomorum*. Estos autores no mencionaron el color de las bolsas ni que haya habido daños por quemaduras de sol a los frutos. Por observación personal, los frutos que naturalmente reciben mayor radiación solar adquieren un color verde claro y presentan desarrollo normal. El color de la bolsa puede ser importante y convendría realizar una evaluación de diferentes colores. Los frutos cubiertos con tela de organza presentaron menor infestación en las dos evaluaciones (Figuras 14, A y B).

En la primera evaluación cinco frutos fueron dañados por pulgones y piojos harinosos durante los primeros días; sin embargo, sus depredadores penetraron por las perforaciones de la bolsa y se logró controlar el crecimiento de éstos. El desarrollo de piojos harinosos en frutos embolsados con tela es consignado por Peña *et al.* (2002); no obstante, se deduce que el tamaño de las perforaciones en la tela usada en esta investigación, permitió la entrada de depredadores. Peña y Nagel (1988) evaluaron malatión y permetrina en condiciones de laboratorio con aplicaciones tópicas a adultos de *B. cubensis* y concluyeron que el malatión en dosis de 0.57% de i.a. L⁻¹ fue mejor que la permetrina en dosis de 0.256%; asimismo, en condiciones de campo evaluaron el promedio de semillas infestadas en frutos de atemoya aplicando malatión, permetrina y fenvalerato en dosis de 0.92, 0.79 y 0.143 g de i.a. L⁻¹, respectivamente; sin observar diferencia estadística (Duncan, $\alpha=0.05$) entre los tratamientos, aunque el tratamiento con malatión presentó la menor infestación. En el presente estudio la dosis evaluada de malatión tuvo un control menos efectivo que dimetoato y permetrina, con diferencias significativas (Tukey, $\alpha=0.05$) en la primer evaluación, lo mismo ocurre en la segunda evaluación en el caso de dimetoato. En el caso de guanábana, se ha observado que el malatión en dosis de 1 g de i.a. L⁻¹ ocasiona fitotoxicidad, provoca caída prematura de flores y frutos de 2 cm o menos de diámetro (observación personal, 2005). En el guanábano se pueden observar diferentes tamaños de frutos e incluso flores simultáneamente, por lo que es necesario valorar el momento de aplicación y la dosis de malatión.

El efecto de extracto de nim se ha evaluado en más de 200 especies de insectos plaga (Mordue y Blackwell, 1993); sin embargo, en himenópteros fitófagos sus usos como control químico son poco documentados. El uso de azadiractina como disuasivo de la oviposición se ha observado en *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera frugiperda* (Smith)

(Lepidoptera: Noctuidae) y *Lucilia sericata* (Meigen) (Schmutterer, 1990) (Diptera: Calliphoridae). En este estudio con azadiractina, se observó una disminución numérica en la infestación de semillas por *B. cubensis* (Fig. 14B); no obstante, no fue estadísticamente diferente respecto al testigo. En esta evaluación, el clorpirifos-etil presentó un control similar al dimetoato, cipermetrina y tela de organza.

2.4 Conclusiones

El uso de barreras físicas para el control de *B. cubensis*, específicamente la cubierta de frutos con tela de organza, constituye una buena opción para reducir el daño causado por este insecto. Esta técnica puede ser recomendada dentro de un programa de manejo integrado de plagas. El uso de agroquímicos, es justificable siempre y cuando se realicen durante las horas de mayor actividad de *B. cubensis* y esto ocurre entre las 1200 y 1300 h. De acuerdo con los resultados obtenidos, el insecticida recomendado para su uso es el dimetoato a 40 g de i.a/100 L de agua.

2.5 Literatura citada

- Anónimo. 2004. Catálogo Oficial de Plaguicidas. Comisión Intersecretarial para el Control de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. Versión electrónica.
- Carneiro, J. S. y E. F. Bezerril. 1993. Controle das brocas dos frutos (*Cercanota anonella*) e das sementes (*Bephratelloides maculicolis*) da graviola no planalto da Ibiapaba, CE. An. Soc. Ent. Brasil. 22:155-160.
- Coto, D. A. y J. Saunders L. 2001. Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 61:60-68.

- Cruz, C. J. G., P. A. Torres L., J. C. Delgado M., V. Domínguez M., D. Martínez P. y O. Franco M. 2002. El Guanábano: Agronomía y Usos de Frutos Tropicales. UACH. Chapingo, México. 177 p.
- Domínguez-Gil, O. E. 1978. Insectos perjudiciales del guanabano (*Annona muricata* L.) en el estado Zulia, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia 4:149-160.
- Hernández F. L. M., N. Bautista M., J. L. Carrillo S., J. Cibrián T. y M. A. Urías L. 2006. *Bephratelloides cubensis*: Comportamiento diurno y selección de frutos en guanábana (*Annona muricata*). In: Estrada V., G. E., J. Romero N., A. Equihua M., C. Luna L. y J. L. Rosas A. (eds.). *Entomología Mexicana* 5 (2): 696-699.
- McComie, L. D. 1987. The soursop (*Annona muricata* L.) in Trinidad, its importance, pests and problems associated with pest control. J. Agric. Soc. of Trinidad and Tobago 87:42-55.
- Micheletti, B. F. S. M., A. G. Santos de Melo A. G. V. Sousa B. e F. Leite Gomes. 2001. Controle de *Cerconota anonella* (Sepp) (Lep.: Oecophoridae) e de *Bephratelloides pomorum* (Fab.) (Hym.: Eurytomidae) em frutos de graviola (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Frutic.* 23 (3): 722-725.
- Mordue, J. A. y A. Blackwell. 1993. Azadirachtin: an update. *J. Insect. Physiol.* 39(11):903-924.
- Nadel, H. y J. Peña, E. 1991. Seasonal oviposition and emergence activity of *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae) a pest of *Annona* species in Florida. *Environ. Entomol.* 20 (4): 1053-1057.
- Nakasone, H.Y., Paull, R.E. 1998. Annonas. Pp. 45-75. In: Nakasone H.Y. and Paull R.E. (eds.). Tropical Fruits. CAB International. U.K.
- Núñez, L. V. R. y J. De la Cruz. 1982. Reconocimiento y descripción de los principales insectos observados en cultivares de guanábano (*Annona muricata* L.) en el departamento del Valle. *Acta Agron.* 32: 45-51.

- Peña, J. E., H. Nadel, M. Barbosa-Pereira y D. Smith. 2002. Pollinators and pest for *Annona* species. Pp: 197-221. In: J. E. Peña L., J. L. Sharp. & M. Wysoki (eds.). *Tropical fruit pests and pollinators: biology, economics, natural enemies and control*. CABI International Publishing. 430 p.
- Peña, J. y F. D. Bennett. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the Neotropics. *Fla. Entomol.* 78: 329-349.
- Peña, J. E. y Nagel J. 1988. Effectiveness of pesticides against two tropical fruit pests. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 101: 249-251.
- Peña, J. E., H. Glenn, and R. M. Baranowski. 1984. Important insect pest of *Annona* spp. in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 97: 337-340.
- Statistical Analysis System SAS *User's guide*. 2000. Statistics version 8.1. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Snedecor W. G. y W. Cochran G. 1989. *Statistical methods*. 5ta. Edición. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 503 p.
- Schumutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annu. Rev. Entomol.* 35: 271-297.

CAPITULO III. Conclusiones generales

1. La avispa de las anonáceas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae), es la plaga mas importante de la guanábana en Nayarit.
2. Parte del ciclo de vida de *B. cubensis* (huevo a pupa) ocurre en las semillas, posteriormente, el adulto emerge del fruto.
3. En Las Varas, Nayarit, el ciclo de vida de *B. cubensis* es de 69 a 122 días en guanábana.
4. Las hembras de *B. cubensis* fueron mas longevas que los machos, en promedio 22 y 15 días respectivamente.
5. El uso de cubiertas físicas proporcionó mejor control contra *B. cubensis* que el uso de insecticidas químicos. El control químico mediante el uso de dimetoato podría utilizarse solo en casos excepcionales.

La información generada en este estudio, forma parte de un paquete tecnológico para fomentar el manejo adecuado de *B. cubensis* en huertos de guanábana y reducir los efectos dañinos de esta plaga en Nayarit. Por lo tanto se pretende reducir las pérdidas, incrementar la productividad y mejorar la calidad de esta anonácea que cuenta con un gran potencial comercial.