

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Biología y Hábitos del Barrenador de la Semilla *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae)

LUIS M HERNÁNDEZ-FUENTES¹, MARIO A URIAS-LÓPEZ¹, NESTOR BAUTISTA-MARTÍNEZ²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Santiago Ixcuintla km 6, Carretera Internacional México-Nogales, Entronque a Santiago Ixcuintla, CP 63300 AP 100, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México; hernandez.luismartin@inifap.gob.mx; urias.marioalfonso@inifap.gob.mx

²Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México; nestor@colpos.mx

Edited by Fernando Cantor - UMNG, Colombia

Neotropical Entomology 39(4):527-534 (2010)

Biology and Behavior of the Seed Borer Wasp *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae)

ABSTRACT - The soursop *Annona muricata* is an important fruit for national market, and for exportation, but the crop is affected by pests and diseases. The seed borer wasp *Bephratelloides cubensis* Ashmead is the pest that produces the highest damage to the crop in Mexico. Sixty percent of damaged fruits and 5-50 seeds per fruit have been registered, with 25% reduction in yield. In Nayarit, Mexico, 100% of damaged fruits were recorded. In this State, an experiment with soursop was conducted to study the life cycle under field conditions and to determine diurnal behavior of the female of *B. cubensis*. The highest activity of the wasp was observed between 12:00h and 13:00h (35°C, 54% RH and 409.34 luxes). Females oviposited in fruits with a diameter of 3.1-7.6 cm. Larvae of *B. cubensis* developed five instars, adults survived no longer than 22 days, and female survived longer than males; they lived 22 and 15 days, respectively. Life cycle of *B. cubensis* varied from 69 to 122 days.

KEY WORDS: Annonaceae, pest, soursop

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

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, que finalizan con un orificio de salida de 1 mm a 2 mm de diámetro. Los orificios sirven de puerta de entrada a insectos necrófagos y a hongos fitopatógenos, lo cual demerita la calidad de los frutos (Nadel & Peña 1991a).

Respecto a su comportamiento, la actividad diurna de *B. cubensis* en plantaciones de atemoya en Florida, Peña et al (1984) mencionan una mayor actividad a las 1500h a temperaturas de 31°C a 33°C, incluyendo oviposición, emergencia y reposo del adulto en la copa del árbol; la oviposición fue mayor de las 1500h a las 1600h, a una temperatura de 25°C y 26.5°C, respectivamente.

Los resultados de los estudios de biología de *B. cubensis*

son muy variables. Así, por ejemplo, en condiciones de campo, Korytowski & Ojeda (1966) mencionan un ciclo de 30 a 45 días en *A. cherimola*, Bruner & Acuña (1967) 66 a 101 días en *A. reticulata* y Nadel & Peña (1991a) observaron un periodo total de 86 días en frutos de atemoya.

Se conoce que la hembra de *B. cubensis* deposita sólo un huevo por semilla, inserta el ovipositor en frutos de dos a tres cm de diámetro; durante toda su vida oviposita 102 huevos en promedio, de los cuales eclosiona sólo el 5% (Bruner & Acuña 1967). La larva es de Color blanco lechoso, en forma de "C", con la cabeza diferenciada del resto del cuerpo, completamente desarrollada alcanza los 7.5 mm de longitud y 2 mm en su parte más ancha. El adulto presenta dimorfismo sexual, la hembra mide de 7 mm a 8 mm de longitud y el macho de 6 mm a 7 mm. La hembra tiene antenas cortas y no se extienden hasta la punta del ala; los tarsos anteriores son redondeados, el macho en cambio presenta antenas largas extendiéndose hasta la punta del ala los tarsos anteriores elongados, pudiéndose diferenciar desde el estado de pupa (Bruner & Acuña 1967).

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 y aunque "prueba" frutos más grandes

usualmente no los oviposita, se concluye que la dureza de la semilla y el grosor de la pulpa son determinantes para la oviposición (Peña *et al* 2002). Por lo anterior expuesto, el objetivo de la presente investigación fue conocer, en condiciones de campo, el comportamiento diurno del insecto y su ciclo de vida en guanábana (*Annona muricata*).

Material y Métodos

Comportamiento diurno y selección de frutos 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 organdí, formando una "jaula" de 2 x 2 x 2 m. Se eligieron aquellos árboles con frutos de 2 cm a 10 cm de diámetro.

Dentro del huerto, semanalmente se colectó del campo 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 en estudios previos, al observar que la hembra, después de éste periodo, camina y/o posa durante varias horas en la tela. Cada 10 min 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 antiáfidis.

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 χ^2 (Fagen & 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 una frecuencia que difiere significativamente ($\alpha = 0.05$) de la ocurrencia por azar (Bishop *et al* 1975). Las transiciones con frecuencia significativa ($P < 0.05$) 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 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 & 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.

Ciclo de vida. El estudio se realizó en Las Varas, Nayarit en el mismo sitio en que se observó el comportamiento diurno. Para evitar infestaciones naturales, se protegieron 87 frutos no mayores de 2 cm de diámetro en ocho árboles, utilizando bolsas de tela de organza 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 2.5 x 2.5 x 2.5 m. Las hembras utilizadas se obtuvieron de frutos de *A. squamosa* colectados en la región de estudio, se introdujeron dos hembras por árbol durante 48h, cada hembra utilizada tenía dos días de emergencia. La cantidad de hembras necesarias para obtener suficientes oviposiciones 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.

Determinación de instares larvales. Como información adicional al estudio de biología, se determinó el número de instares larvales de *B. cubensis*. Se sabe que *B. pomorum* (Pereira *et al* 1997) pasa por cinco estadios larvales; sin embargo, en el caso de *B. cubensis* no existe información para identificar cada instar. 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 bajo un fotomicroscopio III de Carl Zeiss® con cámara digital Pixera® Professional, 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 cóndilo mandibular hasta su ápice y la anchura se tomó de la parte más ancha. 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 6.1 (SAS 1998).

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, 10 ml 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.

Resultados y Discusión

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 (Tabla 1) con probabilidad de transición de 0.12 ($\alpha = 0.05$) (Fig 1). Esta actividad fue observada por Peña *et al* (1984) en árboles de atemoya, el insecto 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 (Tabla 1), 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 1200h a las 1300h (Tabla 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

Tabla 1 Comportamiento diurno de hembras de *Bephratelloides cubensis* en guanábana. Las Varas, Nayarit, México. 2005.

Hora del día	Frecuencia ¹								
	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

¹La frecuencia se obtuvo dividiendo el total de veces realizada cada actividad entre la suma de todas las actividades.

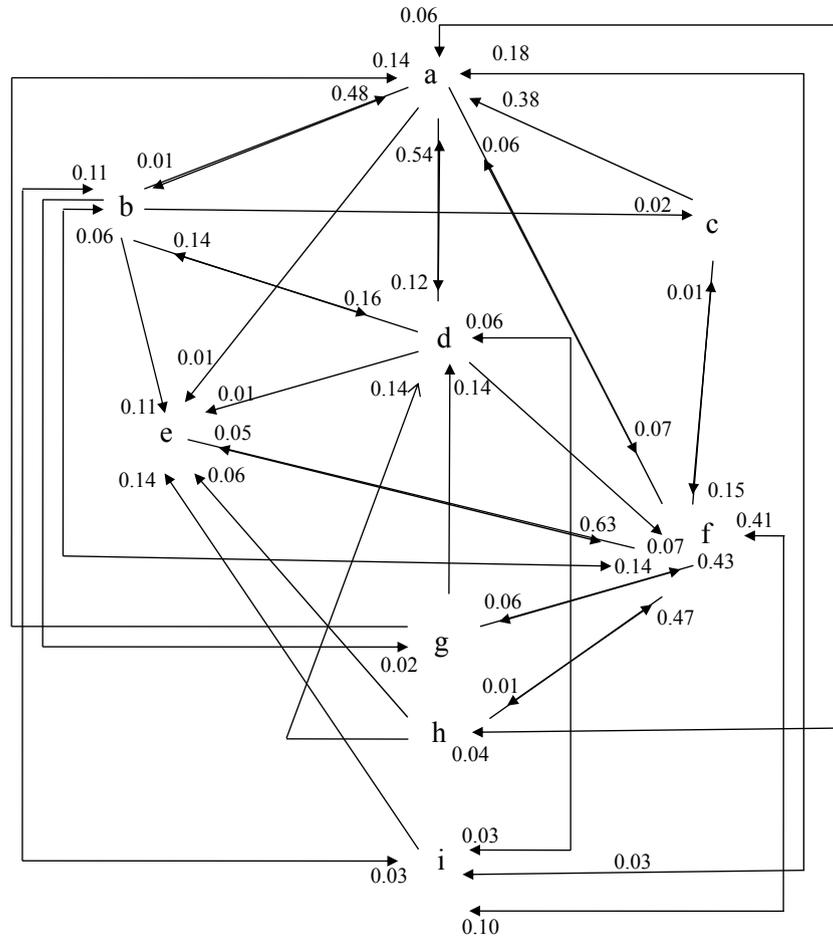


Fig 1 Secuencia de comportamiento diurno (800h a 1600h, de hembras de *Bephratelloides cubensis* en guanábana. a = posa en hoja; b = limpia cuerpo; c = toma agua; d = vuela a hoja; e = vuela a fruto; f = oviposita; g = se alimenta; h = posa en fruto; i = vuela en busca de fruto. Los números indican la probabilidad de transición ($P < 0.05$).

del suelo, respectivamente. La probabilidad de transición de un acto a otro ($\alpha = 0.05$) se muestra en la Fig 1.

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 los frutos solo visitados, el insecto camina tocando con sus antenas la superficie de estos y posteriormente vuela. 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 3 cm no se observó infestación.

Se obtuvieron 25.1 larvas de frutos dañados y una infestación de 53.5% del total de semillas, cinco veces más que lo observado por Peña *et al* (1984) en frutos de atemoya en Florida. Al respecto, Nadel & Peña (1991b) al estudiar la estacionalidad de oviposición de *B. cubensis* en frutos de atemoya en Florida, observaron que ésta es mayor en

Tabla 2 Longitud y tasa de incremento de las mandíbulas de larvas de *Bephratelloides cubensis* colectadas en Las Varas, Nayarit, México, 2006.

Instar	Número de individuos	Anchura de la capsula cefálica ($\mu\text{m} \pm \text{DS}$)	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 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 21.6 larvas y 47.9% 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 ocurre 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, 1978).

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 2). Bruner & 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) relatan 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 2). Los estudios previos a éste mencionan una similitud con nuestros resultados. Bruner & Acuña (1967), señalan un periodo entre 42 e 52 días. En el caso de *B. pomorum*, Pereira *et al* (1997) observaron que el insecto cumple el estado de larva en 31 a 67 días; sin embargo, Saunders & Coto (2001), estudiando esta misma especie, registraron una duración de 40 a 50 días. Este insecto pasó por cinco instares larvales.

Pupa. A diferencia de otros estudios, *B. cubensis* tardó entre 13 a 34 días (Fig 2) en estado de pupa bajo las condiciones de estudio, las causas principales de esa diferencia pueden ser ambientales y el hospedero; Bruner & Acuña (1967) consignan una duración de la pupa de *B. pomorum* de 10 a 20 días. La formación 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. Las hembras de *B. cubensis* son relativamente más longevas que los machos. Los machos se Colocaron separados porque se observó agresión intraespecífica, llegando a provocarse daños considerables entre ellos e incluso la muerte. Este comportamiento es registrado por Bruner & Acuña (1967). Finalmente, se concluye que el ciclo de vida de *B. cubensis* tiene duración de 95.5 días bajo las condiciones ambientales de la región de estudio (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 & Ojeda 1966); no se mencionan condiciones ambientales.

Determinación de instares larvarios. El tamaño y ancho de las mandíbulas de las larvas de *B. cubensis* constituyó una herramienta apropiada para la identificación de instares larvales (Fig 3). Al realizar la distribución de frecuencias se obtuvo una curva multimodal (Fig 4) con cinco picos modales, concluyendo la presencia de cinco instares larvales.

Generalmente, las mediciones morfológicas de individuos provenientes del mismo estado ontogénico siguen 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 traslape de acuerdo a la media, desviación estándar y rango de tamaño para cada instar (Tabla 2).

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 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. En lepidópteros, la tasa de incremento promedio es de 1.40 en cada muda. Este

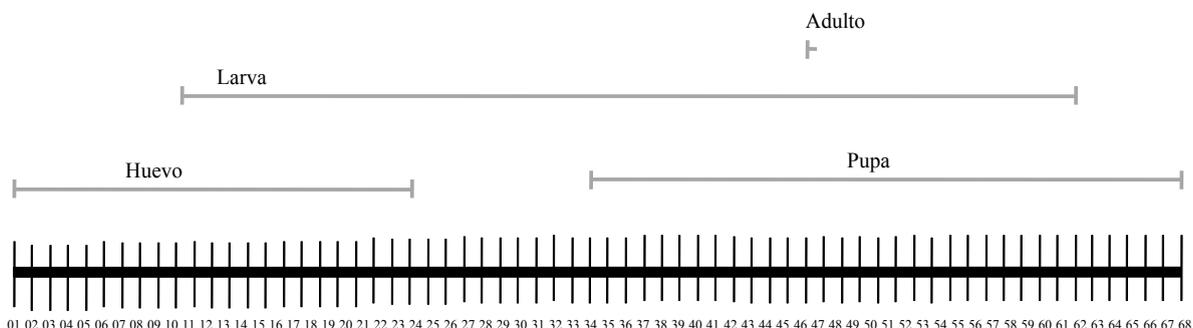


Fig 2 Ciclo de vida de *Bephratelloides cubensis* en *Annona muricata* en condiciones de campo. Periodo del 28 de marzo al 02 de junio de 2006. Las Varas, Compostela, Nayarit, México.

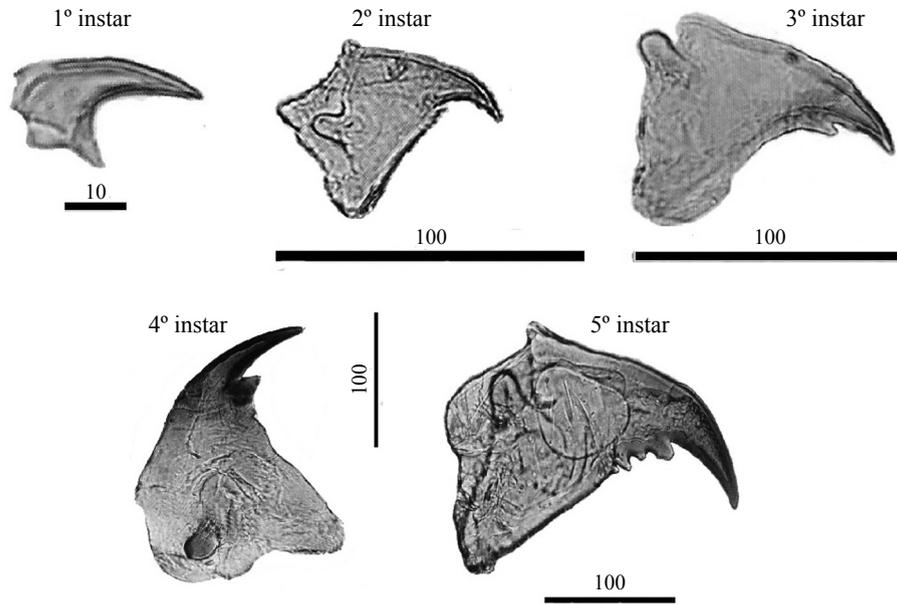


Fig 3 Mandíbulas de cada instar larval (unidad de medida de la barra = μm).

comportamiento también se ha observado en curculiónidos como *Conotrachelus psidii* Marshall y *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal (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 registran para las larvas de *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae) (García & 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 larvales es muy variable y dependerá del grupo de insectos. En *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae), por ejemplo, se ha

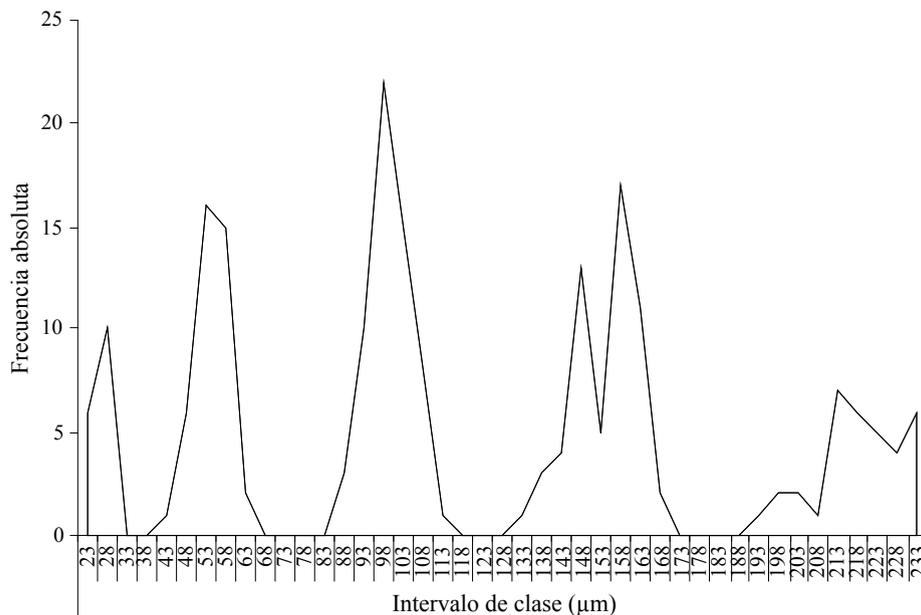


Fig 4 Distribución de frecuencias para longitud de mandíbulas de *Bephratelloides cubensis*.

relatado un sólo instar larval (Jarjees & Merritt 2002). 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. 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 considera importante 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.

Tabla de vida de adultos de *B. cubensis*. Los valores de los parámetros poblacionales de los adultos hembras y machos de *B. cubensis* se muestran en las Tablas 3 y 4, respectivamente.

Tabla 3 Tabla de vida de adultos hembras *Bephratelloides 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
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

Tabla 4 Tabla de vida de adultos machos *Bephratelloides 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 longevidad de 22 días y los machos de 15 (Fig 5). Los machos tuvieron alta tasa de mortalidad (q_x) a partir del primer día de observación, alrededor de 17%, al sexto día ocurrió 50% de mortalidad (l_x) (Tabla 4). En el caso de las hembras, apenas registró 7% y el 50% (l_x) se registró en el décimo primer día (Tabla 3). La mayor longevidad se registró en las hembras, la última hembra en morir superó por siete días al último macho (Fig 5). Los resultados obtenidos de este estudio son parecidos a los obtenidos por Bruner & Acuña (1967).

La mayor actividad de oviposición de *B. cubensis* ocurrió entre las 1200h a 1300h (35°C, 54% HR y 409.34

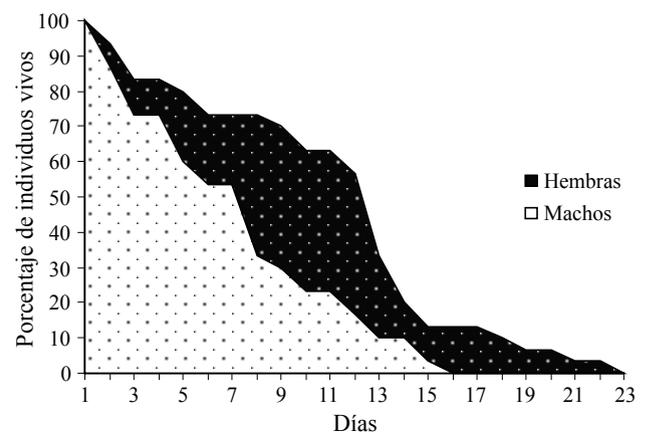


Fig 5 Curva de supervivencia para adultos hembras y machos de *Bephratelloides cubensis*. Las Varas, Nayarit, Compostela, Nayarit, México, 2006.

luxes). *B. cubensis* pasó 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.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Produce Nayarit por el financiamiento otorgado para la realización de ésta investigación y a los agricultores asociados en la Junta Local de Sanidad Vegetal en Compostela, Nayarit, México, por su disposición para coadyuvar en el desarrollo del presente estudio.

Referencias

- Birch M C, Lucas D, White P R (1989) The courtship behavior of the cabbage moth, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae), and role of male hair-pencils. *J Insect Behav* 2: 227-239.
- Bishop Y M M, Fienberg S F, Holland P W (1975) Discrete multivariate analysis: theory and practice. MIT Press Cambridge, Mass, 557p.
- Bruner S C, Acuña J (1967) Sobre la biología de *Bephrata cubensis* Ashm., el insecto perforador de las frutas Anonaceas. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Agronomía, Serie Agrícola 1: 1-14
- Bailez O B, Viana-Bailez A M, Lima J O G de, Moreira D D O (2003) Life-history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), under laboratory conditions. *Neotrop Entomol* 32: 203-207.
- Dyar H G (1890) The number of molts of lepidopterus larvae. *Psyche* 5:420-422.
- Espker T, Tammaru T, Nylin S (2007) Interspecific variability in number of larval instars in insects. *J Econ Entomol* 100: 627-645.
- Fagen M R, Young D Y (1978) Temporal patterns of behaviors: durations, intervals, latencies and sequences, p.79-115. In Colgan P W (ed) Quantitative ethology. John Wiley and Sons, New Cork, 364p.
- García P F, Haro A (1987) Determinación y caracterización de los estadios larvales de *Zeuzera pyrima* (Lepidoptera: Cossidae) en un cultivo de laboratorio. *Bol Asoc Española Entomol* 11: 43-56.
- Jarjees E A, Merrit D J (2002) Development of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) host eggs. *Aust J Entomol* 41: 310-315.
- Korytkowski G, D Ojeda P (1966) *Bephrata cubensis* Ashmead (Hym.:Eurytomidae), una nueva especie dañina a las anonaceas en el Perú. *Rev Per Entomol* 9: 56-60.
- Nadel H, Peña J (1991a) Hosts of *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae) in Florida. *Fla Entomol* 74: 476-479.
- Nadel H, Peña J (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, Glenn H, Baranowski R M (1984) Important insect pest of *Annona* spp. in Florida. *Proc Fla State Hort Soc* 97: 337-340.
- Peña J, F Bennett D (1995) Arthropods associated with *Annona* spp. in the Neotropics. *Fla Entomol* 78: 329-349.
- Peña J L, Nadel H, M Pereira B, Smith D (2002) Pollinators and pests for *Annona* species, p.197-221. In J Peña L, J Sharp L, Wysoki M (eds) Tropical fruit pests and pollinators: biology, economics, natural enemies and control. CABI International Publishing, Wallingford, 430p.
- Pereira B J M, Anjos N dos, Picanco M (1997) Ciclo biológico del barrenador de semillas de guanábana (Hymenoptera: Eurytomidae). *Agron 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, Greany D P, Chambers L D (1977) Oviposition deterring pheromone in *Rhagoletis pomonella*. *Ann Entomol Soc Am* 70: 960-962.
- Prokopy J R, Lewis W J (1993) Application of learning to pest management, p.308-342 In Papaj D R, Lewis A C (eds) Insect learning: ecological and evolutionary perspectives. Chapman and Hall New York, 379p.
- Prokopy J R, Ziegler R J, Wong T T (1978) Deterrence of repeated oviposition by fruit-marking pheromone in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *J Chem Ecol* 4: 55-63.
- Sarro F B, Crocomo W B, Ferreira J M S (2004) Aspectos da biología e morfología da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae). *Neotrop Entomol* 33: 7-12.
- Saunders J L, Coto D A (2001) Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Man Integr Plagas* 61: 60-68.
- SAS Institute (1998) SAS Language guide for personal computers, release 6.04. SAS Institute, Cary, North Carolina, 1028p.
- Wilcox C D, Done S B, McDavid W D, Greer D B (2002) Image tool for Windows ver. 3.0. The University of Texas, Health Science Center, Department of Dental Diagnostic Science, San Antonio.

Received 24/IX/08. Accepted 14/V/09.