



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

ISSN: 2007-0934

revista_atm@yahoo.com.mx

Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

México

Hernández Fuentes, Luis Martín; Valdez Carrasco, Jorge Manuel; Urías López, Mario
Alfonso; Gómez Jaimes, Rafael

Identificación, daños y fluctuación poblacional de *Gonodonta pyrgo* (Lepidoptera:
Noctuidae) en *Annona muricata*

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 6, núm. 5, junio-agosto, 2015, pp. 1001-
1012

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263139893007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Identificación, daños y fluctuación poblacional de *Gonodonta pyrgo* (Lepidoptera: Noctuidae) en *Annona muricata**

Identification, damage and population fluctuation of *Gonodonta pyrgo* (Lepidoptera: Noctuidae) in *Annona muricata*

Luis Martín Hernández Fuentes^{1§}, Jorge Manuel Valdez Carrasco², Mario Alfonso Urías López¹ y Rafael Gómez Jaimes¹

¹Campo Experimental Santiago Ixcuintla- INIFAP. Entronque a Santiago Ixcuintla, km. 6. Carretera Internacional México-Nogales. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. C. P. 63300. Tel: 01 323 2350710. (urias.marioalfonso@inifap.gob.mx; gomez.rafael@inifap.gob.mx). ²Colegio de Postgraduados- Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, Montecillo km 33.5, Estado de México. C. P. 56230. 01 595 2 0200. (jvaldez@colpos.mx). [§]Autor para correspondencia: hernandez.luismartin@inifap.gob.mx.

Resumen

En Nayarit, México, en 2007 y 2009 durante agosto y septiembre se observaron fuertes daños al follaje de guanábana (*Annona muricata* L.) por larvas de un lepidóptero, en los años siguientes también se presentó causando daños con mayor frecuencia. El objetivo de este estudio fue identificar al insecto en cuestión, determinar los daños y su fluctuación poblacional. Se realizaron observaciones detalladas de los órganos genitales del macho para su identificación. De junio de 2012 a julio de 2013, con una periodicidad quincenal, se realizaron muestreos en recorridos de campo en la principal región productora de guanábana en Nayarit. La especie identificada corresponde a *Gonodonta pyrgo* (Lepidoptera: Noctuidae). Este insecto deposita los huevos en hojas y brotes jóvenes. Las larvas se alimentan del follaje tierno y maduro, dañan frutos pequeños y flores provocando la caída de estos. Cuando está próxima a pupar, la larva baja al suelo, forma un cocón con pequeños trozos de hojas de guanábana y se oculta bajo la hojarasca. Las larvas de *G. pyrgo* se detectaron desde agosto hasta diciembre con infestaciones de hasta 46 larvas por árbol; en algunos sitios se estimó un 40% de defoliación. Se registraron dos picos poblacionales, uno en agosto y otro en noviembre, lo que podría indicar la existencia de dos generaciones por año.

Palabras clave: *Gonodonta pyrgo*, Anonaceas, biología.

Abstract

In Nayarit, Mexico, in 2007 and 2009 during August and September, heavy damage to the foliage of soursop (*Annona muricata* L.) by larvae from a lepidopteran was observed; in the following years were also present causing damage more often. The aim of this study was to identify the insect in question, determine the damage and population dynamics. Detailed observations of the male genitalia for identification were performed. From June 2012 to July 2013, fortnightly samples were taken on field trips in the main producing region of soursop from Nayarit. The identified species corresponds to *Gonodonta pyrgo* (Lepidoptera: Noctuidae). This insect lays eggs on leaves and young shoots. The larvae feed on immature and mature foliage, damaging small fruits and flowers causing the fall of these. When it is about to pupate, the larvae comes down to the ground, forms a cocoon with small pieces of soursop leaves and hides under the leaves. The larvae of *G. pyrgo* were detected from August to December with infestations of up to 46 larvae per tree; in some sites 40% of defoliation was estimated. Two population peaks, one in August and one in November were recorded, which could indicate the existence of two generations per year.

Keywords: *Gonodonta pyrgo*, Annonaceae, biology.

* Recibido: enero de 2014
Aceptado: mayo de 2015

Introducción

Las anonáceas son de origen tropical y subtropical, se distribuyen en ambos hemisferios y se encuentran entre las plantas más primitivas de todas las angiospermas (González *et al.*, 2011). El género *Annona* es originario del Trópico Americano (Geurts, 1981) y es el que más especies cultivadas y comestibles tiene. Las especies *A. muricata* L. 1753 (guanábano) y *A. cherimola* Mill. (chirimoyo) destacan en México por su valor comercial y superficie cultivada (Andrés y Andrés, 2011). Con una superficie de 1,631.8 ha, una producción de 14 960 t y un valor de la producción de 57.3 millones de pesos, el estado de Nayarit es actualmente el principal productor de guanábano en México y en el municipio de Compostela se cultiva más de 90% de la superficie estatal (SIAP, 2011). Al guanábano se le han asociado 96 especies de insectos plaga en América y el Caribe, de estas, 18 especies fueron registradas para México (Peña y Bennet, 1995). Entre los insectos plaga más importantes en este cultivo se encuentran *Bephratelloides cubensis* Ashmead 1894 (Hym.: Eurytomidae), *Cerconota annonella* Sepp. 1830 (Lepidoptera: Oecophoridae) y *Maconellicoccus hirsutus* Green 1908 (Hemiptera: Pseudococcidae) (Peña y Bennet, 1995; Hernández *et al.*, 2010; González *et al.*, 2010; Castañeda, 2011).

La familia Noctuidae, con 30 subfamilias, es la más grande en el orden Lepidoptera (Kitching y Rawlins, 1998), un gran número de especies en estado larval son plagas de importancia en cultivos hortícolas, granos y frutales; la mayoría se alimenta del follaje y algunas de frutos (Triplehorn y Johnson, 2005). Dentro de la familia Noctuidae, se han mencionado varias especies del género *Gonodonta* asociadas a anonáceas. La subfamilia Calpinae presenta cuatro tribus: Anomini Grote, Calpini Boisduval, Phyllochini Hampson y Scoliopterygini Herrich-Schäffer (Fibiger y Lafontaine, 2005). La tribu Calpini presenta al menos nueve géneros *Africalpe* Krüger, *Calyptra* Ochsenheimer, *Eudocima* Billberg, *Ferenta* Walker, *Gonodonta* Hübner, *Graphigona* Walker, *Oraesia* Guenée, *Plusiodonta* Guenée y *Tetrisia* Walker (Zaspel y Branham, 2008), su distribución es cosmopolita aunque algunas especies se restringen a la región tropical. *Gonodonta clotilda* Stoll se cita en Estados Unidos de América, Venezuela y El Caribe en *A. cherimola*, *A. glabra* L., *A. muricata*, *A. squamosa* L. y *A. squamosa* x *A. cherimola*; *G. nutrix* Cramer en Estados Unidos de América, Cuba y Barbados en *A. glabra* L., *A. muricata* L., *A. squamosa* L. y *A. squamosa* x *A. cherimola* (híbrido

Introduction

The Annonaceae are tropical and subtropical, are distributed in both hemispheres and are among the most primitive of all angiosperm plants (González *et al.*, 2011). The genus *Annona* is native to the American Tropics (Geurts, 1981) and is the most cultivated and edible species. The specie *A. muricata* L. 1753 (soursop) and *A. cherimola* Mill (Chirimoya) stands out in Mexico for their commercial value and cultivated area (Andrés and Andrés, 2011). With an area of 1,631.8 ha, a production of 14,960 tonnes and a production value of 57.3 million pesos, the state of Nayarit is currently the largest producer of soursop in Mexico and in the municipality of Compostela is grown over 90% of state surface (SIAP, 2011). Soursop has been associated to 96 species of insect pests in America and the Caribbean, of these, 18 species were recorded for Mexico (Peña and Bennet, 1995). Among the most important insect pest of this crop are *Bephratelloides cubensis* Ashmead 1894 (Hym: Eurytomidae), *Cerconota annonella* Sepp. 1830 (Lepidoptera: Oecophoridae) and *Maconellicoccus hirsutus* Green 1908 (Hemiptera: Pseudococcidae) (Peña and Bennet, 1995; Hernandez *et al.*, 2010; Gonzalez *et al.*, 2010; Castañeda, 2011).

The Noctuidae family, with 30 subfamilies, is the largest in the Lepidoptera order (Kitching and Rawlins, 1998), a large number of larval species are important pests in vegetable crops, grains and fruit; most feed on foliage and some of fruit (Triplehorn and Johnson, 2005). Within the Noctuidae family, several species of *Gonodonta* genus associated to anonaceae have been reported. The Calpinae subfamily presents four tribes: Anomini Grote, Calpini Boisduval, Phyllochini Hampson and Scoliopterygini Herrich-Schaffer (Fibiger and Lafontaine, 2005). The Calpini tribe presents at least nine genera *Africalpe* Krüger, *Calyptra* Ochsenheimer, *Eudocima* Billberg, *Ferenta* Walker, *Gonodonta* Hübner, *Graphigona* Walker, *Oraesia* Guenée, *Plusiodonta* Guenée and *Tetrisia* Walker (Zaspel and Branham, 2008), their distribution is cosmopolitan but some species are restricted to the tropical region. *Gonodonta clotilda* Stoll is quoted in United States of America, Venezuela and the Caribbean in *A. cherimola*, *A. glabra* L., *A. muricata*, *A. squamosa* L. and *A. squamosa* x *A. cherimola*; *G. nutrix* Cramer in the United States, Cuba and Barbados in *A. glabra* L., *A. muricata* L., *A. squamosa* L., and *A. squamosa* x *A. cherimola* (hybrid Atemoya) and *G. pyrgo* Cramer, reported in Brazil *A. squamosa* (Peña and Bennet, 1995). In Mexico, it appears *G.*

Atemoya) y *G. pyrgo* Cramer se reporta en Brasil en *A. squamosa* (Peña y Bennet, 1995). En México, se observa *G. pyrgo*, sin mencionar al hospedante (Angulo y Jana, 1983), *G. elegans* Druce, *G. correcta* Walker, *G. mexicana* Schaus, *G. paraequalis* Todd, *G. plumbicincta* Dyar y *G. marmorata* Schaus (Zaspel, 2008; Zaspel y Branham, 2008).

Los adultos de *Gonodonta* presentan la proboscis adaptada con ganchos esclerosados para formar una especie de sierra que les permite picar y alimentarse de frutos (Zaspel, 2008; Zenker *et al.*, 2011). En la década de los 40's, se reportaron altas infestaciones de *Gonodonta* en México causando graves daños en cítricos (Tood, 1959) y en 1957 existen informes de 20% de pérdidas en la producción en huertos de naranja en St. Lucie County, Florida, EE.UU. causadas por adultos de *G. nutrix* (King y Thompson, 1957). La información sobre el comportamiento y biología de este grupo de lepidópteros es escasa y, los aspectos básicos de hábitos alimentarios, fluctuación poblacional, hospedantes y ciclo de vida se desconocen.

En 2007, durante los meses de agosto y septiembre, en huertos de guanábano en el ejido de Altavista, Compostela, Nayarit, México, se observaron daños importantes en el follaje de *A. muricata* causados por larvas de un lepidóptero desconocido (observación personal). En 2009, en el mes de septiembre, fue detectado nuevamente este insecto alimentándose del cultivo de guanábano. A partir de este momento se ha observado a ésta plaga durante un mayor periodo y en otros ejidos productores del mismo municipio. Los objetivos de esta investigación fueron coleccionar e identificar la especie en cuestión mediante la morfología externa y describir los genitales del macho para identificaciones posteriores, realizar observaciones de comportamiento y hábitos alimentarios de las larvas y estudiar su fluctuación poblacional en la principal región productora de guanábano en Nayarit, México.

Material y métodos

Identificación y descripción de genitales del macho. Se coleccionaron larvas en campo y se transportaron al laboratorio de entomología agrícola del Campo Experimental Santiago Ixcuintla (CESIX) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), estas se alimentaron con hojas maduras de guanábano hasta que terminaran su desarrollo para esperar la emergencia de

pyrgo, not to mention the host (Angulo and Jana, 1983), *G. elegans* Druce, *G. correcta* Walker, *G. mexicana* Schaus, *G. paraequalis* Todd, *G. plumbicincta* Dyar and *G. marmorata* Schaus (Zaspel, 2008; Zaspel and Branham, 2008).

Gonodonta adults present proboscis adapted with sclerotic hooks to form a kind of saw that allows them to chop and feed on fruits (Zaspel, 2008; Zenker *et al.*, 2011). In the 40's, high infestations of *Gonodonta* were reported in Mexico causing serious damage to citrus (Todd, 1959) and in 1957 there are reports of 20% loss in production in orange orchards in St. Lucie County, Florida, USA caused by adults of *G. nutrix* (King and Thompson, 1957). The information on the behavior and biology of this group of Lepidoptera is scarce and the basics of food habits, population dynamics, host and life cycle are unknown.

In 2007, during the months of August and September, on soursop orchards in the common land of Altavista, Compostela, Nayarit, Mexico, a major damage was observed in the foliage of *A. muricata* caused by a larvae from an unknown lepidopteran (personal observation). In 2009, in the month of September, it was detected again the same insect feeding on soursop. From this point on has been observed this pest for a longer period and in other producing areas from the same municipality. The objectives of this research were to collect and identify the species in question by describing the external morphology and male genitalia for later identification, make observations of behavior and food habits of the larvae and study their population dynamics in the main producing region of soursop in Nayarit, Mexico.

Materials and methods

Identification and description of male genitalia: larvae were collected in the field and transported to the laboratory of agricultural entomology from the Experimental Field Santiago Ixcuintla (CESIX) of National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) these were fed with ripe soursop leaves until they finished their development to wait for the emergence of adults. To identify adults, Angulo and Jana codes (1983) were used; in the extraction of male genitalia was taken as reference the published by Martínez (2002). The extraction of the male genital was made with 10 adults preserved in 70% ethyl alcohol. Abdominal terminalia was separated and macerated for 30 minutes with 10%

adultos. Para la identificación de los adultos se utilizaron las claves de Angulo y Jana (1983); en la extracción de genitales del macho se tomó como referencia lo publicado por Martínez (2002). La extracción de genitales del macho se hizo con 10 adultos preservados en alcohol etílico al 70%. Se separó la terminalia abdominal y se maceró durante 30 minutos con hidróxido de potasio al 10% a 80 °C. Después de un lavado con agua corriente se enjuagó en agua acidulada (1% de ácido acético) y se colocó en alcohol al 70% para su disección y conservación.

Con pinzas y pinceles se eliminaron setas y escamas hasta hacer visible el complejo genital. Una vez limpios los órganos genitales se montaron en portaobjetos excavados sobre un gel transparente que proporcionó el soporte necesario para mantener las valvas separadas en la vista posterior y proceder a su descripción y análisis. En la descripción de los órganos genitales se usó la nomenclatura para lepidópteros de Klots (1970) y la descripción de genitales de Catocalinae por Sivasankaran *et al.* (2011). Se realizó una descripción detallada del órgano genital del macho y se hizo una comparación morfológica con lo descrito por Angulo y Jana (1983). El estudio y fotografías se hicieron en un microscopio Carl Zeiss Tessovar, con una cámara digital Paxcam 3. Para la edición de las imágenes se usó el programa GIMP versión 2.8.2.

Hábitos alimentarios de las larvas. Se realizaron recorridos por la zona productora de guanábana en los ejidos de Altavista, El Divisadero y El Tonino, principales ejidos productores de guanábana en el municipio de Compostela, Nayarit. La ubicación geográfica de los sitios de observación en cada ejido se anota en el Cuadro 1. Se realizaron observaciones cada quince días directamente sobre el hospedante de julio de 2012 junio de 2013; se realizaron anotaron hábitos alimentarios y daños ocasionados por las larvas.

Cuadro 1. Sitios de recolecta y ubicación geográfica del punto medio de muestreo.

Table 1. Collection sites and geographical location from the midpoint of sampling.

Sitio de recolecta	Ubicación geográfica (punto medio del sitio de recolecta)	Altura sobre el nivel del mar (m)
Altavista	21° 05' 38.2" N, 105° 10' 09.6" O	155
El Tonino	21° 03' 30.24" N, 105° 11' 53.30" O	210
El Divisadero	21° 07' 08.9" N, 105° 11' 34.0" O	81

Fluctuación poblacional de larvas. La fluctuación poblacional se determinó con base en lo sugerido por Ruesink y Kogan (1990) para el muestreo de plagas con métodos relativos y por Pedigo y Rice (2009) mediante la técnica del

potassium hydroxide at 80 °C. After washing with tap water, were rinsed in acidified water (1% acetic acid) and placed in 70% alcohol for dissection and conservation.

With tweezers and brushes, the seta and scales were removed to make visible the genital complex. Once clean the genitals were mounted on slides excavated on a transparent gel which provided the necessary support to maintain the leaflets separate with rear view and proceed to their description and analysis. In the description of the genital organs the nomenclature for Lepidoptera from Klots (1970) and the description of genitales of Catocalinae by Sivasankaran *et al.* (2011) was used. A detailed description of male genital was performed and a morphological comparison with that described by Angulo and Jana (1983). The study and photographs were made on a Tessovar Carl Zeiss microscope with a digital camera Paxcam 3. For image editing the program GIMP version 2.8.2 was used.

Food habits of the larvae: tours to the producing area of soursop from the common land of Altavista, El Divisadero and Tonino, the major producing areas in the municipality of Compostela, Nayarit. The geographical location of the observation sites on each common land is noted in Table 1. Observations were made fortnightly directly on the host from July 2012 to June 2013; scored feeding habits and damage caused by the larvae.

Population fluctuation of larvae: the population fluctuation was determined based on the suggested by Ruesink and Kogan (1990) for pest sampling with relative methods and by Pedigo and Rice (2009) the technique of demolition. Sampling was conducted on a biweekly basis, began in July 2012 and ended in June 2013. At each sampling site were chosen producing orchards of one to two hectares, the distance between a sampling orchards

and other at each sampling date was approximately 600 m. The geographical location (midpoint) of the sampling sites is noted in Table 1. In each sampling site were randomly selected three trees with a minimum distance between them

derribo. Los muestreos se realizaron con una periodicidad quincenal, se inició en el mes de julio de 2012 y terminó en junio de 2013. En cada sitio de muestreo se eligieron huertos en producción de una a dos hectáreas, la distancia entre un huerto de recolecta y otro en cada fecha de muestreo fue de 600 m aproximadamente. La ubicación geográfica (punto medio) de los sitios de muestreo se anota en la cuadro 1. En cada sitio de muestreo se eligieron al azar tres árboles con una distancia mínima entre estos de 50 m, bajo cada árbol se colocó una malla circular antiáfidos de 3 m de radio y se asperjó cipermetrina (0.4 g de ingrediente activo/litro de agua). Se utilizó una aspersora de motor con un gasto de agua de 2 L/árbol, después de 40 a 50 min de la aplicación se recolectaron las larvas en la malla, adicionalmente, el árbol se sacudió para provocar la caída de larvas atoradas en el follaje o ramas. Finalmente, se recolectó el total de larvas por árbol. La temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial fueron obtenidas de la estación Climática El Capomo, estación más cercana a los sitios de recolecta, perteneciente al Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático del Campo Experimental Santiago Ixcuintla. (http://www.climanayarit.gob.mx/datoshisto.php?estacion=36172&fecha1=2012-07-5&fecha2=2013-06-28&temp_pro=on&hr_pro=on&prec=on&OK=Consultar#).

Resultados y discusión

Descripción de la larva

La larva completamente desarrollada mide de cuatro a cinco centímetros (Figura 1A), durante su desarrollo cambia de color, siendo en los primeros instares de color negro con líneas transversales intersegmentales de color blanco amarillento, cuando está próxima a pupar se torna gris y mantiene el color de las líneas transversales; en el primer segmento abdominal presenta una mancha alargada amarilla transversal en los primeros instares, en larvas completamente desarrolladas esta mancha se torna blanca cremosa (Figura 1A). Carece de pseudopatas en el cuarto segmento abdominal y camina arqueando el cuerpo.

Identificación y descripción de genitales del macho

La especie identificada corresponde a *Gonodonta pyrgo*. 10 M, México, Compostela, Nayarit. Colecta Hernández-Fuentes, L. M., material depositado en la Colección Entomológica de Insectos Plaga del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Santiago Ixcuintla. *G. pyrgo* ha sido

of 50 m, under every tree a circular anti-aphids mesh 3 m radius was placed and cypermethrin (0.4 g active ingredient / liter of water) was sprayed. A backpack motor sprayer was used, with water use of 2 L / tree; after 40-50 min of applying the larvae were collected in the mesh, additionally, the tree was shook to make the larvae fall that was stuck in the foliage or branches. Finally, all larvae per tree were collected. Temperature, relative humidity and rainfall were obtained from the Climate Station El Capomo, the nearest station to the collection sites, belonging to the State Agro-climatic Monitoring System from the Experimental Field Santiago Ixcuintla. (http://www.climanayarit.gob.mx/datoshisto.php?estacion=36172&fecha1=2012-07-5&fecha2=2013-06-28&temp_pro=on&hr_pro=on&prec=on&OK=consultar#).

Results and discussion

Larvae description

The fully developed larvae is four to five centimeters (Figure 1A), during its development changes color, being in the first instar black with white-yellow inter-segmental transverse lines, when is about to pupate turns gray and maintains the color of transverse lines; in the first abdominal segment has an elongated transverse yellow spot in the first instar, fully developed larvae this spot turns creamy white (Figure 1A). Lacks of prolegs in the fourth abdominal segment and walks arching the body.

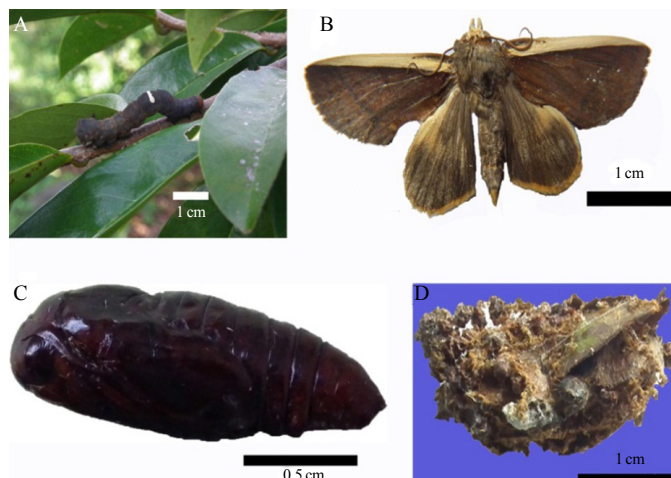


Figura 1. *Gonodonta pyrgo*: Adulto, B; larva, A; y pupa, C y cocón, D.

Figure 1. *Gonodonta pyrgo*: Adult, B; larvae, A; and pupa, C and cocoon, D.

encontrada en Chile, México (Veracruz, Durango y Guerrero), Panamá, Colombia, Venezuela, Guatemala, Nicaragua, Chile, Guyana y Costa Rica (Angulo y Jana, 1983), Surinam (Zaspel, 2008; Zaspel y Branham, 2008), Brasil (Specht y Corseuil, 2002), Estados Unidos de América (Brou, 1994) y en Islas Galápagos de donde se menciona que es originaria (Roque y Landry, 2011). Zaspel (2008) consignó seis especies de *Gonodonta* en México, *G. elegans*, *G. correcta*, *G. mexicana*, *G. paraequalis*, *G. plumbicincta* y *G. marmorata*.

El macho presenta escamas blancas en la cabeza y palpos, en los lados externos de estos lleva escamas castaño oscuras; antenas con microsedas cortas y densos, especialmente en el primer tercio basal; tórax con escamas castaño oscuras; patas con escamas y sedas blancas densas; sin uñas en las tibias medias; alas anteriores y posteriores con escamas marrón rojizas; en el ala anterior, presenta una banda de escamas blancas la cual se adelgaza distalmente a lo largo del borde costal; el ala posterior presenta una mancha amarilla clara más o menos redondeada, en el ápice del ala tiene una banda de escamas café claro; expansión alar de 4 a 4.5 cm (Figura 1B). La hembra es similar al macho, aunque en ésta se observan en general colores más claros.

La base de los órganos genitales masculinos se encuentra oculta bajo el octavo segmento abdominal. La estructura que sirve de soporte al complejo es el *tegumen*, formado en esta especie por dos barras cuticulares que divergen hacia abajo y adelante, desde su articulación con el *uncus* (Figura 2A). Los bordes anterior y posterior del *tegumen* son notoriamente más gruesos que el resto del esclerito. En el extremo anterior de cada brazo del *tegumen* se encuentra el *pedunculus*, que se une a las terminaciones dorsales del *vinculum* (Figura 2A). El *uncus* es una placa libre curvada como lo señalan Angulo y Jana (1983) y aplanada que se articula en su base a la parte más dorsal y posterior del *tegumen*. Esta articulación tiene un eje horizontal, de modo que el *uncus* se mueve hacia arriba y hacia abajo.

La parte más estrecha del *uncus* está cerca de su base y la más ancha casi en su extremo posterior, el cual termina en una uña corta y aguda (Figura 2A). Ambos lados del *uncus* están densamente cubiertos por setas casi rectas. El *vinculum* está formado por dos barras laterales de posición casi vertical, con el extremo superior unido al *pedunculus* y el inferior ensanchado para formar un gran *saccus* en forma de un bulbo aplanado dorsoventralmente (Figura 2A). Las áreas laterales y posterior del *saccus* son esclerosadas, mientras que su parte central es de cutícula clara. La mitad dorsal de la membrana que une a los dos brazos del *tegumen* se prolonga hacia atrás

Identification and description of the male genitalia

The identified species correspond to *Gonodonta pyrgo*. 10 M, Mexico, Compostela, Nayarit. Collection Hernandez-Fuentes, L.M., material deposited in the Entomological Collection of Insect Pests of the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), Experimental Field Santiago Ixcuintla. *G. pyrgo* has been found in Chile, Mexico (Veracruz, Durango and Guerrero), Panama, Colombia, Venezuela, Guatemala, Nicaragua, Chile, Guyana and Costa Rica (Angulo and Jana, 1983), Surinam (Zaspel, 2008; Zaspel and Branham, 2008), Brazil (Specht and Corseuil, 2002), USA (Brou, 1994) and Galapagos Islands where it is mentioned that is native (Roque and Landry, 2011). Zaspel (2008) recorded six species of *Gonodonta* in Mexico, *G. elegans*, *G. correcta*, *G. Mexican*, *G. paraequalis*, *G. plumbicincta* and *G. marmorata*.

The male has white scales on the head and palpus, on the outer sides of these have dark brown scales; antennae with short and dense micro hairs, especially in the first basal third; thorax with dark brown scales; scaly legs and thick white silks; without spurs in tibia; anterior and posterior wings with reddish brown scales; in the anterior wing, has a stripe of white scales which thins distally along the costal margin; the posterior wing has a more or less rounded clear yellow spot; at the apex of the wing has a light brown band of scales; wingspan of 4 to 4.5 cm (Figure 1B). The female is similar to the male, although it is generally observed lighter colors.

The base of the male genitalia is hidden under the eighth abdominal segment. The structure that supports the complex is the *tegument*, formed by two cuticular bars diverging downwards and forwards from its articulation with the *uncus* (Figure 2A). The anterior and posterior edges from the *tegument* are notoriously thicker than the rest of *sclerite*. In the anterior end of each arm from the *tegument* is the *pedunculus* which joins dorsal terminations from the *vinculum* (Figure 2A). The *uncus* is a free curved plate as pointed by Angulo and Jana (1983) and flattened articulated at its base to the dorsal and posterior *tegument*. This joint has a horizontal axis, so that the *uncus* moves up and down.

The narrowest part from the *uncus* is near its base and the widest at its posterior end, which ends in a short and sharp spur (Figure 2A). Both sides from the *uncus* are densely covered by almost straight seta. The *vinculum* comprises two side bars almost vertically, with the upper end attached

para formar un gran cono membranoso que constituye a la *tuba analis*, que lleva dos escleritos dorsales alargados de posición longitudinal llamados *scaphium*.

En el extremo posterior de *tuba analis* desemboca el tramo rectal del proctodeo. El resto de la membrana que cierra por atrás a este complejo se denomina *diaphragma*; sus límites son: arriba, *tuba analis*; abajo, *saccus*, y a los lados *tegumen* y *vinculum*. En el centro del *diaphragma* se encuentra el círculo del *anellus* (Figura 2A), que es el lugar donde la membrana forma una funda tubular llamada *manica* que llega hasta el tercio anterior del *edeago* y ahí se suelda a él en una línea denominada *zone* (Figura 2C). Arriba y a los lados de *anellus* hay dos escleritos de tres puntas, que corresponden a la *transtilla*, la cual debería ser una sola pieza, pero en esta especie son dos placas separadas.

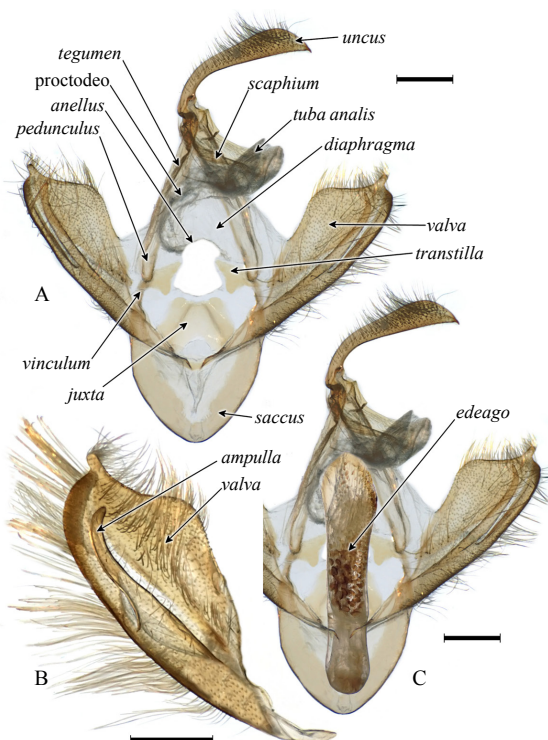


Figura 2. Órganos genitales masculinos externos de *Gonodonta pyrgo*. A, vista posterior de la genitalia, sin *edeago*; B, cara interna de la *valva* izquierda; C, genitalia con *edeago*. Escalas: 0.5 mm.

Figure 2. External male genital organs of *Gonodonta pyrgo*. A: posterior view of the genitalia without *aedeagus*; B: inside of the left *valva*; C: genitalia with *aedeagus*. Scales: 0.5 mm.

Abajo de *anellus* está la *juxta*, que en este caso es una extensa placa subtriangular con la parte media deprimida y los lados abultados. A los lados del complejo genital, entre

to the *pedunculus* and the lower broadened to form a large *saccus* as a dorsoventral flattened bulb (Figure 2A). The lateral and posterior areas of the *saccus* are scleroticed, while its central part is clear cuticle. The dorsal half of the membrane that joins the two arms of the *tegumen* extends back to form a large membranous cone that constitutes the *tuba analis*, carrying two elongated dorsal sclerites in a longitudinal position called *scaphium*.

At the posterior end of *tuba analis* leads the rectal stretch from the proctodaeum. The rest of the membrane that closes behind this complex is named *diaphragma*; its limits are: up, *tuba analis*; below, *saccus*, and to the sides the *tegumen* and *vinculum*. In the center of the *diaphragma* is the circle from *anellus* (Figura 2A), which is where the membrane forms a tubular sheath called *manica* that reaches the anterior third from the *aedeagus* and is attached to it in a line called *zone* (Figure 2C). Up and sides of *anellus* there are two sclerites of three points, which correspond to the *transtilla*, which should be one piece, but in this species are two separate plates.

Below the *anellus* is the *juxta*, which in this case is a large subtriangular plate, with the middle part depressed and bulging sides. On the sides of the genital complex between *pedunculus* and *juxta*, the *valvas* articulate, as two large lobes slightly curved on the bottom margin, dorsal margin markedly curved upwards and on the posterior end, is a lobe rounded tip. Both sides of the *valve* and their margins are densely covered with very long seta. The main characteristic of this *valva* is a very elongated *ampulla* that almost runs the full length of the organ, over a strip of clear cuticle on the inside of the *valva*. The *ampulla* ends on the posterior end of a rounded tip and curved upwards (Figure 2B) the above coincide with that reported by Angulo and Jana (1983).

The *aedeagus* is located in the center of the *terminalia*, between the two *valvas*, below the *uncus* and on top the *juxta* (Figure 2C). It is a tubular structure, anterior end round tilted down, where the anterior bulb forms called *coecum penis* (Figure 3C). The third half of the organ is a regular cylinder, but the third distal is flattened and concave, like a spoon ending in tip (Figure 3B). At the height of the first third of the *aedeagus* is the line where the membrane of the *manica*, from *anellus*, attaches to the penis. On the dorsal part of *coecum penis* is an opening through which enters the ejaculatory duct from internal genitalia. The duct joins the *endophallus* at a point that morphologically corresponds to *gonopore* and when at rest position is exactly at the level

pedunculus y *juxta*, se articulan las *valvas*, como dos grandes lóbulos de margen inferior ligeramente curvo, margen dorsal marcadamente curvado hacia arriba y extremo posterior terminado en un lóbulo de punta redonda. Ambas caras de la *valva*, así como sus márgenes, están densamente cubiertos por setas muy largas. La característica principal de esta *valva* es una *ampulla* muy alargada que recorre casi toda la longitud del órgano, sobre una franja de cutícula clara en la cara interna de la *valva*. La *ampulla* termina en un extremo posterior de punta redonda y curvado hacia arriba (Figura 2B), lo anterior coincide con lo señalado por Angulo y Jana (1983).

El edeago se encuentra en el centro de la *terminalia*, entre las dos valvas, abajo del *uncus* y sobre la *juxta* (Figura 2 C). Es una estructura tubular, de extremo anterior redondo inclinado hacia abajo, donde forma el bulbo anterior llamado *coecum penis* (Figura 3C). El tercio medio del órgano es un cilindro regular, pero el tercio distal es aplanado y cóncavo, como una cuchara terminada en punta (Figura 3 B). A la altura del primer tercio del *edeago* se encuentra la línea donde la membrana de la *manica*, proveniente de *anellus*, se suelda al cuerpo del pene. En la parte dorsal de *coecum penis* hay una abertura por la que entra el conducto eyaculatorio procedente de los órganos genitales internos. El conducto se une al *endofalo* en un punto que morfológicamente corresponde al *gonoporo*, y que en posición de reposo se encuentra exactamente al nivel de *zone*. La cutícula del *edeago* es de color ámbar, y por ser translúcida permite ver en su interior a las ornamentaciones del *endofalo* llamadas *cornuti* (Figura 3A).

Hábitos y daños larvarios

En árboles de uno a dos años pueden provocar defoliación total lo cual provoca debilitamiento y muerte de ramas. La larva se alimenta del follaje tierno y maduro, ocasiona daños también en flores al alimentarse de los pétalos y provocar su caída. En árboles maduros con fuertes infestaciones puede provocar 40% de defoliación. Las larvas también se alimentan de frutos pequeños a los cuales raspan la cáscara y provocan su caída, si el fruto dañado permanece en el árbol se necrosa debido a que las heridas facilitan la entrada de patógenos. La larva al ser tocada o “molestada” inmediatamente se cae colgada de un hilo de seda y al cabo de un momento vuelve a subir por este. Cuando está próxima a pupar la larva baja al suelo donde forma un cocón con pequeños trozos de hojas del hospedante (Figura 1D y 1C) y permanece bajo la hojarasca.

of *zone*. The cuticle of the *aedeagus* is amber, and being translucent allows seeing inside the ornamentation of the endophallus called *cornuti* (Figure 3A).

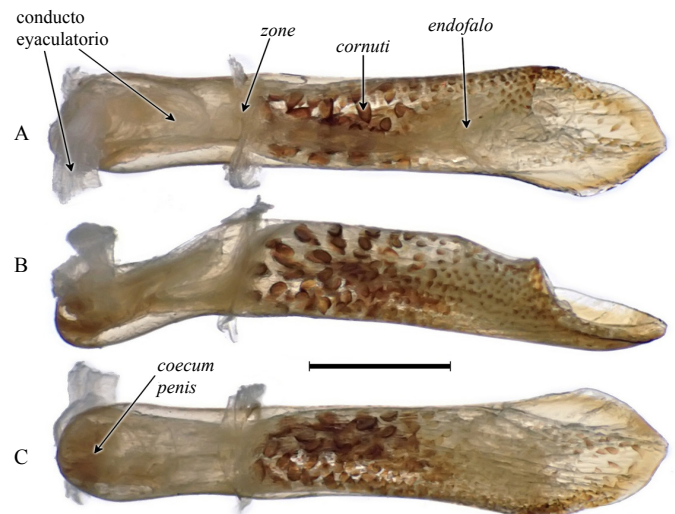


Figura 3. Edeago de *Gonodonta pyrgo*. A, vista dorsal; B, vista lateral izquierda; C, vista ventral. Escala: 0.5 mm.

Figure 3. Aedeagus of *Gonodonta pyrgo*. A: dorsal view; B: left lateral view; C: ventral view. Scale: 0.5 mm.

Habits and larval damage

In trees of one to two years can cause complete defoliation causing weakening and branch dieback. The larva feeds on immature and mature foliage, causing damage on flowers by feeding on them and making them fall. In mature trees with heavy infestations can cause 40% defoliation. The larvae also feed on small fruits to which scrapes the skin and causes its fall, if the damaged fruit remains on the tree, the wound becomes necrotic because facilitates the entry of pathogens. The larva when touched or "disturbed" falls immediately suspended from a silk thread and after a moment goes up by this. When is close to pupate, the larva comes down to the ground where it forms a cocoon with small pieces of leaves from the host (Figure 1D and 1C) and remains under the dead leaves. The behavior of this species in the months in which is not observed damaging the soursop is unknown. Angeles and Requena (1961) observed adults of *G. pyrgo* causing damage to mango fruit in Maracay, Venezuela; on our observations of adults confined to laboratory cages these fed on mango and soursop fruit in physiological maturity; in the region of Compostela, Nayarit, are cultivated 5 696 ha of different varieties of mango located near or interspersed with soursop orchards (SIAP, 2011) so it is likely that as an adult *G. pyrgo* feeds on mango and soursop under natural conditions and as larva from soursop.

Se desconoce el comportamiento de esta especie en los meses en los cuales no se le observa dañando al cultivo de guanábana. Angeles y Requena (1961) observaron adultos de *G. pyrgo* provocando daños a frutos de mango en Maracay, Venezuela; en nuestras observaciones de adultos confinados en jaulas de laboratorio estos se alimentaron de frutos de mango y guanábana en madurez fisiológica, en la región de Compostela, Nayarit, se cultivan 5 696 ha de distintas variedades de mango ubicadas cerca o entre intercaladas con huertos de guanábana (SIAP, 2011) por lo que es probable que como adulto *G. pyrgo* se alimente de frutos de mango y guanábana en condiciones naturales y como larva de guanábano.

Fluctuación poblacional de larvas

Al inicio de la recolecta, en el mes de agosto, se capturaron larvas sólo en los sitios de Altavista y El Divisadero (Figura 4), en ambos sitios ocurrieron dos picos poblacionales durante el año; las primeras larvas encontradas coinciden con los reportes de observaciones previas, estas se empezaron a observar al inicio de las lluvias en el mes de junio y un tuvieron un incremento importante en el mes de julio, es posible que el inicio del periodo de lluvias marque la emergencia de adultos y su reproducción. En el mes de agosto se observó un pico poblacional de larvas en los sitios de Altavista y El Divisadero y en este mes ocurrió también la mayor precipitación (341 mm) (Figura 6). La temperatura media mensual osciló entre 19.6 °C y 26.6 °C, en febrero y junio-julio ocurrió la menor y mayor temperatura, respectivamente; la humedad relativa media mensual mínima ocurrió en mayo (73.8%) y la máxima (83.6%) en septiembre (Figura 7).

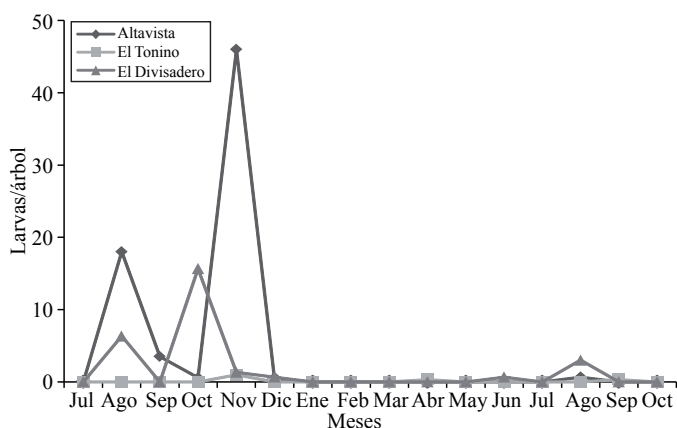


Figura 4. Total de larvas de *G. pyrgo* por árbol de *A. muricata* en cada sitio de muestreo. Nayarit, México. 2012-2013.
Figure 4. Total *G. pyrgo* larvae per tree of *A. muricata* at each sampling site. Nayarit, Mexico. 2012 -2013.

Population fluctuation of larvae

At the beginning of the collection in August, larvae were captured only in sites from Altavista and El Divisadero (Figure 4), in both places two population peaks occurred during the year; the first larvae found were similar to reports of previous observations, these began to appear in the onset of rains in June and had a significant increase in the month of July, it is possible that the onset of the rain period marks the emergence of adults and its reproduction. In August a larval population peak was observed in sites from Altavista and El Divisadero and in this month was the highest precipitation (341 mm) (Figure 6). The average monthly temperature ranged between 19.6 °C and 26.6 °C, in February and June-July was the lower and higher temperatures, respectively; the minimum monthly mean relative humidity was in May (73.8%) and maximum (83.6%) in September (Figure 7).

In El Tonino, site located at higher altitudes, larvae were found only in November and April; however, populations were barely detectable (Table 2). The period of larval damage both in Altavista and El Divisadero was during the months of August to December, a longer period than the observations in previous years. The highest infestation in the three collection sites occurred in November with 48.3 larvae / tree (51.2% of total). The largest number of larvae was in Altavista with 68.4 larvae in total (72.5% of total). Except April in El Tonino, where 0.3 larvae per tree were collected, occurring two population peaks in Altavista and El Divisadero, which may indicate that *G. pyrgo* has two generations per year in the study area (Figure 5). In total, 283 larvae were collected.

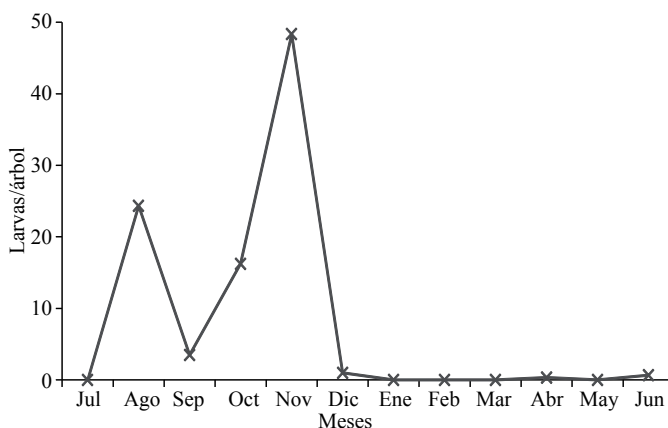


Figura 5. Total de larvas de *G. pyrgo* por árbol de *A. muricata* en los sitios de muestreo. Nayarit, México. 2012-2013.
Figure 5. Total *G. pyrgo* larvae per tree of *A. muricata* in the sampling sites. Nayarit, Mexico. 2012 -2013.

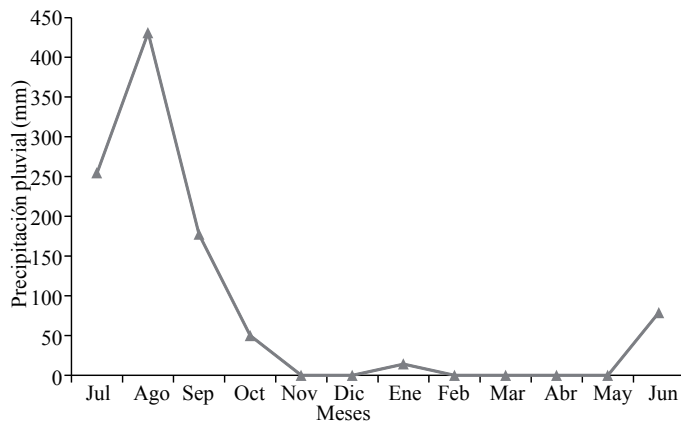


Figura 6. Precipitación (mm) ocurrida durante el periodo de observaciones. Junio de 2012 a julio de 2013.

Figure 6. Precipitation (mm) during the period of observations. June 2012 to July 2013.

En El Tonino, sitio ubicado a mayor altura, sólo se encontraron larvas en noviembre y abril; sin embargo, las poblaciones apenas fueron perceptibles (Cuadro 2). El periodo de daños por larvas tanto en Altavista como en El Divisadero fue durante los meses de agosto a diciembre, lapso mayor a las observaciones en años anteriores. La mayor infestación en los tres sitios de recolecta ocurrió en noviembre con 48.3 larvas/árbol (51.2% del total). El mayor número de larvas se presentó en Altavista con 68.4 larvas en total (72.5% del total). A excepción de abril en el sitio de El Tonino, donde se recolectaron 0.3 larvas por árbol, ocurrieron dos picos poblacionales en Altavista y El Divisadero, lo cual nos puede indicar que *G. pyrgo* presenta dos generaciones al año en la región de estudio (Figura 5). En total se recolectaron 283 larvas.

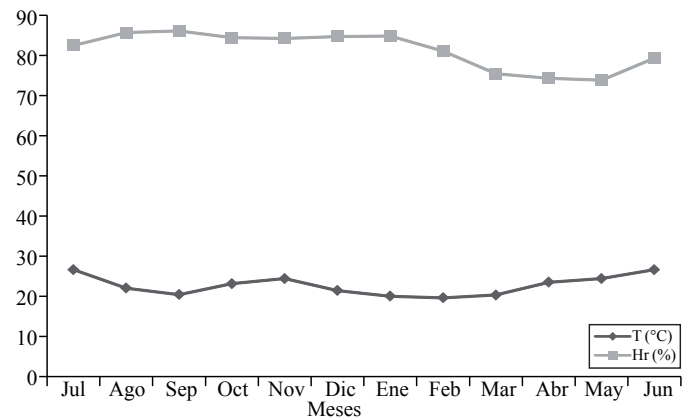


Figura 7. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) medias mensuales ocurridas durante el periodo de observaciones. Junio de 2012 a julio de 2013.

Figure 7. Monthly averages of Temperature (°C) and relative humidity (%) during the period of observations. June 2012 to July 2013.

Conclusions

Existing knowledge on biology, habits and control methods of *G. pyrgo* is still limited; however, with these results the producers and technicians will know more precisely the period of damage, start and end of infestations in the major producing regions soursoop in the state of Nayarit, Mexico. The start of the two population peaks in July and October set the time for the evaluation of preventive methods to larval control; also, with the second larval population

Cuadro 2. Total de larvas de *G. pyrgo* por árbol de *A. muricata* en los sitios de muestreo. Nayarit, México. 2012-2013.

Table 2. Total *G. pyrgo* larvae per tree of *A. muricata* in the sampling sites. Nayarit, Mexico. 2012 -2013.

Meses*	Larvas por árbol en cada sitio de recolecta			Total
	Altavista	El Tonino	El Divisadero	
Jul.	0.0	0.0	0.0	0.0
Ago.	18.0	0.0	6.3	24.3
Sep.	3.5	0.0	0.0	3.5
Oct.	0.6	0.0	15.7	16.2
Nov.	46.0	1.0	1.3	48.3
Dic.	0.3	0.0	0.7	1.0
Ene.	0.0	0.0	0.0	0.0
Feb.	0.0	0.0	0.0	0.0
Mar.	0.0	0.0	0.0	0.0
Abr.	0.0	0.3	0.0	0.3
May.	0.0	0.0	0.0	0.0
Jun.	0.0	0.0	0.7	0.7
Total	68.4	1.3	24.6	94.4

*julio-diciembre de 2012 y enero-junio de 2013.

Conclusiones

El conocimiento existente sobre biología, hábitos y métodos de control de *G. pyrgo* es aún limitado; sin embargo, con los resultados obtenidos los productores y técnicos conocerán con mayor precisión el periodo de daño, inicio y término de las infestaciones en las principales regiones productoras de guanábana en el estado de Nayarit, México. El inicio de los dos picos poblacionales observados en julio y octubre da pauta para la evaluación de métodos preventivos de control de larvas; asimismo, con el segundo pico poblacional de larvas en septiembre se podría iniciar la evaluación de métodos de trapeo y control de los adultos. Finalmente, la disminución de las poblaciones larvales en septiembre y diciembre estaría indicando el periodo de pupación, *G. pyrgo* es una plaga que requiere atención en la región de estudio ya que afecta la calidad y producción del cultivo de guanábana; se requieren realizar mayores estudios para determinar su ciclo de vida, hábitos alimentarios de los adultos y su comportamiento reproductivo, lo que permitirá definir y evaluar la mejor alternativa de control.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Produce Nayarit, A. C. por el apoyo otorgado para la realización de esta investigación. De igual manera agradecemos a los productores de guanábana en la región de estudio por facilitar el acceso a sus huertos.

Literatura citada

- Andrés, A. J. y Andrés, L. H. 2011. Biología, diversidad, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de Annonaceae en México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 141 p.
- Angeles, N. de J. y Requena, J. R. 1961. Observaciones del daño causado por adultos de mariposas (Lepidoptera, Noctuidae) en frutos de mango. *Agronomía Tropical*. 9(3):175-180.
- Angulo, O. A. y Jana, S. C. 1983. Catálogo crítico, ilustrado y claves de Catocalinae y Ophiderinae para Chile (Lepidoptera: Noctuidae). *Gayana: Zoología* No. 45. Universidad de Concepción. Chile. 32 p.
- Brou, V. A. 1994. New records of two fruit-piercing moths encountered in Louisiana and other southeastern states. *Southern Lepidopterists News*. 16:39-40.
- Castañeda, G. M. 2011. Ciclo de vida y hábitos del picudo de las Annonáceas *Optatus palmaris* Pascoe: observaciones en campo y laboratorio. Tesis Licenciatura. Universidad Tecnológica de la Costa, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.
- Fibiger, M. y Lafontaine, D. 2005. A review of the higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera) with special reference to the Holarctic fauna. *Esperiana Buchreihe zur Entomologie*. 11:1-205.
- Hernández, F. L. M.; Urias, L. M. A. y Bautista, M. N. 2010. Biología y hábitos del barrenador de la semilla *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae). *Neotropical Entomology* 39(4):527-534.
- Geurts, F. 1981. Annonaceous fruits. Royal Tropical Institute. Amsterdam, the Netherlands. 16 p.
- González, E. A. R.; Luna, C. L. M.; Gutiérrez, J. J.; Schlie, G. M. A. y Vidal, L. D. G. 2011. (Compiladores). Anonáceas: plantas antiguas, estudios recientes. Ed. Colección Jaguar. UNICAH. Chiapas, México. 555 p.
- González, G. E.; Sánchez, M. G.; Zhang, A.; Lozano, G. J. y Carmona, S. F. 2010. Validación de dos compuestos feromonales para el monitoreo de la cochinilla rosada del hibisco en México. *Agrociencia* 44:65-73.
- King, J. R. and Thompson, W. L. 1957. Fruit piercing moth, *Gonodonta nutrix* (Cramer), attacks oranges in Florida. *The Florida Entomologist*. 41:61-65.
- Kitching, I. J. and Rawlins J. E. 1998. The noctuoidea. In: Kristensen, N. P. (Ed.). *Lepidoptera, moths and butterflies. Handbook of zoology. Arthropoda: Insecta. Part 35. Volume I. Evolution, systematics and biogeography*, Walter de Gruyter. Berlin and New York. 4:355-401 pp.
- Klots, A. B. 1970. Lepidoptera in "taxonomists's glossary of genitalia in insects" (Ed.). Tuxen, S. L. Ejnar Munksgaard, Copenhagen. 115-130 p.
- Martínez, M. I. 2002. Técnicas básicas de anatomía microscópica y de morfometría para estudiar los insectos. *Bulletin of Society Entomological of America* 30:187-195.
- Pedigo, P. L. and Rice, M. E. 2009. *Entomology and pest management*. 6ª. Edición. Ed. Pearson Prentice Hall. EEUU. 784 p.
- Peña, E. J. and Bennett, F. D. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the neotropics. *Florida Entomologist*. 78(2):329-349.

End of the English version



- Roque, A. L. and Landry, B. 2011. Checklist of Galapagos butterflies and moths. *In*: Bungartz, F.; Herrera, H.; Jaramillo, P.; Tirado, N.; Jiménez-Uzategui, G.; Ruiz, D.; Guézou, A. and Ziemmeck, F. (Eds.). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist. Pto. Ayora, Galápagos. 1-39 pp.
- Ruesink, W. G. y Kogan, M. 1990. Bases cuantitativas del manejo de plagas: muestreo y medición. *In*: Robert, L. M. y Luckmann, W. H. (Eds.). Introducción al manejo de plagas de insectos. Ed. Limusa. México, D. F. 710 p.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). 2011. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350.
- Sivasankaran, K.; Thangadurai, T. B. and Ignacimuthu, S. 2011. Studies on external genital morphology of subfamily Catocalinae (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Res. B.* 8:631-642
- Specht, A. and Corseuli, E. 2002. Diversidade dos noctídeos (Lepidoptera, Noctuidae) em Salvador do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19:281-298.
- Todd, E. L. 1959. The fruit-piercing moths of the genus *Gonodonta* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Technical Bulletin No. 1201. Agricultural Research Service United States Department of Agriculture; Washington D. C. 52 p.
- Triplehorn, A. C. and Johnson, N. F. 2005. Borror and delong's introduction to the study of insects. 7th. Edition. Belmont, California, EUA. 864 p.
- Zaspel, M. J. and Branham, M. A. 2008. World checklist of tribe Calpini (Lepidoptera: Noctuidae: Calpinae). *Insecta Mundi* 47:1-15.
- Zaspel, M. J. 2008. Systematics, biology and behavior of fruit-piercing and blood feeding moths in the subfamily Calpinae (Lepidoptera: Noctuidae). Philosophy Doctor Thesis. University of Florida. 239 p.
- Zenker, M. M.; Penz, C.; Paris, M. and Specht, A. 2011. Proboscis morphology and its relationship to feeding habits in noctuid moths. *J. Insect Sci.* 11:1-10.