

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



CICLO DE VIDA Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE *Gonodonta pyrgo*
(LEPIDOPTERA: EREBIDAE) EN *Annona muricata*.

PRESENTA:

JOSÉ MIGUEL PINZÓN GARCÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

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

Xalisco, Nayarit, México. Abril del 2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/065/15

Xalisco, Nayarit., 26 de marzo de 2015

Ing. Alfredo González Jáuregui
Director de Administración Escolar
Presente.

Con base al oficio de fecha 10 de marzo de 2015, enviado por los CC. **Dr. Luis Martín Hernández Fuentes, Dr. Gregorio Luna Esquivel, Dr. Margarito Ortiz Catón y Néstor Isiordia Aquino**, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, se autoriza al **C. José Miguel Pinzón García**, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría.

Sin más por el momento, me despido de usted y reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo Nuestro a lo Universal"

Dr. J. Diego García Pardeles
Coordinador del posgrado


Expediente.

lref.

Dr. Juan Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado en
Ciencias Biológico Agropecuarias
Universidad Autónoma de Nayarit
P R E S E N T E

Los que suscriben, integrantes del Comité Tutorial del C. **José Miguel Pinzón García**, declaramos haber revisado y corregido la tesis con título "CICLO DE VIDA Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE *Gonodonta pyrgo* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE) EN *Annona muricata*", por lo que aprobamos su impresión para que continúe con los trámites para la obtención de grado.

ATENTAMENTE
Comité Tutorial



Dr. Luis Martín Hernández Fuentes
Director



Dr. Gregorio Luna Esquivel
Co- Director



Dr. Margarito Ortiz Catón
Asesor



Dr. Néstor Isiordia Aquino
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres Anita García Sánchez y Alonso Romeo Pinzón González, quienes me han apoyado para llegar a este nivel de estudios, por la oportunidad de existir, forjarme con valores, por sus consejos para ser cada día mejor como ser humano y los sacrificios que han realizado en el trayecto de mi vida para salir adelante, muchos de mis logros incluido éste, se los debo a ustedes.

A mi esposa Carolina Camacho Vázquez que siempre estuvo a mi lado y me apoyó totalmente en las decisiones tomadas durante esta etapa de mi vida, por su inestimable amor, amistad y confianza, por ser la inspiración para cumplir los objetivos y metas de cada día, por la dedicación y colaboración incondicional en este trabajo.

A mi hermano Alonso Romeo que siempre ha estado a mi lado, brindándome su apoyo y cariño absoluto.

A familiares, amigos y compañeros que directa o indirectamente colaboraron en esta etapa de mi vida.

¡Gracias a todos ustedes!

AGRADECIMIENTOS

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

Al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras, a la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, por las facilidades y apoyos durante la maestría.

Al Dr. Luis Martín Hernández Fuentes por mostrarme la fascinante e importante labor de la investigación agrícola, por su valiosa e invaluable colaboración en este trabajo, sus concisas recomendaciones, tiempo empleado y brindarme su amistad, sus conocimientos, su orientación y su gran responsabilidad que son la base fundamental en mi formación como M.C. gracias Dr. Luis Martín.

Dr. Gregorio Luna Esquivel gracias por la orientación y aportaciones puntuales, que me permitieron avanzar con firmeza en cada una de las etapas de mi formación académica y en la obtención de los objetivos de esta investigación, por su apoyo y amistad gracias.

Dr. Néstor Isiordia Aquino, agradezco el tiempo brindado a esta investigación, la inspiración para seguir adelante, confianza depositada en mí, su amistad, sugerencias y aportaciones oportunas que me permitieron aprender mucho más de lo realizado en esta investigación.

Dr. Margarito Ortiz Catón, gracias por aceptar formar parte de mi comité de asesores, compartir sus conocimientos como profesor y realizar sus valiosas recomendaciones a este trabajo.

A los profesores que participaron en mi formación y compartieron sus conocimientos a través de asignaturas o asesorías durante mi estancia en el posgrado.

Dr. Rafael Gómez Jaimes gracias por ser un gran amigo, por esa motivación de seguir siempre adelante, esforzarse a cada momento y entregar lo mejor de sí, sin esperar nada a cambio.

De igual manera deseo extender mis más sinceros agradecimientos al Dr. Abel Rebouças São José por brindarme la oportunidad de realizar la estancia de investigación bajo su tutela, en la Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil y compartir tan valiosos conocimientos. Gracias a Jailson Silva de Jesus por sus conocimientos y brindarme su excelente amistad, a compañeros y personal del laboratorio que hicieron satisfactoria y amena esta estancia.

Por su importante participación en la fase de campo y experiencias compartidas durante esta investigación, expreso un especial agradecimiento al Ing. Misael Dueñas Candelario.

Al Ing. Cristian Salas y la Ing. Sara Mancinas, personal del laboratorio de entomología agrícola por su valiosa y constante colaboración, gracias compañeros.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1 Insectos plaga asociados al cultivo de guanábano	5
3.2 <i>Bephratelloides cubensis</i>	5
3.2.1 Importancia	5
3.2.2 Biología y hábitos.....	5
3.2.3 Control	6
3.3 <i>Optatus palmeris</i>	6
3.3.1. Importancia	6
3.3.2 Biología y hábitos.....	6
3.3.3 Control	7
3.4 <i>Maconellicocus hirsutus</i>	7
3.4.1 Importancia	7
3.4.2 Biología y hábitos.....	7
3.4.3 Control	8

3.5 <i>Gonodonta pyrgo</i>	8
3.5.1 Importancia	8
3.5.2 Biología y hábitos.....	8
3.5.3 Control	8
3.5.4. Descripción morfológica.....	9
3.6 Ciclo de vida.....	9
3.7 Tablas de vida.....	10
3.7.1 Tablas de vida estática	10
3.7.2 Tablas de vida de tiempo variable	10
3.7.3 Tablas de vida de cohorte.....	10
3.8 Curva de supervivencia.....	11
3.8.1 Curva de supervivencia tipo I.....	11
3.8.2 Curva de supervivencia tipo II.....	11
3.8.3 Curva de supervivencia tipo III.....	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.1 Ciclo de vida.....	13
4.1.1 Estado de huevo	13
4.1.2 Estado de larva	14
4.1.3 Estado adulto.....	15
4.2 Comparación de medias de dos poblaciones, mediante dos muestras aleatorias independientes.....	16
4.3 Tablas de vida de cohorte.....	16
4.4 Curva de supervivencia.....	19

4.5 Hábitos alimentarios de larvas <i>G. pyrgo</i>	19
4.6 Hábitos alimentarios de adultos <i>G. pyrgo</i>	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1 Ciclo de vida.....	20
5.2 Comparación de medias de dos poblaciones mediante dos muestras aleatorias independientes.....	21
5.3 Tabla de vida 30.6 °C y 70 % HR.....	23
5.4 Tabla de vida a 27.9 °C y 70 % HR.....	24
5.5 Curva de supervivencia 30.6 °C y 70 % HR.....	25
5.6 Curva de supervivencia 27.9 °C y 70 % HR.....	27
5.7. Hábitos alimentarios de larvas de <i>G. pyrgo</i>	28
5.8. Hábitos alimentarios de adultos de <i>G. pyrgo</i>	28
5.9 Observaciones generales de comportamiento.....	29
VI. CONCLUSIONES	31
LITERATURA CITADA.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ciclo de vida de <i>G. pyrgo</i> y duración de larva a muerte de adultos.....	21
Cuadro 2. Comparación de medias de las poblaciones 30.6 °C y 27.9 °C.....	22
Cuadro 3. Tabla de vida de <i>G. pyrgo</i> de larva- adulto a 30.6 °C.....	23
Cuadro 4. Tabla de vida de <i>G. pyrgo</i> larva- adulto a 27.9 °C.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de curvas de supervivencia.....	12
Figura 2. Ciclo de vida de <i>G. pyrgo</i> a 30.6 °C (A), duración del estado de larva a muerte de adultos a 27.9 °C (B).....	20
Figura 3. Curva de supervivencia 30.6 °C.....	26
Figura 4. Curva de supervivencia a 27.9 °C.....	27
Figura 5. Daño efectuado por larvas de <i>G. pyrgo</i> de hasta 5 o 6 días de vida (A), daño causado por larvas de 6 o más días de vida (B).....	28
Figura 6. Adultos de <i>G. pyrgo</i> alimentándose de frutos <i>A. muricata</i> (A) y frutos de <i>M. indica</i> (B).....	29

RESUMEN

Annona muricata L. es el frutal más importante de las anonáceas en México. Existen diversos insectos plaga que causan daños al cultivo, entre ellos *Gonodonta pyrgo* Cramer, en cultivos tropicales se han reportado pérdidas del 100 % a causa de *Gonodonta*. En Nayarit se observaron larvas de *Gonodonta pyrgo* causando severas defoliaciones al guanábano en el 2004, debido a la escasa información de biología y hábitos, se determinó el ciclo de vida en laboratorio bajo condiciones controladas de 30.6 ± 0.19 °C, 70 ± 0.86 % HR y 12 h de fotoperiodo. Asimismo, se determinó la duración de los estados biológicos de larva, pupa y adulto a 27.9 ± 0.22 °C, 70 ± 1.24 % HR y 12 h de fotoperiodo. Con esta información se construyeron tablas de vida y curvas de supervivencia. El insecto vivió de huevo a muerte de adultos 26.0 ± 2.11 días a 30.6 °C y de larva hasta la muerte de adultos vivió 30.0 ± 2.03 días a 27.9 °C. La duración del estado de larva fue el mismo para las dos temperaturas (12 días), de los estados biológicos el larval fue el que más perduró.

Los insectos confinados a 30.6 °C mostraron mayor tasa de mortalidad que los confinados a 27.9 °C.

El estado larval causó mayor daño que el adulto. Las larvas se alimentaron de hojas, flores y frutos de guanábano; el adulto perforó frutos de mango y guanábana, afectando la calidad de la fruta.

De este insecto resalta la alta capacidad para descubrir nuevos hábitats y la gran eficacia de colonización, lo que implica dificultades para realizar su control y delimitar las áreas infestadas.

ABSTRACT

Annona muricata L. is the most important fruit-tree of anonaceas in Mexico. There are many pest insects which cause damage to this crop, including *Gonodonta pyrgo* Cramer. It causes until 100% of damages in tropical crops. In Nayarit larvae *Gonodonta pyrgo* were observed causing severe defoliation to sour sop tree in 2004, because of limited information about biology and habits, the life cycle was determined into laboratory under controlled conditions of 30.6 ± 0.19 °C, $70 \pm 0.86\%$ HR and 12 h photoperiod, time life of larva, pupa and adult under 27.9 ± 0.22 °C, $70 \pm 1.24\%$ HR and 12 h photoperiod, were determined. Tables and survival curves were constructed. The life time from egg to adult at 30.6 °C had a duration of 26.0 ± 2.11 days, at 27.9°C it lived from larva to adult 30.0 ± 2.03 days. Duration of larval stage was the same at two conditions (12 days), larval stage was the most lasted.

The insect confined at 30.6 °C showed higher mortality rate than those confined at 27.9 °C.

The larval caused more damage than adults. The larvae fed on leaves, flowers and fruits of sour sop and adult drilled mango and sour sop fruit, affecting it's quality.

This specie is characterized by high capacity to discover new habitats and high capacity for colonization, because of that is difficult to control and delimit the infested area.

I. INTRODUCCIÓN

El guanábano *Annona muricata* L. (*A. muricata*) es un cultivo frutícola originario de América Tropical, pertenece a la familia Annonaceae (Geurts, 1981; Aceves *et al.*, 2008). En el continente americano se cultiva en regiones cálidas que van desde México hasta Brasil (Baraona y Sancho, 1992). En México *A. muricata* es la especie de mayor importancia de las anonáceas (Hernández *et al.*, 2013), actualmente en expansión por el interés de la producción de frutos para consumo natural y en forma procesada (Vidal y Nieto, 1997). México cultiva 2,723 ha, el estado de Nayarit es el principal productor nacional con 1,978 ha, de las cuales se obtiene una producción anual de 15,259 t, con un valor total de 78.830 millones de pesos (SIAP, 2013).

Los principales problemas que enfrenta el guanábano se relacionan con aspectos fitosanitarios, el cultivo se ha reportado como hospedante de al menos 30 especies de insectos pertenecientes a Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera, entre los insectos plaga más importantes de este cultivo se encuentran *Optatus palmaris* Pascoe (Coleoptera: Curculionidae), *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae) y *Cerconota annonella* Sepp (Lepidoptera: Oecophoridae), (Peña y Bennet, 1995; Coto y Saunders, 2001; Castañeda, 2011; Hernández *et al.*, 2013; Maldonado, 2014).

Los lepidópteros representan un factor limitante en la producción agrícola, especialmente durante el estado larval (Angulo y Jana, 1983). El género *Gonodonta* anteriormente considerado en la familia Noctuidae (Tood, 1959; Zaspel y Branham, 2008), pertenece a la familia Erebidae (Zaspel *et al.*, 2012), Subfamilia Calpinae y tribu Calpini; los adultos de esta tribu se caracterizan por la presencia de ganchos esclerosados en la probóscide, los cuales utilizan para lacerar y perforar la cutícula

de las frutas al alimentarse, causando grandes pérdidas en cultivos tropicales (Zaspel y Branham, 2006).

Gonodonta pyrgo (*G. pyrgo*) es una especie cosmopolita, a pesar de ello presenta una distribución notoria en regiones subtropicales y tropicales a lo largo del continente americano, en territorio Mexicano tiene presencia en estados como Nayarit (Hernández *et al.*, 2010 y 2013; Maldonado, 2013), Veracruz, Durango y Guerrero (Angulo y Jana, 1983); en Panamá en Volcán de Chiriqui (Tood, 1959); Colombia; Venezuela; Guyana; Surinam; Guatemala; Matagalpa en Nicaragua; Costa Rica; Chile (Angulo y Jana, 1983) y Brasil (Ramírez *et al.*, 2007). En Louisiana, Estados Unidos se reportaron pérdidas del 100 % en naranjas, mandarinas, pomelos y limones (Tood, 1959; Brou, 1994), en Maracay Venezuela el adulto de *G. pyrgo* causó afectaciones en huertos de mango al alimentarse de frutos con madurez fisiológica, el daño favoreció problemas secundarios como ataque de patógenos oportunistas, oxidación, pudrición y desprendimiento de frutos, lo que concluyó con pérdidas económicas (Ángeles y Requena, 1961).

G. pyrgo se observó en agosto 2004 en la zona productora de guanábana del estado de Nayarit, México, alimentándose de las hojas de guanábano, en septiembre 2006 se apreciaron altas infestaciones y severos daños al follaje, flores y frutos pequeños. Hernández *et al.* (2007) realizaron el primer reporte de *G. pyrgo* en *A. muricata*, durante los años subsecuentes se ha presentado causando mayores daños que en el 2004. El inicio de la infestación obedece a condiciones de fuertes lluvias seguidas por un periodo de sequía, al iniciar la infestación no es generalizada, puede aparecer a nivel de árbol o huerto, en altas infestaciones causa defoliación severa y puede manifestarse por región (Hernández *et al.*, 2013), sin embargo se desconoce biología, hábitos y comportamiento, lo que dificulta el control y manejo, debido a ello es necesario llevar a cabo estudios sobre ciclo de vida, hábitos y evaluar con base científica los diferentes métodos de control (Hernández *et al.*, 2013), no es posible

proponer un manejo racional y sustentable sin conocer su biología y hábitos. Ante la problemática existente, la presente investigación se basó en los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

2.1.1 Determinar el ciclo de vida y hábitos alimentarios de *Gonodonta pyrgo* en el cultivo de *Annona muricata*.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Determinar la duración promedio en días, del ciclo de vida de *Gonodonta pyrgo* a temperatura de 30.6 °C y la duración promedio de larva, pupa y adulto a 27.9 °C.

2.2.2 Construir tablas de vida y curvas de supervivencia de *Gonodonta pyrgo*.

2.2.3 Observar los hábitos alimentarios de larvas y adultos de *Gonodonta pyrgo*.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Insectos plaga asociados al cultivo de guanábano

El cultivo del guanábano ha adquirido importancia en el sector agrícola, uno de los factores limitantes de producción y calidad lo constituyen sus principales plagas (Coto y Saunders, 2001) de las cuales se menciona importancia, biología, hábitos y manejo.

3.2. *Bephratelloides cubensis*

3.2.1 Importancia

Bephratelloides cubensis Ashmead (*B. cubensis*) se conoce como barrenador de las semillas, se reporta como plaga de importancia en México, Venezuela y Brasil.

B. cubensis es un insecto oligófago, afecta del 4 al 61 % de frutos por árbol en especies de *Annona*. Oviposita en frutos de 3 a 7 cm de diámetro, el daño ocasionado reduce la producción y calidad comercial (Hernández *et al.*, 2013).

3.2.2 Biología y hábitos

B. cubensis presenta mayor actividad y emergencia a las 3:00 p.m. en temperaturas que oscilan entre 31 y 33 °C, la oviposición es mayor de las 3:00 p.m. a 4:00 p.m. a una temperatura de 25 y 26.5 °C (Hernández *et al.*, 2010).

La hembra inserta el ovipositor, coloca el huevo dentro de la semilla, al eclosionar la larva causa el principal daño al alimentarse del endospermo de los frutos en crecimiento; el estado de pupa ocurre dentro de la semilla; los adultos realizan galerías a través de la pulpa y emergen, originando un orificio de salida de 1 a 2 mm de diámetro en la corteza. Los orificios sirven de entrada a insectos y hongos patógenos oportunistas (Hernández *et al.*, 2010).

En condiciones de laboratorio a 29 °C se determinó un periodo de 12 días de huevo, 41 días de larva, 9 días de pupa y 24 días de estado adulto, culminando su ciclo biológico en 86 días (Evangelista *et al.*, 1999).

3.2.3 Control

El control de *B. cubensis* se basa en el uso de insecticidas químicos, que aplicados a frutos menores de 3 cm de diámetro pueden ejercer control cercano al 100 % (Hernández *et al.*, 2013). Existe la alternativa de control biológico con parasitoides asociados al género *Bephratelloides* de la familia Eviidae, Proctotrupidae y Braconidae pertenecientes al orden Hymenoptera. El hongo *Paecilomyces lilacinus* Thom a concentración 10^7 conidios/mL⁻¹ provoca una mortalidad del 80 % sobre los adultos del género *Bephratelloides* (Murcia y Salamanca, 2009).

Un método preventivo es el embolsado de frutos de 3 cm de diámetro con papel encerado (Hernández *et al.*, 2008).

3.3 *Optatus palmaris*

3.3.1. Importancia

Optatus palmaris Pascoe, (*O. palmaris*) se distribuye en Guanajuato, Michoacán, Oaxaca y Nayarit (Castañeda *et al.*, 2009).

En el 2006, *O. palmaris* se observó por primera vez atacando guanábana en el poblado Las Varas, municipio de Compostela, Nayarit, México, fue publicado por Castañeda *et al.* (2009).

3.3.2 Biología y hábitos

La larva se alimenta de la pulpa y semillas de guanábana, al final del estado, sale del fruto y pupa en el suelo. En ausencia de frutos, los adultos se alimentan de flores y pedicelo de frutos pequeños, lo que ocasiona su caída. Los adultos se agrupan en los frutos para alimentarse y ovipositar debido probablemente a compuestos volátiles que éstos liberan (Castañeda *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2013).

3.3.3 Control

Se recomienda, aplicar aceite de pirúl (*Schinus molle* L.) a concentración de 1 % agregando dispersante y 1 mL de coadyuvante, existen prácticas de control como embolsar frutos de menos de 8 cm de diámetro y antes que éstos presenten síntomas de daños, recolectar y eliminar frutos infestados (Castañeda, 2011).

3.4 *Maconellicocus hirsutus*

3.4.1 Importancia

Maconellicocus hirsutus Green (*M. hirsutus*) es un insecto polífago, infesta plantas silvestres, de ornato, maderables, hortalizas y frutales (Briseño *et al.*, 2012), es una plaga cuarentenaria, nativa del sur de Asia con distribución mundial (Meyerdirk *et al.*, 2001). En Nayarit se detectó en el 2004, se implementó un plan regional para su manejo, control, erradicación y evitar la dispersión hacia otros Estados.

La intensidad y severidad de los daños que causa, está en función de la susceptibilidad del hospedante; en general provoca debilitamiento, deformación de brotes, caída de follaje y favorece el desarrollo de hongos debido a las secreciones azucaradas (Hernández *et al.*, 2013).

3.4.2 Biología y hábitos

Los huevos son depositados en masa, formando un conglomerado algodonoso de color blanco de hasta 654 huevos, denominado ovisaco; al emerger las ninfas se alimentan del hospedante, se desplazan a otras partes de la planta e incluso pueden invadir hospedantes cercanos (Meyerdirk *et al.*, 2001).

El huevo tiene una incubación de 3 a 9 días, los diferentes estados ninfales pueden durar de 10 a 34 días, la hembra adulta apareada vive de 16 a 30 días, las hembras vírgenes perduran de 46 a 87 días, en lugares subtropicales, ocurren alrededor de 10 generaciones por año (García *et al.*, 2011).

3.4.3 Control

Existen productos sistémicos y de contacto con eficacia probada para el control de *M. hirsutus*. A los insecticidas de contacto es necesario agregar emulsificantes ó detergente para mejorar la efectividad debido a la cubierta cerosa que protege el cuerpo de *M. hirsutus*. El control en Nayarit se basa en el uso del parasitoide *Anagyrus kamali* Moursi y el depredador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Hernández *et al.*, 2013).

3.5 *Gonodonta pyrgo*

3.5.1 Importancia

G. pyrgo pertenece a la familia Erebidae y tribu Calpini (Zaspel *et al.*, 2012), ésta presenta al menos nueve géneros *Africalpe* Krüger, *Calytra* Ochseneimer, *Eudocima* Billberg, *Ferenta* Walker, *Gonodonta* Hübner, *Graphigona* Walker, *Oraesia* Guenée, *Plusiodonta* Guenée y *Tetrisia* Walker (Zaspel y Branham, 2008). Los adultos de *G. pyrgo*, *G. nutrix* Stoll, *G. incurva* Sepp, *G. clotilda* Stoll y *G. bidens* Geyer, ocasionan daños a los cítricos (Tood, 1959); en la década de 1940 se reportaron altas infestaciones en México causando severos daños (Tood, 1959) en 1957 se reportaron 20 % de pérdidas en la producción en huertos de naranja en St. Lucie County, Florida causadas por *G. nutrix* (King y Thompson, 1957).

3.5.2 Biología y hábitos

La larva se alimenta de las hojas, flores y frutos inmaduros del cultivo de guanábano (Hernández *et al.*, 2013). Los adultos laceran la cutícula de los frutos utilizando la probóscide (Zenker *et al.*, 2011).

3.5.3 Control

El control que se realiza en el cultivo de guanábano contra *G. pyrgo* es empírico.

3.5.4. Descripción morfológica

Los adultos de *G. pyrgo* tienen una expansión alar de 35 a 45 mm, el tórax se encuentra cubierto de escamas castaño oscuras y castaño claras, las antenas presentan ciliis muy cortas y densas, las patas están cubiertas con escamas y pelos blancos, el dorso de la tibia anterior y media está cubierta por colores oscuros que tienden al marrón, las alas anteriores y posteriores muestran escamas marrón y rojizas especialmente el ala anterior, en la cual el borde costal muestra escamas color blanco, el ala posterior tiene una mancha discal blanquizca; ventralmente con escamas castaño-claras (Angulo y Jana, 1983).

El macho presenta escamas blancas en la cabeza, la hembra es similar al macho a diferencia que presenta palpos con el tercer segmento de $1/3 - 1/2$ del largo del segundo, las escamas que cubren el cuerpo tienden a ser más claras (Angulo y Jana, 1983).

3.6 Ciclo de vida

Los insectos experimentan cambios morfológicos durante su vida, éstos son llamados metamorfosis, ésta puede ser simple o compuesta; la simple agrupa los insectos hemimetábolos mientras que la metamorfosis completa incluye los holometábolos (Pescador, 1994). Los lepidópteros son insectos holometábolos, presentando estado de huevo, larva, pupa y adulto (Urretabizkaya *et al.*, 2010).

Algunos lepidópteros en climas tropicales presentan actividad estacional, debido al clima y la tasa de desarrollo la presencia del insecto disminuye durante los meses de invierno, por ello algunos géneros no se observan, sino hasta los meses de julio ó agosto y hasta diciembre. Algunos insectos pueden completar en 24 días su ciclo de vida en las estaciones de verano u otoño, observándose un aumento de generaciones en los meses calurosos respecto a los meses en que la temperatura media es menor (Capinera, 2001).

3.7 Tablas de vida

Las tablas de vida registran de manera sistemática los hechos que permiten conocer la distribución de mortalidad en diferentes edades de un organismo, fueron inventadas hace más de 167 años con la finalidad de inferir la esperanza de vida (Romero, 2004). Existen diferentes, la tabla de vida estática, la tabla de tiempo variable y la de cohorte (Vera *et al.*, 2002).

3.7.1 Tablas de vida estática

Se consideran algunos estadísticos de la tabla de vida de cohorte, sin embargo la de vida estática cuenta con una restricción, debido a que la población estudiada debe ser estacionaria, es decir debe contar con una distribución estable por edades y no debe variar su densidad antes del muestreo de la población, si la población tiene distribución estable pero su densidad es fluctuante, entonces dicha población no es estacionaria y por lo tanto se restringe el uso de tablas de vida estática (Martella *et al.*, 2012).

3.7.2 Tablas de vida de tiempo variable

Es similar a la tabla de vida estática ya que los estadísticos demográficos como distribución de edades, tasas de desarrollo, supervivencia y fertilidad de la población están relacionados con el tiempo. El propósito original de ésta es evaluar los factores bióticos y abióticos clave que inciden sobre la dinámica poblacional (Vera *et al.*, 2002).

3.7.3 Tablas de vida de cohorte

Se construyen siguiendo el proceso de mortalidad que experimenta una cohorte, a partir del total de sobrevivientes a lo largo del tiempo en que la cohorte avanza en edad o estado biológico (Martella *et al.*, 2012). Estas tablas de vida tienen como objetivo estudiar la supervivencia de una cohorte, se ha utilizado para determinar factores de mortalidad que incide sobre las poblaciones de insectos, comparar tasas

de desarrollo, comparar curvas de supervivencia y se aplican a poblaciones con periodos cortos de reproducción (Vera *et al.*, 2002).

3.8 Curva de supervivencia

A partir de la tabla de vida se obtiene la curva de supervivencia, ésta indica el patrón de supervivencia de organismos de la población en estudio respecto a la edad. Existen tres tipos básicos de curva de supervivencia de acuerdo con la etapa de vida en la que se concentra una mayor mortalidad, curva tipo I, tipo II y tipo III (Valverde *et al.*, 2005).

3.8.1 Curva de supervivencia tipo I

La curva tipo I representa una población en que la mayor parte de los organismos mueren en intervalos de edad más avanzada, es decir al final del ciclo de vida (Fig. 1) un ejemplo es el ser humano y otros mamíferos que presentan cuidado parental (Valverde *et al.*, 2005; Arribalzaga, 2007).

3.8.2 Curva de supervivencia tipo II

La curva pertenece a una población donde la tasa de mortalidad es constante, desde el inicio hasta el final del ciclo de vida (Fig. 1), es el caso de las aves (Valverde *et al.*, 2005).

3.8.3 Curva de supervivencia tipo III

Indica una mortalidad intensa en edades tempranas, mientras los que sobreviven tienen una elevada tasa de supervivencia, como ejemplo diversos insectos, peces, anfibios y la mayoría de las plantas presentan este tipo de curva de supervivencia (Valverde *et al.*, 2005).

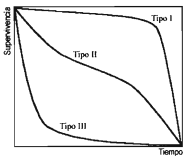


Figura 1. Tipos de curva de supervivencia (Matthews y Matthews, 1978; Valverde *et al.*, 2005).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de larvas de *G. pyrgo* se realizó en los vértices LN. 21° 08' 36.4", LO. 105° 12' 59.7" a 164 msnm en la zona guanabanera, municipio de Compostela, Nayarit.

Los hábitos del insecto en campo se observaron en la localidad El Divisadero, ejido El Capomo, municipio de Compostela.

Los estudios en condiciones controladas se realizaron en el Laboratorio de Entomología Agrícola (LEA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit. Las condiciones en laboratorio para determinar el ciclo biológico fueron temperatura a 30.6 ± 0.19 °C, humedad relativa (HR) 70 ± 0.86 % y fotoperiodo de 12 h, para determinar la duración del estado de larva a muerte de adultos fueron 27.9 ± 0.22 °C, 70 ± 1.24 % HR y 12 h de fotoperiodo, condiciones similares a las registradas en campo en los meses de infestación.

4.1 Ciclo de vida

La duración del ciclo de vida y de larva hasta la muerte de adulto, se determinó en una cámara climática de 2 m largo x 2 m ancho x 2.3 m de altura, se instaló un datalogger que registró la temperatura y humedad promedio en intervalos de una hora, se introdujeron plantas de guanábano con la finalidad de simular condiciones naturales.

4.1.1 Estado de huevo

La duración media del estado de huevo, se determinó con una cohorte de 712 huevos de una edad no mayor de un día, éstos se colocaron en un recipiente plástico de 30 cm de largo x 14 cm de ancho x 12 cm de alto con tapa de tela de organza, se

observaron cada 24 h registrando los días hasta la eclosión de éstos y porcentaje de huevos no eclosionados.

4.1.2 Estado de larva

200 larvas recién emergidas se alimentaron con hojas de guanábano y se confinaron a temperatura promedio de 30.6 °C en un recipiente de plástico antes descrito, cuando las larvas aumentaron de tamaño se confinaron en una jaula de 50 cm de largo x 50 cm de ancho x 50 cm de alto con 3 caras de tela de organza y 3 de acrílico; el alimento fresco se proporcionó cada 24 h.

Por otra parte se alimentó con hojas de guanábano y proporcionó alimento fresco cada 24 h a 210 larvas recién emergidas que se colocaron a temperatura promedio de 27.9 °C en un recipiente de plástico, una vez que las larvas aumentaron de tamaño se colocaron en una jaula. En lapsos de 24 h se registró la mortalidad y días que el insecto vivió en este estado hasta que se obtuvo la última pupa.

Finalmente se promedió el tiempo de vida en estado larva para cada temperatura, aplicando la fórmula 1 para obtener la media aritmética que calcula el tiempo medio en días de x estado de desarrollo del insecto, donde \bar{x} : días promedio de estado, x_i : días durante el estado y N: total de días en dicho estado.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

4.1.2 Estado pupa

179 pupas con una diferencia de formación no mayor a 24 h, se sometieron en jaulas a temperatura promedio de 30.6 °C. 439 pupas formadas el mismo día se confinaron a temperatura promedio de 27.9 °C en jaulas. Se observaron en lapsos de 24 h registrando los días transcurridos hasta la emergencia del último adulto, para promediar los días que en éste perduró, se aplicó la fórmula 1.

4.1.3 Estado adulto

111 adultos recién emergidos se sometieron a 30.6 °C en jaulas con plántulas de guanábano como medio de oviposición y reposo. 286 adultos emergidos el mismo día se confinaron a temperatura promedio de 27.9 °C en jaulas con plántulas de guanábano. Para su alimentación en ambas jaulas se introdujeron frutos de *A. muricata*, *Mangifera indica* L. variedad Keitt y agua azucarada al 50 % p/v, el alimento se reemplazó cada 48 h. El registro de mortalidad se realizó en intervalos de 24 h hasta que murió el último adulto, para obtener el tiempo medio de vida de este estado se utilizó la fórmula 1.

Para obtener el total del ciclo de vida a 30.6 °C se sumó la duración promedio de los estados huevo, larva, pupa y adulto; la duración de larva a muerte de adulto a 27.9 °C, se sumó el tiempo promedio que el insecto vivió en estado de larva, pupa y adulto, utilizando la fórmula 2, donde: X: total de días que vivió el insecto xi: duración promedio de cada estado biológico.

$$X = \sum_{i=1}^n x_i$$

4.2 Comparación de medias de dos poblaciones, mediante dos muestras aleatorias independientes

La duración del estado de larva, pupa y adulto se analizó por medio de la comparación de medias de dos poblaciones (30.6 °C y 27.9 °C) mediante dos muestras aleatorias independientes, con la metodología referida por Infante y Zarate (1990). Se enunció la siguiente hipótesis estadística, H₀: La duración en días de los estados biológicos larva, pupa y adulto de *G. pyrgo* no difiere significativamente a temperatura de 30.6 ± 0.19 °C y 70 ± 0.86 % HR respecto a 27.9 ± 0.22 °C y 70 ± 1.24 % HR. La hipótesis alternativa H_a: La duración de los estados biológicos larva, pupa y adulto de *G. pyrgo* difieren significativamente a temperatura de 30.6 ± 0.19 °C y 70 ± 0.86 % HR respecto a 27.9 ± 0.22 °C y 70 ± 1.24 % HR. Para rechazar o no la H₀ se utilizó la prueba t de Student, considerando un α= 0.05 bajo la regla de decisión, si t calculada < t tablas; no se rechaza H₀, si t calculada > t tablas; se rechaza H₀.

4.3 Tablas de vida de cohorte

Se construyeron con la metodología descrita por Vera *et al.* (2002). Se eligió una cohorte (n) de insectos, en intervalos de 48 h, se evaluó la mortalidad y días que vivió en cada estado biológico, las tablas de vida se realizaron indistintamente para hembras y machos.

Para construir la tabla de vida a 30.6 °C se inició con una cohorte de 200 larvas recién emergidas, de las cuales se obtuvo 9 pupas y emergieron 9 adultos. La tabla de vida a 27.9 °C se inició con una cohorte de 210 larvas neonatas, se obtuvo 31 pupas y posteriormente 31 adultos de *G. pyrgo*.

La tabla de vida de cada temperatura incluye los siguientes estadísticos:

$$n_{x+1} = n_x - d_x$$

Fórmula para calcular el número de insectos vivos al inicio del intervalo.

Dónde:

n_{x+1} : Número de insectos vivos al inicio del intervalo $x+1$.

n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x .

d_x : Número de insectos muertos durante el intervalo x .

$$d_x = n_x - n_{x+1}$$

Fórmula para obtener el número de insectos muertos durante el intervalo.

Dónde:

dx : Número de insectos muertos durante el intervalo x .

n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x .

n_{x+1} : Número de insectos vivos al inicio del intervalo $x+1$.

$$qx = d_x / n_x$$

Fórmula para calcular la tasa de mortalidad.

Dónde:

qx : Tasa de mortalidad durante el intervalo x .

d_x : Número de insectos muertos durante el intervalo x .

n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x .

$$L_x = (n_x) - ((d_x + d_{x+1})/2)$$

Fórmula para calcular el número de insectos vivos durante el intervalo.

Dónde:

L_x : Número promedio de insectos vivos durante el intervalo x .

n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x .

d_x : Número de insectos muertos durante el intervalo x .

d_{x+1} : Número de insectos muertos durante el intervalo $x+1$.

$$T_x = \sum_{x=0}^{\infty} L_x$$

Fórmula para obtener el número de insectos por unidad de tiempo.

Dónde:

T_x : Suma acumulativa de L_x para obtener valores expresados en número de insectos por unidades de tiempo.

L_x : Número promedio de insectos vivos durante el intervalo x .

$$e_x = T_x / n_x$$

Fórmula para obtener la esperanza de vida.

Dónde:

e_x : Esperanza de vida de los insectos al inicio del intervalo x , o bien unidades que le quedan por vivir en promedio a cualquier individuo que haya cumplido edad x .

T_x : Suma acumulativa del promedio de insectos vivos en el intervalo x .

n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x .

$$l_x = n_x / n_0$$

Fórmula para calcular la tasa de supervivencia.

Dónde:

l_x : Tasa de supervivencia al inicio del intervalo x .

n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x .

n_0 : Insectos con los que se inició la tabla de vida.

4.4 Curva de supervivencia

Las curvas de supervivencia se obtuvo según la metodología empleada por Valverde *et al.* (2005), graficando en el eje de las abscisas el intervalo de edad (x) y en el eje de las ordenadas la tasa de supervivencia (lx) estadísticos obtenidos de las tablas de vida de 30.6 °C y 27.9 °C.

4.5 Hábitos alimentarios de larvas *G. pyrgo*

Se realizaron recorridos en intervalos de ocho días de julio a enero 2013 y 2014 en el ejido El Capomo, Compostela, Nayarit. Se examinaron diferentes árboles infestados por larvas de *G. pyrgo*, se identificó el follaje dañado, tipo de daño y horas durante el día en que las larvas se alimentaron.

En laboratorio los hábitos alimentarios se observaron con larvas confinadas a 30.6 °C, 70 % HR y con larvas a 27.9 °C, 70 % HR, las recién emergidas se colocaron en recipientes de plástico, las de cinco y más días de edad se colocaron en jaulas. Se registraron las horas durante el día en que se alimentaron, tipo de hojas que consumieron y daño que causaron. Se suministró follaje fresco como alimento y se reemplazó en lapsos de 24 h.

4.6 Hábitos alimentarios de adultos *G. pyrgo*

Los hábitos alimentarios del estado adulto se observaron en laboratorio a temperatura promedio de 30.6 °C, 70 % HR y 27.9 °C, 70 % HR.

Con base a información bibliográfica, observaciones previas del hospedante local y morfología, los adultos de *G. pyrgo* confinados en jaulas se alimentaron con frutos frescos de *A. muricata* y *M. indica*, como lo indican las observaciones de Ángeles y Requena (1961), aunado a ello se colocó agua azucarada al 50 % p/v reemplazando el alimento cada 48 h, los adultos se observaron durante el día.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Ciclo de vida.

El ciclo de vida de *G. pyrgo* a 30.6 ± 0.19 °C y 70 ± 0.86 % HR tuvo una duración de 26 ± 2.11 días (Fig 2A). Debido a la falta de material biológico en campo, se evaluó solo la duración de larva hasta la muerte de adultos a 27.9 ± 0.22 °C y 70 ± 1.24 % HR la cual fue de 30.0 ± 2.03 días (Fig. 2B).

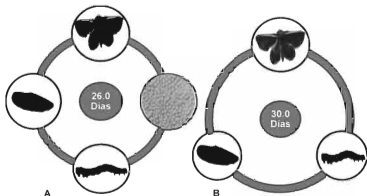


Figura 2. Ciclo de vida de *G. pyrgo* a 30.6 °C (A), duración del estado de larva a muerte de adultos a 27.9 °C (B).

La duración del ciclo de vida a 30.6 °C y de los estados biológicos de 27.9 °C (Cuadro 1) mostró que el estado larval perdura más tiempo y se obtuvo una mayor longevidad de larva a muerte de adultos a temperatura de 27.9 °C en relación a 30.6 °C.

Cuadro1. Ciclo de vida de *G. pyrgo* y duración de larva a muerte de adultos.

Estado	Días de vida a 30.6 y 70 % HR			Días de vida a 27.9 °C y 70 % HR		
	Mínimo	Máximo	$\bar{x} \pm ee^*$	Mínimo	Máximo	$\bar{x} \pm ee^*$
Huevo	2	3	2.5 ± 0.18			
Larva	10	14	12.0 ± 0.66	11	13	12.0 ± 0.70
Pupa	5	10	7.5 ± 0.31	6	13	9.5 ± 0.34
Adulto	2	6	4.0 ± 0.66	1	16	8.5 ± 0.47
Larva - adulto	19	33	23.5 ± 2.02	18	42	30 ± 2.03
Ciclo de vida			26.0 ± 2.11			

*Error estándar.

Este es el primer estudio que determina el ciclo de vida de *G. pyrgo* en Nayarit, sin embargo Cardona *et al.* (2004) determinaron el ciclo de vida en laboratorio de *Copitarsia* sp. Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) a 22 °C y 76 % HR, vivió de huevo a emergencia de adulto 45.94 ± 2.57 días. Amate *et al.* (2000) reportaron que *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae) a 25 ± 0.5 °C, 80 ± 10 % HR vivió 57.9 días, *G. pyrgo* vivió 26.0 ± 2.11 días, del estado de huevo hasta la muerte de adultos a 30.6 °C, de larva hasta la muerte de adultos perduró 30.0 ± 2.03 días a 27.9 °C.

5.2 Comparación de medias de dos poblaciones mediante dos muestras aleatorias independientes

La comparación de medias y prueba t de Student de la duración de los estados biológicos larva, pupa y adulto a temperatura de 30.6 °C y 27.9 °C respectivamente se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de medias de las poblaciones 30.6 °C y 27.9 °C.

Estado	27.9 °C	30.6 °C	t cal y t tab
	Duración en días		
Larva	12	12	
Pupa	9.5	7.5	-6.86<1.66
Adulto	8.5	4.0	2.99>1.66
Larva - adulto	30	23.5	1.36<1.68

t calculada, t de tablas.

La duración del estado de larva a 30.6 °C y 27.9 °C fue de 12 días, no existe diferencia entre medias y no es necesario realizar la comparación; al estado de pupa a 30.6 °C y 27.9 °C se le realizó la prueba t de Student, la t calculada equivale a -6.86 vs t de tablas de 1.66 respectivamente. Con 95 % de confianza se acepta H₀ es decir, no existe diferencia significativa en días de duración del estado pupa a 30.6 °C respecto a los días de duración del estado de pupa a 27.9 °C; el estado adulto presentó una t calculada de 2.99 y una t de tablas de 1.66. Con 95 % de confiabilidad existe diferencia significativa en la duración de vida de adultos a 30.6 °C respecto a los adultos que vivieron a 27.9 °C, viviendo 4.0 y 8.5 días respectivamente.

El vivir más días proporcionan a adultos de lepidoptera tiempo para reproducirse y ovipositar, asegurando futuras generaciones, esto se reflejaría con mayores daños al cultivo de guanábano. Tal como sucede con *Lobesia botrana* Den. y Schiff, las poblaciones que experimentan un aumento en los días de vida, muestran un incremento en la fertilidad diaria de las hembras de 3,6 huevos/día (Torres *et al.*, 1996).

La duración de larva a muerte de adultos a 30.6 °C respecto a 27.9 °C no muestra diferencia significativa, lo que afirma que las temperaturas promedio en estudio son estadísticamente similares para dichos estados de desarrollo.

5.3 Tabla de vida 30.6 °C y 70 % HR

El 95.5 % de la cohorte inicial de *G. pyrgo* perecieron en estado de larva. en pupa no se presentó mortalidad, del total de insectos que inicio la cohorte, el 4.5 % llegó a estado adulto y 8 días después murieron (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tabla de vida de *G. pyrgo* larva- adulto a 30.6 °C.

Estado	X	n_x	dx	qx	L_x	T_x	ex	lx
Larva	0	200	154	0.77	107.00	221.00	1.10	0.95
Larva	2	46	32	0.69	28.50	114.00	2.47	0.21
Larva	4	14	3	0.21	12.00	85.50	6.10	0.06
Larva	6	11	1	0.09	10.00	73.50	6.68	0.05
Larva	8	10	1	0.10	9.50	63.50	6.35	0.04
Larva	10	9	0	0.00	9.00	54.00	6.00	0.04
Pupa	12	9	0	0.00	9.00	45.00	5.00	0.04
Pupa	14	9	0	0.00	9.00	36.00	4.00	0.04
Pupa	16	9	0	0.00	8.50	27.00	3.00	0.04
Adulto	18	9	1	0.11	7.00	18.50	2.05	0.04
Adulto	20	8	3	0.37	6.50	11.50	1.43	0.03
Adulto	22	5	0	0.00	2.50	5.00	1.00	0.02
Adulto	24	5	5	1.00	2.50	2.50	0.50	0.02
Adulto	26	0	0	*	0	0	*	0

Dónde:

x: Intervalo de edad en días, n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x, dx: Número de insectos muertos durante el intervalo x, qx: Tasa de mortalidad durante el intervalo x, L_x : Número promedio de insectos vivos durante el intervalo x, T_x : Suma acumulativa de L_x para obtener valores expresados en número de insectos por unidades de tiempo, ex: Esperanza de vida de los insectos al inicio del intervalo x o días que le quedan por vivir, lx: Tasa de supervivencia al inicio del intervalo x.

5.4 Tabla de vida a 27.9 °C y 70 % HR

El estado larval presentó una alta mortalidad durante los primeros cuatro días (85 %), en pupa la mortalidad fue de 0 %, del total de insectos que inició la cohorte el 14.7 % llegó a adulto y 10 días después murieron (Cuadro 4).

Las tablas de vida a 30.6 °C y 27.9 °C muestran diferentes índices de mortalidad, murieron más insectos a temperatura de 30.6 °C.

Cuadro 4. Tabla de vida de *G. pyrgo* larva- adulto a 27.9 °C.

Estado	X	n_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	L_x
Larva	0	210	145	0.69	125.00	516.50	2.45	1.00
Larva	2	65	25	0.38	49.00	391.50	6.02	0.30
Larva	4	40	7	0.17	35.50	342.50	8.56	0.19
Larva	6	33	2	0.06	32.00	307.00	9.30	0.15
Larva	8	31	0	0.00	31.00	275.00	8.87	0.14
Larva	10	31	0	0.00	31.00	244.00	7.87	0.14
Pupa	12	31	0	0.00	31.00	213.00	6.87	0.14
Pupa	14	31	0	0.00	31.00	182.00	5.87	0.14
Pupa	16	31	0	0.00	31.00	151.00	4.87	0.14
Pupa	18	31	0	0.00	31.00	120.00	3.87	0.14
Pupa	20	31	0	0.00	30.00	89.00	2.87	0.14
Adulto	22	31	2	0.06	27.00	59.00	1.90	0.14
Adulto	24	29	6	0.20	16.50	32.00	1.10	0.13
Adulto	26	23	19	0.82	12.50	15.50	0.67	0.10
Adulto	28	4	2	0.500	2.00	3.00	0.75	0.02
Adulto	30	2	2	1.000	1.00	1.00	0.50	0.01
Adulto	32	0	0	*	0	*	*	0

Dónde:

x: Intervalo de edad en días, n_x : Número de insectos vivos al inicio del intervalo x, dx: Número de insectos muertos durante el intervalo x, qx: Tasa de mortalidad durante el intervalo x, Lx: Número promedio de insectos vivos durante el intervalo x, Tx: Suma acumulativa de Lx para obtener valores expresados en número de insectos por unidades de tiempo, ex: Esperanza de vida de los insectos al inicio del intervalo x o días que le quedan por vivir, lx: Tasa de supervivencia al inicio del intervalo x.

Estudios realizados por Flores *et al.* (2004) a *Copitarsia incommoda* Walker (*C. incommoda*) (Lepidoptera: Noctuidae) a 25 ± 3 °C y 50 % HR con dieta natural a base de col, muestra una tabla de vida con eclosión de huevos del 90 %, el estado de larva en sus primeros 8 días presenta una mortalidad nula, para *C. incommoda* la esperanza de vida en los primeros 10 días del ciclo biológico fue de 42.21, mientras la esperanza de vida para *G. pyrgo* en los primeros 10 días de vida fue de 7.87, los adultos de *C. incommoda* emergieron al día 43 con una esperanza de vida de 21.01, los adultos de *G. pyrgo* emergieron en el día 22 con una esperanza de vida de 1.90.

Un estudio efectuado por Clavijo *et al.* (1991) a *Spodoptera frugiperda* Smith (*S. frugiperda*) (Lepidoptera: Noctuidae) a temperatura de 30.5 °C demostró que en estado larva *S. frugiperda* murió el 35 % de los insectos con los que inicio el estado, a diferencia de *G. pyrgo* que a 30.6 °C en estado larva murió el 95.5 %, en pupa *S. frugiperda* murió el 7.6 %, sin embargo *G. pyrgo* en dicho estado no presentó mortalidad.

5.5 Curva de supervivencia 30.6 °C y 70 % HR

Los insectos confinados a 30.6 °C, presentaron alta mortalidad al 2^{do} día del estado larval (77 %), al finalizar este estado murió el 95.5 % de la cohorte inicial, el estado de pupa no presentó mortalidad, se obtuvieron 9 pupas y posteriormente emergieron 9 adultos que murieron en su totalidad 8 días después de emerger. La curva de supervivencia de *G. pyrgo* (Fig. 3) es tipo III, lo que indica que la mortalidad ocurrió

en su mayoría en el estado larval, los insectos que sobreviven tienen una elevada tasa de supervivencia, como sucede con *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera) al alimentarse de *Brassica campestris* L. y *Brassica oleracea* L. (Salas et al., 1993).

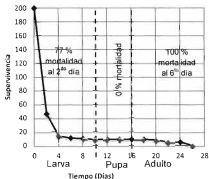


Figura 3. Curva de supervivencia a 30.6 °C.

Clavijo et al. (1991) determinaron que *S. frugiperda* a 30.5 ± 1 °C, 70 – 90 % HR presentó una alta supervivencia durante el estado de larva, éste registró una mortalidad total del 35 %, el estado de pupa presentó una mortalidad del 5 %, por el contrario, *G. pyrgo* presentó un alto índice de mortalidad 95 % en el estado larva posteriormente la tasa de supervivencia se mantuvo durante el estado de pupa, para resultar una curva de supervivencia tipo III (Fig. 3) a diferencia de *S. frugiperda* que presentó una curva de supervivencia tipo II.

5.6 Curva de supervivencia 27.9 °C y 70 % HR

Los insectos confinados a 27.9 °C, presentaron alta mortalidad (69 %) al 2^{do} día de vida del estado de larva; el 85 % de la cohorte inicial murió al finalizar el estado de larva, posteriormente disminuyó la mortalidad, ya que el estado de pupa no se manifestó muerte. Se obtuvieron 31 pupas y emergieron 31 adultos que murieron en su totalidad 10 días después de emerger. Debido a la tasa de supervivencia, la curva de *G. pyrgo* (Fig. 4) es de tipo III, ya que la mayor mortalidad ocurrió en el estado larval, los insectos que sobreviven tienen una elevada tasa de supervivencia, como sucede con *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera) (Bautista *et al.*, 2008).

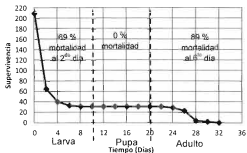


Figura 4. Curva de supervivencia a 27.9 °C.

La curva de supervivencia de *G. pyrgo* difiere de la curva obtenida por Flores *et al.* (2004) de *C. incommoda* (Lepidoptera: Noctuidae) a 25 ± 3 °C y 50 % HR, que presentó mortalidad constante durante su ciclo de vida, resultando una curva tipo II.

5.7. Hábitos alimentarios de larvas de *G. pyrgo*

Los resultados demostraron que las larvas se alimentan desde las 7 u 8 a.m. y hasta las 5 o 6 p.m. posteriormente se refugian en el envés de las hojas. Los primeros días de vida y hasta su quinto ó sexto día, consumen hojas inmaduras y botones florales (Fig. 5A), del sexto día en adelante también se alimentan de hojas maduras de guanábano (Fig. 5B), este resultado coincide con el reporte realizado por Hernández *et al.* (2013). La larva se posiciona en el borde de la hoja y se alimenta hacia la nervadura central, causando daños en forma elíptica hacia el centro de hoja.

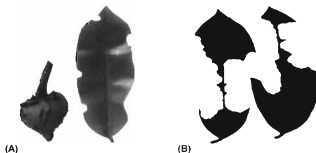


Figura 5. Daño efectuado por larvas de *G. pyrgo* de hasta 5 ó 6 días de vida (A), daño causado por larvas de 6 ó más días de vida (B).

5.8. Hábitos alimentarios de adultos de *G. pyrgo*

Las observaciones corroboraron que el adulto lacera los frutos de *A. muricata* (Fig. 6A) y *M. indica* (Fig. 6B), disminuyendo la calidad comercial y permitiendo el ataque de patógenos oportunistas.

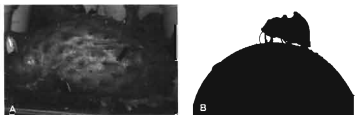


Figura 6. Adultos de *G. pyrgo* alimentándose de frutos *A. muricata* (A) y frutos de *M. indica* (B).

Los resultados obtenidos concuerdan con Ángeles y Requena (1961) quien reportó que los adultos de *G. pyrgo* perforaban frutos de mango para alimentarse. Con la clasificación realizada por Zaspel *et al.* (2012) quienes agrupan los géneros *Gonadonta*, *Calyptra*, *Oraesia* y *Plusiodonata* (Lepidoptera: Erebidae) como perforadores primarios de frutas, con capacidad de perforar cutículas gruesas, corroboran las observaciones de Tood (1959) y Brou (1994) al reportar daños en cultivos como naranja, pomelo y mandarina.

5.9 Observaciones generales de comportamiento

Las observaciones en campo y laboratorio, permiten reportar que las hembras de *G. pyrgo* depositan huevos en masa desde 700 hasta 1,500 en el envés de las hojas inmaduras de guanábano, frecuentemente en el estrato medio o estrato superior del árbol, éstos son de forma oval, cuando recién depositan los huevos son color translúcido, hasta tornarse blanco – amarillento con el paso de las horas, poco antes de eclosionar se observa la cápsula cefálica de la larva dentro del huevo como un punto negro, dichas masas de huevo a temperatura promedio 27.9 °C presentan 100 % de eclosión.

Las larvas en su último instar bajan del árbol por el tronco para formar un cocón y pupar entre la hojarasca y tierra que rodea al tronco de guanábano. Las pupas son de forma exarata y color marrón.

G. pyrgo es un Lepidóptero multivoltino, altamente prolífico, las infestaciones de *G. pyrgo* obedecen a condiciones de fuertes lluvias seguidas por un periodo de sequía, de ahí que se manifieste en grandes poblaciones en los meses de agosto y septiembre como lo reportaron Hernández *et al.* (2013) meses en que el árbol de guanábano cuenta con hojas inmaduras que sirve como alimento a larvas y medio de oviposición.

Con referencia a los resultados obtenidos, el efecto devastador y la alta capacidad de colonización de *G. pyrgo*, se recomienda llevar a cabo estudios de determinación de temperatura base, temperatura óptima de desarrollo, grados día de desarrollo, pruebas de efectividad biológica y evaluar alternativas de control biológico y monitoreo del insecto.

VI. CONCLUSIONES

La duración promedio de vida de larva a muerte de adulto, indicó que la tasa de desarrollo de *G. pyrgo* fue más rápida a 30.6 °C con relación a 27.9 °C, por esta razón la duración desde larva y hasta la muerte de los adultos, se efectuó en menos días a mayor temperatura.

La supervivencia expresada en las tablas de vida infiere que existe mayor mortalidad a 30.6 °C respecto a 27.9 °C, esto indica que la temperatura 27.9 °C, se encuentra más cerca de la temperatura óptima de desarrollo y 30.6 °C, se encuentra más cerca del umbral máximo de desarrollo de *G. pyrgo*. Sin embargo, un rango de mayor amplitud en las temperaturas promedio, es capaz de diferenciar significativamente la duración en los estados biológicos de *G. pyrgo*.

Se determinó que el estado de larva es más susceptible y manifiesta un alto porcentaje de mortalidad en los primeros instares, por lo cual se recomienda en campo realizar el control del insecto de 2 a 4 días después de observar los huevos o inmediatamente al observar larvas.

Las curvas de supervivencia de *G. pyrgo* a 30.6 °C y 27.9 °C son similares y corresponden a una población con mortalidad intensa en estado de larva, al final del ciclo biológico se observa una baja mortalidad (curva de supervivencia tipo III), las características de esta curva pertenece a insectos con estrategia de supervivencia *r* que son capaces de descubrir rápidamente nuevos hábitats, cuentan con alta capacidad de colonización, causan altos porcentajes de daño al cultivo y los adultos son de vida corta. Estas características biológicas, implican dificultades para realizar el control y dificulta la delimitación de las áreas infestadas.

Los hábitos alimentarios de las larvas de *G. pyrgo*, concluyen que el insecto causa mayor daño al cultivo del guanábano en estado larval, ya que reduce el área

fotosintética al alimentarse de hojas maduras e inmaduras y reduce la producción al consumir botones florales y frutos inmaduros.

LITERATURA CITADA

- Aceves, N.L.A., Juárez, L.J.F., Palma, L.D.J., López, L.R., Rivera, H.B., Rincón, R.J. A. y Morales, C.R. 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de la guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Tabasco. SAGARPA. Gobierno del estado de Tabasco. Tomo VII. p. 1
- Amate, J., Barranco, P. y Cabello, T. 2000. Biología en condiciones controladas de especies de noctuidos plaga (Lepidoptera: Noctuidae). Bol. San. Veg. Plagas. 26 (2): 193-201.
- Angeles, N.J. y Requena, J.R. 1961. Observaciones del daño causado por adultos de mariposas (Lepidoptera: Noctuidae) en frutos de mango. Agronomía Tropical. 14 (3): 175-180.
- Angulo, A.O. y Jana, S.C. 1983. Catálogo crítico, ilustrado y claves de Catocalinae y Ophiderinae para Chile (Lepidoptera: Noctuidae). Universidad de Concepción de Chile. Gayana. No. 45. p. 3,9 y 10.
- Arribalzaga, E.B. 2007. Interpretación de las curvas de supervivencia. Rev. Chilena de Cirugía. 59 (1): 75-83.
- Baraona, C.M. y Sancho, B.E. 1992. Guanábana y macadamia fruticultura especial 5. Fruticultura II. Primera edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica. p. 17.
- Bautista, A.S., Cortina i, S.J., Raventós, B.J., Sánchez, M.J.R. y López, I.G.M. 2008. Ecología de poblaciones. Departamento de Ecología. Licenciatura en biología, plan 2001. Universidad de Alicante. San Vicente del Raspeig Alicante, España. p. 8.

- Briseño, F.P., Bojórquez, S.J., Marcelino, F.S., Nájera, G.O., Flores, V.F. e Isordia, A.N. 2012. Distribución y grado de establecimiento de cochinilla rosada del hibisco en Nayarit, México. *Bio Ciencias*. 2 (2): 48-59.
- Brou, V.A. 1994. New records of two fruit-piercing moths encountered in Louisiana and other southern states. *Southern Lepidoterists, News*. 16: 39-40.
- Capinera, J.L. 2001. Handbook of vegetable pests. Academic press. First edition. p. 353- 510.
- Cardona D.A., Londoño M.E. y Jaramillo, J.E. 2004. Estudios biológicos de *Copitarsia* sp. (Lepidoptera: Noctuidae) bajo condiciones de insectario. *Revista Colombiana de Entomología*. 30 (2): 205-209.
- 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. p. 35.
- Castañeda, V.A., Nava, D., Hernández, F.L.M., Valdez, C.J. and Colunga, B. 2009. New host record and geographical distribution of *Optatus palmaris* Pascoe 1889 (Coleoptera: Curculionidae) in México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25 (3): 663- 666.
- Clavijo, A.S., Fernández, B.A., Ramírez A.A., Delgado, A. y Lathullerie, J.M. 1991. Influencia de la temperatura sobre el desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Agronomía Tropical*. 41 (5-6): 245-256.
- Coto, A.D. y Saunders, J.L. 2001. Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*. 61: 60-68.

- Evangelista, L.S., Estrada, Ma.E. y Aldana L. 1999. Tabla de vida de *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae) bajo condiciones de laboratorio. Memorias del II Congreso Internacional de Anonáceas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. p. 209-216.
- Flores, P.L., Bautista, M.N., Vera, G.J., Valdez, J. y Angulo, A.O. 2004. Ciclo de vida y tasas de supervivencia y reproducción de *Copitarsia incommoda* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) en tres cultivares de *Brassica oleracea* L. Agrociencia. 38 (5): 517-523.
- García, A.N.C., Urias, L.M.A., Hernández, F.L.M., Medina, T.R. y Pérez, M.H. 2011. Potencial reproductivo y zonas de riesgo de la cochinilla rosada del hibisco (Hemiptera: Pseudococcidae) en Nayarit. Entomología Mexicana. 10: 394-398.
- Geurts, F. 1981. Annonaceous fruits. Royal Tropical Institute. Amsterdam, The Netherlands. p. 16.
- Hernández, F.L.M., Bautista, M.N., Carrillo, S.J.L., Urias, L.M.A. y Salas, A.M.D. 2008. Control del barrenador de las semillas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae) en guanábana, *Annona muricata* L. (Annonales: Annonaceae). Acta Zoologica Mexicana. 24 (1): 199-206.
- Hernández, F.L.M., Bautista, M.N., Carrillo, S.J.L., Urias, L.M.A. y Hussein S.A. 2007. La guanábana: plagas y su manejo. Folleto técnico 1. Fundación Produce Nayarit. p. 5- 22.
- Hernández, F.L.M., Gómez, J.R. y Andrés, A.J. 2013. Importancia, plagas insectíles y enfermedades fungosas del cultivo del guanábano. INIFAP, Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit. Libro técnico Núm. 1 p. 12-36.

- 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.
- Infante, G.S. y Zárate, L.G.P. 1990. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. Editorial Trillas. Segunda edición. p. 359-370.
- King, J.R. and Thompson, W.L. 1957. Fruit piercing moth, *Gonodonta nutrix* (Cramer), attacks oranges in Florida. *Florida Entomologist*. 41 (2): 61-65.
- Maldonado, J.E. 2013. Bioecología del picudo de las anonáceas (*Optatus palmaris* Pascoe) en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.). Tesis de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic Nayarit, México. p. 1, 11.
- Maldonado, J.E., Hernández, F.L.M., Luna E.G., Gómez A.J.R., Flores C.R.J. y Orozco S.M. 2014. Bioecología de *Optatus palmaris* Pascoe (Coleoptera: Curculionidae) en *Annona muricata* L. *Southwestern Entomologist*. 39: 773-782.
- Martella, M.B., Trumper, E.V., Bellis, L.M., Reninson, D., Giordano, P.F., Bazzano, G. y Gleiser, R.M. 2012. Manual de ecología. Poblaciones: demografía crecimiento e interacción. *Reduca (biología)*. Serie Ecología. 5 (1): 32-70.
- Matthews, R. and Matthews, J. 1978. *Insect Behavior*. John Wiley & Sons, Inc. New York, United States of America. p. 405, 406.
- Meyerdirk, D.E., Warkentin, R., Attabian, B., Gersabeck, E., Francis, A., Adams, M. and Francis, G. 2001. *Biological control of pink hibiscus mealybug project manual*. USDA. p. 1-9, 2-13.

- Murcia, C.D.A. y Salamanca, R.M.F. 2006. Búsqueda de microorganismos potenciales controladores de *Bephratelloides maculicollis* plaga de *annona muricata* L. En algunos cultivos de los departamentos de Tolima y Cundinamarca. Tesis para obtener el grado de microbióloga industrial. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias. Bogotá, D. C. p. 49-58.
- Peña, E.J. y Bennett, F.D. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the neotropics. Florida Entomologist. 78 (2): 329-349.
- Pescador, R.A. 1994. Manual de identificación para mariposas de la familia Sphingidae (Lepidoptera) de la estación de biología "Chamela" Jalisco, México. Cuaderno 22. Instituto de Biología. UNAM. p. 29-30.
- Ramírez, R., Yamarte, M., Burgos, M.E. e Inciarte, E. 2007. Artrópodos asociados al cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) tipo gigante. en el municipio Colón, estado Zulia-Venezuela. Entomotopica. 22 (2): 57-143
- Romero, R.F. 2004. Manejo integrado de plagas: las bases los conceptos su mercantilización. Universidad Autónoma Chapingo. Colegio de postgraduados: Instituto de Fitosanidad. Montecillos Chapingo Tezcoco, México. p. 37.
- Salas, M.D., Mendoza, B., Salazar, E. y Rivera, V.M. 1993. Supervivencia y reproducción de la palomilla dorso de diamante en crucíferas. Turrialba Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas. 43 (4): 244-246.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca. 2013. Cierre de la producción agrícola por estado. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350. Último acceso (03 Nov 2014).

- 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. p. 04, 06, 22 y 23.
- Torres, V.L.M., Stockel, P., Bielza, J. y Lacasa, A. 1996. Efecto de la diapausa y del capullo sobre el potencial biótico de la polilla del racimo *Lobesia botrana* Den. y Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). Bol. San. Veg. Plagas. 22: 27-36.
- Urretabizkaya, N., Vasicek, A. y Saini E. 2010. Insectos perjudiciales de importancia agronómica I. Lepidópteros. Editorial INTA. p. 10.
- Valverde, V.T., Meave, J.A., Carabias, L.J. y Cano, S.Z. 2005. Ecología y medio ambiente. Editorial Pearson. Primera edición. p. 48.
- Vera, G.J., Pinto, V.M., López, C.J. y Reyna, R.R. 2002. Ecología de poblaciones de insectos. Segunda edición Colegio de Postgraduados. p. 27- 28.
- Vidal, H.L. y Nieto, D. 1997. Diagnóstico técnico y comercial de la guanábana en México. Memoria del congreso internacional de Anonáceas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 1-18.
- Zaspel, J.M. and Branham, M.A. 2008. World checklist of tribe Calpini (Lepidoptera: Noctuidae: Calpinae). Insecta Mundi. 47: 1-15.
- Zaspel, J.M., Zahiri, R., Hoy, M.A., Janzen, D., Weller, S.J. and Wahlberg, N. 2012. A molecular phylogenetic analysis of the vampire moths and their fruit-piercing relatives (Lepidoptera: Erebidae: Calpinae). Molecular Phylogenetics and Evolution. 65 (2):786-791.

Zenker, M.M., Penz, C., Paris, M. and Specht, A. 2011. Proboscis morphology and its relationship to feeding habits in noctuid moths. *Journal of Insect Science*. 11 (42): 1-10.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



SISTEMA DE BIBLIOTECAS