



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

LONCHAEIDAE (DIPTERA: TEPHRITOIDEA) ASOCIADOS AL GÉNERO *Annona*

CARLOS PATRICIO ILLESCAS RIQUELME

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2012

La presente tesis titulada: **LONCHAEIDAE (DIPTERA TEPHRITOIDEA) ASOCIADOS AL GÉNERO *Annona*** realizada por el alumno: **CARLOS PATRICIO ILLESCAS RIQUELME** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO


DR. HÉCTOR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR


DR. CESAR RUIZ MONTIEL

ASESOR


M.C. JORGE MANUEL VALDEZ CARRASCO

ASESOR


DRA. MARIA CELINA LLANDERAL CÁZARES

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Septiembre de 2012

DEDICATORIA

A mi padre **Carlos Amadeo Illescas Domínguez** y a mi madre **Mireya Riquelme González** por su ayuda sin condiciones ni medida durante todo momento, por sus invaluable consejos y enseñanzas, pero sobre todo por su amor y apoyo para impulsarme a salir adelante ante cualquier circunstancia... eternamente agradecido.

A mi hija **Mila Victoria Illescas Mendoza** por ser el motor de mi vida y motivarme a ser mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por ponerme en este camino y por permitirme concluir mis estudios de maestría.

Al **Centro Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca proporcionada para realizar mis estudios de maestría.

Al Dr. **Cesar Ruiz Montiel** por su confianza, amistad y apoyo

Al M. C. **Jorge Valdez Carrasco** por su amistad y enseñanzas a lo largo de la maestría.

Al Dr. **Héctor González Hernández** por su gran apoyo y brindarme muchas facilidades para la realización de esta investigación.

A la Dra. **Celina Llanderal Cázares** por sus sabios consejos y observaciones.

Al Dr. **Hiram Bravo Mojica** por su ayuda en la revisión del escrito.

A mi mujer **Estrella Mendoza Peña** por su ánimo, apoyo y cariño

A **todos mis amigos del Colegio de Postgraduados** por brindarme su amistad y permitirme crecer a su lado como persona y profesionista.

CONTENIDO

	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
CAPÍTULO I.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1.- Familia Lonchaeidae	3
1.2.- Importancia de los lonqueidos en América	4
1.2.1.- Género <i>Dasiops</i>	5
1.2.2.- Género <i>Neosilba</i>	6
1.2.3.- Género <i>Silba</i>	6
1.2.4.- Género <i>Lonchaea</i>	7
1.3.- Familia Annonaceae	7
1.3.1.- Género <i>Annona</i>	8

1.3.2.- Importancia de las anonas en México.....	8
1.4.- Plagas de anonáceas	10
 CAPÍTULO II.- IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE LONCHAEIDAE (DIPTERA: TEPHRITOIDEA) ASOCIADAS AL GÉNERO <i>Annona</i> EN MÉXICO	
	13
2.1.- Introducción	13
2.2.- Materiales y Métodos	15
2.2.1.- Colecta de frutos	15
2.2.2.- Identificación de adultos de Lonchaeidae	19
2.2.3.- Estudio morfológico	19
2.3.- Resultados	20
2.3.1.- Especies de Lonchaeidae encontradas	20
2.3.2.- Identificación taxonómica de los adultos de <i>Neosilba batesi</i> y <i>Neosilba</i> <i>glaberrima</i>	24
2.4.- Discusión	31
 CAPÍTULO III.- COMPARACIÓN DE CARACTÉRES MORFOLÓGICOS DE ESTADOS INMADUROS DE <i>Neosilba batesi</i> CURRAN Y <i>Anastrepha ludens</i> LOEW: UNA GUÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN.....	
	34

3.1.- Introducción	34
3.2.- Materiales y Métodos	36
3.2.1.- Colectas de frutos	36
3.2.2.- Obtención de larvas de <i>Neosilba batesi</i> y <i>Anastrepha ludens</i>	37
3.2.3.- Estudio morfológico	38
3.3.- Resultados	38
3.3.1.- Comparación de larva y pupa de <i>Neosilba batesi</i> y <i>Anastrepha ludens</i>	38
3.4.- Discusión	43
4.- LITERATURA CITADA	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Localidades por municipio donde se realizaron colectas de frutos <i>Annona</i> spp. en el estado de Veracruz 2008-2012	16
Cuadro 2. Lugares de colecta de frutos del género <i>Annona</i> . 2011-2012	18
Cuadro 3. Diferencias entre estados inmaduros de <i>Neosilba batesi</i> y <i>Anastrepha ludens</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Moscas Lonchaeidae asociadas a <i>Annona</i> sp	23
Figura 2. Quetotaxia de cabeza de <i>Neosilba batesi</i> y <i>Neosilba glaberrima</i>	24
Figura 3. Quetotaxia de tórax y abdomen de machos de <i>Neosilba</i>	26
Figura 4. Alas de <i>Neosilba batesi</i> y <i>Neosilba glaberrima</i>	27
Figura 5. Genitalia masculina de <i>Neosilba batesi</i> y <i>N. glaberrima</i>	29
Figura 6. Oviscaptos de <i>Neosilba batesi</i> y <i>Neosilba glaberrima</i>	30
Figura 7. Estados inmaduros de <i>Anastrepha ludens</i> y <i>Neosilba batesi</i>	39
Figura 8. Diferencias entre larvas de tefritoideos	42

**LONCHAEIDAE (DIPTERA: TEPRHITOIDEA) ASOCIADOS AL GÉNERO
*Annona***

Carlos Patricio Illescas Riquelme

RESUMEN

La familia Lonchaeidae incluye especies de importancia económica alrededor del mundo ya que algunas son consideradas plagas importantes de frutales y hortalizas. En México, este grupo de insectos ha sido poco estudiado por lo que el conocimiento que se tiene sobre las especies y su interacción con sus hospederos en el país es escaso. El presente estudio contribuye al conocimiento de dos especies de Lonchaeidae pertenecientes al género *Neosilba* asociadas a frutos de *Annona*, además de la descripción morfológica de cada una, fotografías con microscopía de luz de los adultos y estados inmaduros y finalmente algunos aspectos biológicos de cada especie. Las especies identificadas son *N. batesi* y *N. glaberrima*; la primera más abundante y con mayor distribución en las zonas de muestreo, se recolectó sobre frutos de *Annona muricata*, *A. reticulata*, *A. cherimola*, *A. diversifolia*, *A. squamosa*, *A. glabra* y *A. globiflora*. La segunda especie *N. glaberrima* se recolectó únicamente sobre *A. muricata*, *A. reticulata* y *A. squamosa*, estas asociaciones de plantas hospederas son nuevos registros para cada especie de insecto en México. Del mismo modo, se reporta por primera ocasión la descripción de larva y pupa de *N. batesi* y se elabora una comparación morfológica con larvas de *Anastrepha ludens*, considerada de importancia cuarentenaria sobre varias especies de anonas en México.

Palabras clave: *Mosca de la fruta*, *Neosilba*, *Annonaceae*

**LONCHAEIDAE (DIPTERA: TEPRHITOIDEA) ASSOCIATED TO GENUS
*Annona***

Carlos Patricio Illescas Riquelme

ABSTRACT

The family Lonchaeidae includes economically important species around the world and some are considered important pests of fruits and vegetables. In Mexico, this group of insects has not been studied in-depth, therefore the knowledge we have on Lonchaeidae species and their interaction with their hosts in the country is scarce. This study contributes to the knowledge of two Lonchaeidae species of the genus *Neosilba* associated with *Annona* fruits. Furthermore, it includes the morphological description of each one with light microscopy photographs of adults and immature stages and finally some biological aspects of each species. The species identified are *N. batesi* and *N. glaberrima*. The former was the most abundant and widely distributed in the sampling areas, it was collected on fruits of *Annona muricata*, *A. reticulata*, *A. cherimola*, *A. diversifolia*, *A. squamosa*, *A. glabra* and *A. globiflora*. The second species *N. glaberrima* was collected only on *A. muricata*, *A. reticulata* and *A. squamosa*. The associations of these insects and host plants are new records for each insect species in Mexico. In the same way, for first time the description of larva and pupa of *N. batesi* and a morphological comparison between larvae of the two species of *Neosilba* and larvae *Anastrepha ludens* is elaborated, also the later fly is considered with quarantine significance on several species of *Annona* in Mexico.

Key words: *Lance flies*, *Fruit flies*, *Neosilba*, *Annonaceae*.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El término “moscas de la fruta” o “fruit flies” por su nombre en inglés, generalmente es utilizado por la mayoría de los investigadores para referirse a los dípteros frugívoros pertenecientes a la familia Tephritidae (Hernández-Ortiz, 1992; White y Elson-Harris, 1992; Aluja, 1993; Aluja y Mangan, 2008) y en algunas ocasiones este mismo término es usado por los genetistas para referirse a individuos de la familia Drosophilidae (Partridge y Farquhar, 1981; Service, 1993; Wray, 2007).

Para la familia Lonchaeidae en general se usa la expresión “lance flies” (McAlpine y Steyskal, 1982; Norrbom y Korytkowski, 2010; Uchôa y Nicácio, 2010); sin embargo, Uchôa (2012) engloba a individuos de ambas familias, Tephritidae y Lonchaeidae, como “fruit flies” para referirse al gremio especializado de especies de Tephritoidea en el que las larvas se alimentan de frutos.

La mayor concentración de información sobre lonquéidos neotropicales se encuentra en Sudamérica, principalmente en Brasil, donde se ha detectado que varias especies de *Neosilba* y *Dasiops*, causan daños en frutos de importancia económica (Araújo y Zucchi, 2002; Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004; Strikis *et al.*, 2011).

En México, el conocimiento sobre la diversidad de lonquéidos y su impacto en los frutales de importancia económica es muy limitado, posiblemente por la falta de conocimientos taxonómicos como ha ocurrido en otros países (Araújo y Zucchi, 2002) o porque son

ignorados al considerarse invasores secundarios de frutos asociados a otros insectos (McAlpine y Steyskal, 1982; Strikis y Prado, 2006).

Es necesario un mayor conocimiento sobre la diversidad de dípteros frugívoros y sus plantas hospederas para entender mejor sus patrones de distribución espacial y temporal en los ecosistemas (Uchôa y Nicácio, 2010).

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo general ampliar el conocimiento de las especies de Lonchaeidae asociadas a frutos de anonas en México.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1.- Familia Lonchaeidae

La familia Lonchaeidae pertenece a la superfamilia Tephritoidea, la cual abarca a una amplia variedad de dípteros Acalyptratae (Korneyeb, 2000). Esta superfamilia posee tres subgrupos monofiléticos, uno de ellos constituido únicamente por Lonchaeidae, el cual se separa de los otros dos por poseer características particulares, como alas generalmente sin patrones aunque con excepciones de especies que tienen patrones de alas muy tenues o difusos y un sistema de apareamiento de enjambre aéreo, lo cual es raro de verse en dípteros de familias acaliptrata (Sivinski, 2000).

La familia es cosmopolita con alrededor de 500 especies descritas en el mundo y está compuesta de dos subfamilias. Dasiopinae la cual únicamente es representada por el género *Dasiops* Rondani, y Lonchaeinae, constituida por ocho géneros: *Protearomya* McAlpine, *Lamprolonchaea* Bezzi, *Chaetolonchaea* Czerny, *Earomya* Zetterstedt, *Lonchaea* Fallén, *Setisquamalonchaea* Morge, *Silba* Macquart y *Neosilba* McAlpine (McAlpine, 1987).

Las larvas son típicas del infraorden Muscomorpha, relativamente largas y delgadas, segmentadas y con rugosidades ventrales. Mandíbula sin dientes secundarios, esclerito dental cuadrangular o triangular, barra paraestomal delgada, espiráculos anteriores en forma de abanico con cinco a diez dígitos, espiráculos posteriores fuertemente esclerosados en forma de tocón, cada espiráculo con tres aberturas ovaladas (McAlpine, 1987; Norrbom y Korytkowski, 2010).

Las moscas se caracterizan por poseer pubescencia en el cuerpo, generalmente de color oscuro, con destellos metálicos azules, cafés o verdes; usualmente las alas no presentan pigmentación o en ocasiones una pigmentación difusa además de poseer halterios negros (McAlpine, 1987; Norrbom y Korytkowski, 2010).

La mayoría de los estados larvarios de Lonchaeidae se asocian a materia vegetal en descomposición o a daños en flores, frutos o tallos, aunque algunas especies pueden llegar a ser invasores primarios (Norrbom y Korytkowski, 2010; Strikis *et al.*, 2011) y otras especies en cambio viven bajo la corteza de árboles muertos o moribundos, especialmente coníferas, usualmente en asociación con coleópteros descortezadores o también existen especies que parasitan conos de *Pinus* (McAlpine, 1987; Sivinski, 2000).

1.2.- Importancia de los lonqueidos en América

La familia Lonchaeidae recientemente recibe atención en cuanto a su estatus como plaga a pesar de que se conoce desde hace aproximadamente 70 años (Araújo y Zucchi, 2002). Actualmente en Sudamérica se le considera la segunda familia de moscas de la fruta en importancia económica después de Tephritidae (Uchôa, 2012).

Inicialmente los miembros de esta familia eran considerados por algunos autores como oportunistas, al infestar frutos atacados previamente por tefrítidos, haciendo uso del orificio de oviposición o con daños ocasionados por otras causas (McAlpine y Steyskal, 1982; Araújo y Zucchi, 2002; Strikis y Prado, 2006). Por otro lado, otros autores señalan que algunas especies pueden llegar a ser invasores primarios al ovipositar directamente sobre la

epidermis del fruto (Araujo y Zucchi, 2002; Raga *et al.*, 2004; Aguiar-Menezes *et al.*, 2007; Strikis y Lerena, 2009).

Los cuatro géneros reportados para la región neotropical son *Dasiops*, *Neosilba*, *Silba* y *Lonchaea*. Los dos primeros poseen algunas especies que son plagas primarias de frutales (Norrbon y Korytkowski, 2010; Uchôa, 2012).

1.2.1.- Género *Dasiops*

El género *Dasiops* al parecer es de carácter estenófago y afecta varias especies y variedades cultivadas de la familia Passifloraceae (Uchôa, 2012). Steyskal (1980) reporta las especies *D. curubae* Steyskal, *D. inedulis* Steyskal y *D. passifloris* McAlpine incidiendo sobre flores y frutos de *Passiflora* spp. en Colombia, Panamá y Florida, respectivamente. Estudios más recientes igualmente reportan especies de *Dasiops* en varias especies de *Passiflora* de Colombia y Brasil, siendo *D. inedulis* una de las más importantes plagas al provocar severos daños en flores y frutos y por lo tanto mermando la producción (Uchôa *et al.*, 2002; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004; Wyckhuys *et al* 2010). Por otro lado, con excepción de los reportes sudamericanos, la especie *D. bennetti* McAlpine causa daños sobre nopal verdura en México, aunque hasta el momento es considerada de menor importancia (Legaspi, 2006).

1.2.2.- Género *Neosilba*

El género *Neosilba* se encuentra particularmente restringido a la región neotropical, aunque pocas especies habitan en Florida y posiblemente algunas pueden ser encontradas al sur de los Estados Unidos (McAlpine y Steyskal, 1982).

La mayoría de las especies de este grupo son generalmente polífagas, ya que se alimentan de una gran variedad de frutos nativos o exóticos, cultivados o silvestres, además de ser el género más estudiado y económicamente importante en los neotrópicos con 20 especies descritas hasta el momento (Uchôa, 2012).

Las especies de *Neosilba* consideradas de mayor importancia en Sudamérica por provocar daños en plantaciones frutales y hortícolas son *N. zadolicha* Steyskal & McAlpine, *N. pendula* Bezzi, *N. glaberrima* Wiedemann, *N. inesperata* Strikis & Prado y *N. perezi* Romero & Rupel (Lourencao *et al.*, 1996; Nicácio y Uchôa, 2011; Uchôa, 2012). McAlpine y Steyskal (1982) reportan para México a las especies *N. batesi* Curran, *N. glaberrima*, *N. certa* Walker, *N. major* Malloch, *N. oaxacana* McAlpine & Steyskal y *N. peltae* McAlpine & Steyskal, algunas de ellas como invasores secundarios asociados a Tephritidae.

1.2.3.- Género *Silba*

Es principalmente de origen etíope y se distribuye en los trópicos y subtrópicos de oriente, pero al menos una especie existe en Sudamérica reportada en Perú, *S. devians* Henning, único miembro de *Silba* descrito en América (McAlpine y Steyskal, 1982).

1.2.4.- Género *Lonchaea*

Es un género diverso y cosmopolita, con especies saprófitas en la zona neártica pero también algunas depredadoras de larvas de coleópteros xilófagos que habitan en galerías de coníferas como *Lonchaea corticis* (Hulme, 1990; Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003). Por el contrario, en regiones neotropicales se consideran saprófitos de tejidos vegetales y frutos (Ferrar, 1987).

1.3.- Familia Annonaceae

La familia Annonaceae agrupa algunas de las angiospermas más primitivas, se considera miembro del orden Magnoliales y se encuentra estrechamente relacionada con las familias Magnoliaceae, Degeneriaceae, Myristicaceae, Eupomatiaceae y Canellaceae (Cronquist, 1981). Dos subfamilias son claramente distinguidas: Annonoidae con carpelos libres dispuestos en espiral y Monodoroideae con carpelos unidos cíclicamente (Sanewski, 1991).

La mayoría de las especies se encuentran en los trópicos, con algunas excepciones que habitan en zonas templadas, en gran parte son arbustos o árboles pequeños y unos pocos producen frutos comestibles (Ochse, 1974; Pinto, 2005).

La familia está integrada por aproximadamente 130 géneros y 3200 especies, de la cuales ocho géneros y alrededor de 20 especies se encuentran en México (Lawrence, 2000); sin embargo, únicamente los géneros *Annona*, *Rollinea*, *Uvaria* y *Asimina* contienen especies de importancia frutícola (Cañizares, 1996).

1.3.1.- Género *Annona*

El género *Annona* incluye árboles o arbustos con hojas caducas o perennes, alternadas, simples y enteras; flores solitarias o agrupadas (rara vez inflorescencias de pocas flores), internodales o terminales, bisexuales con seis pétalos connatos o libres; estambres numerosos, conectivo expandido formando un disco arriba de las tecas; fruto sincárpico, carpelos numerosos, concrecentes, superficie areolada lisa o con protuberancias; semillas con arilos ausentes o rudimentarios (Nakasone y Paull, 1998; Lawrence, 2000).

Este género incluye alrededor de 100 especies, pero sólo siete de ellas y un híbrido son cultivados comercialmente (Nakasone y Paull, 1998). La mayoría de las especies tienen requerimientos específicos para desarrollarse, florecer y madurar los frutos (Peña *et al.*, 2002).

Las anonas exhiben una gran diversidad genética, reflejando los diferentes centros de origen de muchas especies y se cree que la mayoría son originarias de las tierras bajas de Centroamérica y norte de Sudamérica, a excepción de *A. cherimola* Mill. que pertenece a la zona subtropical de la región andina (Popenoe, 1970).

1.3.2.- Importancia de las anonas en México

Dentro del conjunto de especies de anonas, únicamente siete sobresalen por su importancia comercial, estas son: *Annona cherimola* Mill. (chirimoya), *A. diversifolia* Saff. (Ilama), *A. glabra* L. (anona de corcho), *A. montana* Magfady (guanábana cimarrona), *A. muricata* L.

(guanábana), *A. reticulata* L. (anón), *A. squamosa* L. (saramuyo), además del híbrido *A. squamosa* x *A. cherimola* (atemoya) (Nakasone y Paull, 1998).

Principalmente la chirimoya, saramuyo, atemoya y guanábana poseen el mayor potencial para la utilización y exportación a países de toda América, Asia y Australia (Peña *et al.*, 2002; Pinto, 2005). En México la gran parte de las anonáceas se encuentran como frutales de traspatio, desaprovechando su alto potencial como frutales alternativos para regiones agroclimáticas aptas para su desarrollo (Castañeda, 2000).

Por su importancia frutícola destaca la guanábana, ya que es un frutal en expansión por el creciente interés en la producción de fruta para el consumo en forma de jugos (Evangelista *et al.*, 2003). Vidal y Nieto (1997) reportan una superficie nacional plantada de 6,010.5 ha, ubicadas principalmente en los estados de Nayarit, Sinaloa, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Veracruz y Morelos. El principal país importador de guanábana mexicana es Estados Unidos, con un abastecimiento promedio por año del 2002 al 2006 de 32,000 t (FAO, 2006).

La chirimoya en su mayoría se produce como cultivo de traspatio; se estima una extensión cultivada de 500 ha dispersas en regiones subtropicales entre los 1400 y 2000 msnm del territorio mexicano (Agustín, 1997). La producción nacional se da en huertos establecidos principalmente en Morelos, Michoacán, Hidalgo y Estado de México (Villanueva-Arce *et al.*, 2008).

El saramuyo en México, a diferencia de otros países, es principalmente una especie subutilizada, con plantaciones a basadas en materiales nativos, producción en huertos familiares y comercialización regional (Palacios y Cano, 1997). Caballero (1992) menciona que es encontrada frecuentemente en los huertos Mayas de la península de Yucatán.

1.4.- Plagas de anonáceas

Existen varios problemas relacionados con la producción comercial de anonáceas en varias partes del mundo donde se cultivan, pero el más limitativo lo constituye el ataque de insectos barrenadores de flores y frutos, acompañado por infecciones secundarias causadas por hongos que constantemente ocasionan abscisión floral (Castañeda, 2000). Peña y Bennett (1995) reportan 296 especies de artrópodos asociados a *Annona*, aunque la mayoría no son económicamente importantes.

En México se consideran como plagas principales de anonáceas las siguientes especies:

Bephratelloides cubensis Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae). Las larvas ocasionan el daño principal al alimentarse del endospermo de la semilla de los frutos en crecimiento, posteriormente pupa dentro de la semilla y cuando emergen los adultos realizan galerías a través de la pulpa dejando un orificio de salida de 1 a 2 mm de diámetro (Hernández *et al.*, 2010). Estos orificios permiten la entrada de patógenos al interior del fruto lo que provoca pudriciones y demerita su calidad (Nadel y Peña, 1991).

Cerconota annonella Sepp (Lepidoptera: Oecophoridae). Las hembras ovipositan en la epidermis del fruto y al nacer la larva se alimenta de la cáscara, posteriormente se

introduce, se alimenta de pulpa y semillas y construye galerías dentro del fruto que sirven de puerta de entrada a patógenos (Castañeda, 2000). Boscan y Godoy (2001) mencionan que cuando *C. annonella* incide sobre frutos pequeños, estos se secan, se tornan negros, caen al suelo o permanecen momificados, mientras que cuando se alimenta de frutos grandes se producen pudriciones parciales.

Talponia batesi Heinrich (Lepidoptera: Tortricidae). Representa un grave problema fitosanitario particularmente para chirimoya en México (Nava-Díaz *et al.*, 2000). Las hembras ovipositan sobre la epidermis del fruto y al eclosionar las larvas penetran ocasionando un orificio de entrada caracterizado por un punto negro del cual emana resina al exterior y posteriormente se dirigen a las semillas que son dañadas en su totalidad; cuando se trasladan a nuevas semillas forman galerías entre la pulpa y la contaminan con su excremento. Próximas a pupar las larvas barrenan hacia el exterior y salen a través de orificios en el fruto de aproximadamente 0.1 cm de diámetro para pupar en el suelo (Castañeda, 2000).

Otros insectos de menor importancia económica, pero con potencial para ser problema como plaga son:

Optatus palmaris Pascoe (Coleoptera: Curculionidae). Los adultos se alimentan del pedicelo del fruto, afectando el tejido vascular y provocando su caída, también pueden alimentarse de flores de chirimoya, aunque no de guanábana (Castañeda-Vildózola *et al.*, 2009). Las larvas se alimentan de la pulpa y semillas, y al final de su estado larvario emergen para pupar en el suelo (Castañeda-Vildózola *et al.*, 2009).

Oenomaus ortygnus Cramer (Lepidoptera: Lycaenidae). La larva puede destruir las flores, con lo que impide la polinización, o alimentarse de la cáscara del fruto hasta perforarlo y consumir posteriormente de la pulpa (Coto y Saunders, 2001). Castañeda-Vildózola *et al.* (2011) reportan que *O. ortygnus* puede alimentarse de varias especies de *Annona* y que se pueden encontrar de una a cinco larvas por fruto.

CAPÍTULO II

IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE LONCHAEIDAE (DIPTERA: TEPHRITOIDEA) ASOCIADAS AL GÉNERO *Annona* EN MÉXICO

2.1.- Introducción

La superfamilia Tephritoidea incluye ocho familias (McAlpine *et al.*, 1981; Korneyeb 2000), de las cuales Tephritidae (fruit flies) y Lonchaeidae (lance flies) destacan por su importancia económica en frutales comerciales de varias regiones tropicales y subtropicales del Continente Americano (Norrbon y McAlpine, 1997; Uchôa-Fernandes y Zucchi, 1999; Uchôa, 2012).

En México la mayoría de los estudios realizados en dípteros asociados a frutales son dirigidos hacia la familia Tephritidae, debido a que varias especies de este grupo, además de causar importantes pérdidas importantes en la producción, elevan los costos en los programas de monitoreo y control e implementación de medidas cuarentenarias (Aluja, 1993; Aluja y Mangan, 2008). Sin embargo, al igual que en otros países, se ha puesto poco interés en la familia Lonchaeidae, posiblemente debido a que varios de sus miembros son considerados como oportunistas asociados a tefrítidos y a daños estructurales en el fruto (McAlpine y Steyskal, 1982; Strikis y Prado, 2006). Sin embargo, otros autores señalan que algunas especies pueden llegar a ser invasores primarios (Araujo y Zucchi, 2002; Raga *et al.*, 2004; Aguiar-Menezes *et al.*, 2007; Strikis y Lerena, 2009).

Norrbom y Korytkowski (2010) mencionan que en la región Neotropical que comprende de México a Sudamérica existen 93 especies conocidas de lonqueidos pertenecientes a los géneros *Dasiops* Rondani, *Lonchaea* Fallén, *Neosilba* McAlpine y *Silba* Macquart, este último restringido principalmente al viejo mundo, aunque hay una especie reportada en Perú y la mayoría permanece aún sin descripción. Del mismo modo, McAlpine y Steyskal (1982) reportan especies de *Neosilba* asociadas a frutales mexicanos, aunque ninguno sobre alguna anonácea.

La familia Annonaceae incluye alrededor de 2300 especies, de las cuales el género *Annona* abarca a una gran diversidad de árboles frutales de origen neotropical, con excepción de algunas especies africanas (Peña *et al.*, 2002; Pinto, 2005).

En México se cuenta con una gran diversidad de especies de anonas, de las cuales sobresalen por su importancia económica *Annona muricata* L. (guanábana), *A. reticulata* L. (anona), *A. squamosa* L. (saramuyo), *A. diversifolia* Saff. (papausa) y *A. cherimola* Mill. (chirimoya), la última distinguida por su adaptación a climas subtropicales (Vidal, 1994).

Los frutos de *Annona* son atacados por un complejo de especies de artrópodos dependiendo de su ubicación geográfica, entre los que destacan los barrenadores de semillas y pulpa como *Bephratelloides* spp. (Hymenoptera: Eurytomidae), *Cerconota annonella* Sepp (Lepidoptera: Oecophoridae) y *Talponia batesi* Heinrich (Lepidoptera: Tortricidae) (Nadel y Peña, 1991; Peña y Bennett, 1995; Castañeda *et al.*, 1998; Peña *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2006). Sin embargo ningún lonqueído ha sido asociado a este género en México.

En Sudamérica se ha generado la mayor información sobre la diversidad de Lonchaeidae, principalmente en Brasil, donde existen reportes de especies del género *Neosilba* en *A. crassiflora*, *A. muricata*, *A. squamosa*, *A. rugulosa* y *A. furfuraceae* (Uchôa-Fernandes y Zucchi, 1999; Braga *et al.*, 2007; Uchôa y Nicácio, 2010; Garcia y Norrbom, 2011; Strikis *et al.*, 2011). Por otro lado en Colombia, Trinidad y Tobago y Venezuela, también existen algunos reportes de incidencia de *Neosilba* en *Annona* sp. (McAlpine y Steyskal, 1982; Peña y Bennett, 1995).

Por lo anterior, la finalidad del presente estudio es contribuir en el conocimiento de las especies de Lonchaeidae presentes en México asociadas a frutos de *Annona* spp.

2.2.- Materiales y Métodos

2.2.1.- Colecta de frutos

La primera etapa de estudio comprendió el periodo de octubre 2008 a abril 2012, cuando se colectaron diferentes especies de frutos del género *Annona* en los municipios de Actopan, Emiliano Zapata, Naolinco, Teocelo, Xico, Alto Lucero y Jilotepec, pertenecientes al estado de Veracruz (Cuadro 1). Se seleccionaron frutos de manera aleatoria en diferentes estados de maduración y los frutos recién formados, caídos o petrificados fueron descartados.

Cuadro 1. Localidades por municipio donde se realizaron colectas de frutos *Annona* spp. en el estado de Veracruz 2008-2012.

Municipio	Localidad	Coordenadas	Altitud (msnm)	Especies de <i>Annona</i>	Cantidad (kg)
Actopan	La Esperanza	19°28'17,9"N,	173	<i>A. muricata</i>	31.40
		96°33'56,7"O			
	La Bandera	19°27'32,2"N,	174	<i>A. muricata</i>	9.43
		96°64'15,1"O		<i>A. reticulata</i>	6.28
				<i>A. squamosa</i>	0.54
				<i>A. diversifolia</i>	0.76
Mozomboa	19°30'16,1"N,	73	<i>A. squamosa</i>	6.44	
	96°29'04,4"O				
Villa Rica	19°40'28.8"N,	7	<i>A. glabra</i>	2.91	
	96°23'58.0"O				
Emiliano Zapata	Cerro Gordo	19°26'06,9"N,	594	<i>A. muricata</i>	9.38
		96°42'07,1"O			
La Cumbre	19°23'26,1"N,	360	<i>A. muricata</i>	7.14	
	96°38'42,7"O		<i>A. reticulata</i>	10.24	
Rinconada	19°21'37,4"N,	252	<i>A. reticulata</i>	15.98	
	96°34'24,3"O				
Tamarindo	19°20'26,6"N,	178	<i>A. diversifolia</i>	6.73	
	96°29'53,0"O				

Alto Lucero	Blanca Espuma	19°34'50,0"N, 96°41'12,0"O	700	<i>A. muricata</i>	9.98
				<i>A. globiflora</i>	0.01
Teocelo	Llano Grande	19°21'59,2"N, 96°52'52,3"O	857	<i>A. reticulata</i>	16.03
	Tejería	19°22'42,7"N, 96°55'14,8"O	1160	<i>A. reticulata</i>	6.17
				<i>A. globiflora</i>	0.50
	Monte Blanco	19°22'37.20"N, 96°58'35.73"O	1140	<i>A. cherimola</i>	0.80
			<i>A. globiflora</i>	0.10	
Jilotepec	Linderos	19°36'4.33"N, 96°57'25.65"O	1660	<i>A. cherimola</i>	6.14
Naolinco	Naolinco	19°39'19.18"N, 96°53'1.14"O	1540	<i>A. cherimola</i>	0.90
Xico	Xico	19°25'15.57"N, 97°0'22.48"O	1320	<i>A. cherimola</i>	17.38
Coyopolan	Coyopolan	19°22'12.58"N, 97°3'29.76"O	1560	<i>A. cherimola</i>	4.52
	Atecachi	19°22'45.45"N, 97°2'31.91"O	1538	<i>A. cherimola</i>	0.61

El material colectado fue trasladado al Instituto de Investigaciones Forestales de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz, donde fue pesado, separado por especie y lugar de origen y posteriormente confinado en contenedores de plástico cubiertos con tela de organza. Los frutos permanecieron bajo este sistema por 20-30 días a temperatura

ambiente, dándoles mantenimiento de limpieza cuando era necesario para eliminar los exudados que se encontraban en el fondo de los recipientes. Las larvas de dípteros al igual que los demás insectos que emergían, se mantenían en los contenedores para esperar a que cumplieran su ciclo de vida y así obtener los adultos que posteriormente eran conservados en alcohol al 70%.

Para investigar la distribución espacial de Lonchaeidae en México se realizó una segunda etapa de colectas donde se amplió el área de estudio a otros estados del país con especies de *Annona* (Cuadro 2). El método de colecta y procesamiento del fruto fue el mismo que el anteriormente mencionado, con la variante de que en esta ocasión el material fue llevado al Laboratorio de Entomología, Edificio de Fitosanidad en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México, donde se confinó en una cámara de cría a 25°C con fotofase de 12 h.

Cuadro 2. Lugares de colecta de frutos del género *Annona*. 2011-2012

Lugar de colecta	Coordenadas	Altitud (msnm)	Fecha	Especie de <i>Annona</i>	Cantidad (Kg)
Altavista, Nayarit	21°05'51"N, 105°10'15"O	150	26/10/2011	<i>A. muricata</i>	12.56
Izúcar de Matamoros, Puebla	18°36'8.73"N, 98°28'54.43"O	1340	12/01/2012	<i>A. reticulata</i>	4.98
Tecomán, Colima	18°53'28.05"N 103°51'16.71"O	30	19/01/2012	<i>A. muricata</i>	10.75

2.2.2.- Identificación de adultos de Lonchaeidae

Los dípteros adultos se identificaron con las claves para familia de McAlpine (1981) y las claves de género y especie con esquemas de genitalia de machos de McAlpine y Steyskal (1982). Posteriormente el material fue enviado para confirmación al Biólogo Pedro Carlos Strikis, especialista del grupo de la Universidad de Campinas, Campinas, Brasil.

Para la extracción de la genitalia se separó el abdomen del resto del cuerpo. Se introdujo en una solución de hidróxido de potasio al 10% a 80 °C por 20 min para macerar el tejido. Posteriormente, con la preparación inmersa en alcohol al 70%, se realizó una limpieza de cutícula y tejidos, dejando así la genitalia expuesta.

2.2.3.- Estudio morfológico.

Para las ilustraciones se utilizaron diferentes métodos de montaje dependiendo de la estructura:

El edeago, el apodema eyaculador y el oviscapto de los adultos de cada especie fueron sumergidos en Xilol durante 20 min para el aclaramiento de la cutícula. Por otra parte, las alas de cada sexo se montaron sobre un portaobjetos inmersas en bálsamo de Canadá para manipularlas y mantenerlas en una posición estable con ayuda de un cubreobjetos.

Para observar la quetotaxia de cabeza, tórax y abdomen de adultos, los ejemplares se montaron directamente sobre un portaobjetos, sin ningún tipo de tratamiento.

Las fotografías se obtuvieron con un microscopio Tessoar de Carl Zeiss Alemania y en un Fotomicroscopio III de Carl Zeiss Alemania, ambos con una cámara digital PAXCam 3 (Paxcam, USA). Las mediciones se realizaron con el analizador de imágenes Image Tool (Wilcox *et al.*, 2002).

La descripción de los adultos, así como de las estructuras internas y externas, se realizó con base en descripciones previas realizadas por McAlpine (1981) y McAlpine y Steyskal (1982).

El material entomológico se encuentra depositado en la colección del Laboratorio de Entomología del Instituto de Investigaciones Forestales de la Universidad Veracruzana.

2.3.- Resultados

2.3.1.- Especies de Lonchaeidae encontradas:

Se obtuvieron dos especies, *Neosilba batesi* y *N. glaberrima*. *N. batesi* fue la más abundante, con mayor dispersión y número de hospederos, en cambio *N. glaberrima* tuvo un rango menor de hospederos y sólo emergió de recolectas de frutos en Veracruz. Ambas especies son muy similares en su morfología externa, siendo la extracción de la genitalia masculina la mejor forma de separar especies.

***Neosilba batesi* Curran**

(Figura 1A y 1B)

Material examinado: Veracruz: *Annona muricata* - Blanca Espuma, 13/11/2008, 09/12/2008, 06/02/2009, 31♂ y 25♀; La Esperanza, 18/11/08, 12/02/2009, 22/02/2012, 12♂ y 24♀; Cerro Gordo, 25/11/2008, 28♂ y 38♀; La Cumbre, 12/02/2009, 27/03/2009, 25/11/2009, 9♂ y 6♀; La Bandera, 29/01/2010, 1♂; El Roble, 22/03/2011, 2♂. *Annona reticulata* – Llano Grande, 17/10/2008, 05/03/2009, 15/04/2010, 18/05/2011, 18♂ y 13♀; Tejería, 10/11/2008 15/04/2010, 18/05/2011, 93♂ y 76♀; Rinconada, 05/03/2009, 22/02/2011, 12♂ y 20♀; La Cumbre, 27/03/2009, 12/05/2009, 26/03/2010 22/03/2011, 8♂ y 13♀; La Bandera, 22/02/2011, 4♂ y 1♀. *Annona squamosa* – Mozomboá, 07/10/2008, 08/10/2009, 17/06/2010, 18♂ y 12♀; La Bandera, 25/11/2009, 2♂ y 4♀. *Annona diversifolia* – Tamarindo, 29/09/2009, 3♂; La Bandera, 25/11/2009, 1♂ y 1♀. *Annona cherimola* – Linderos, 27/10/2008, 21/07/2009, 3♂ y 1♀; Naolinco, 21/07/2009, 3♂ y 2♀; Coyopolan, 25/08/2009, 22/10/2009, 8♂ y 11♀; Atecachi, 25/08/2009 2♂; Monte Blanco, 15/09/2009 2♂ y 2♀; Xico, 22/10/2009 18♂ y 11♀. *Annona globiflora* – Monte Blanco, 05/03/2009 1♂ y 1♀; Blanca Espuma, 13/03/2009 1♂; Tejería, 15/04/2010 4♂ y 1♀. *Annona glabra* – Villa Rica, 17/06/2010 3♂. Colectores: Carlos Patricio Illescas Riquelme, César Ruiz Montiel y Paola Domínguez Espinosa. Nayarit: *Annona muricata* - Altavista, 26/10/2011 18♂ y 14♀ Colector: Carlos Patricio Illescas Riquelme. Colima: *Annona muricata* – Tecomán, 12/01/2012 4♂ y 7♀ Colector: Carlos Patricio Illescas Riquelme. Puebla: *Annona muricata* - Izúcar de Matamoros, 19/01/2012 2♂ Colectó: Carlos Patricio Illescas Riquelme.

Biología y hábitos: Adultos diurnos muy dinámicos. Las hembras ovipositan directamente sobre frutos aparentemente sanos, o en áreas dañadas por otros insectos. Las larvas barrenan el interior de los frutos al alimentarse de la pulpa.

Hospedantes: *A. muricata*, *A. reticulata*, *A. cherimola*, *A. diversifolia*, *A. squamosa*, *A. glabra* y *A. globiflora*

Distribución: Veracruz, Puebla, Nayarit y Colima.

***Neosilba glaberrima* (Wiedemann)**

(Figura 1C y 1D)

Material examinado: Veracruz: *Annona muricata* – Tejería, 10/11/2008, 3♂ y 1♀; *Annona reticulata* – Tejería, 15/04/2010, 12♂ y 4♀; Llano Grande, 15/04/2010, 6♂ y 8♀, *Annona squamosa* – La Bandera 25/11/2009 3♂ y 7♀; *Annona cherimola* – Coyopolan 22/10/2009 3♂ y 1♀. Colectores: Carlos Patricio Illescas Riquelme, César Ruiz Montiel y Paola Domínguez Espinosa.

Hospedantes: *A. muricata*, *A. reticulata* y *A. squamosa*

Biología y hábitos: Adultos diurnos muy dinámicos. Las hembras ovipositan directamente sobre frutos aparentemente sanos, o en áreas dañadas por otros insectos. Las larvas barrenan el interior de los frutos al alimentarse de la pulpa.

Distribución: Veracruz.

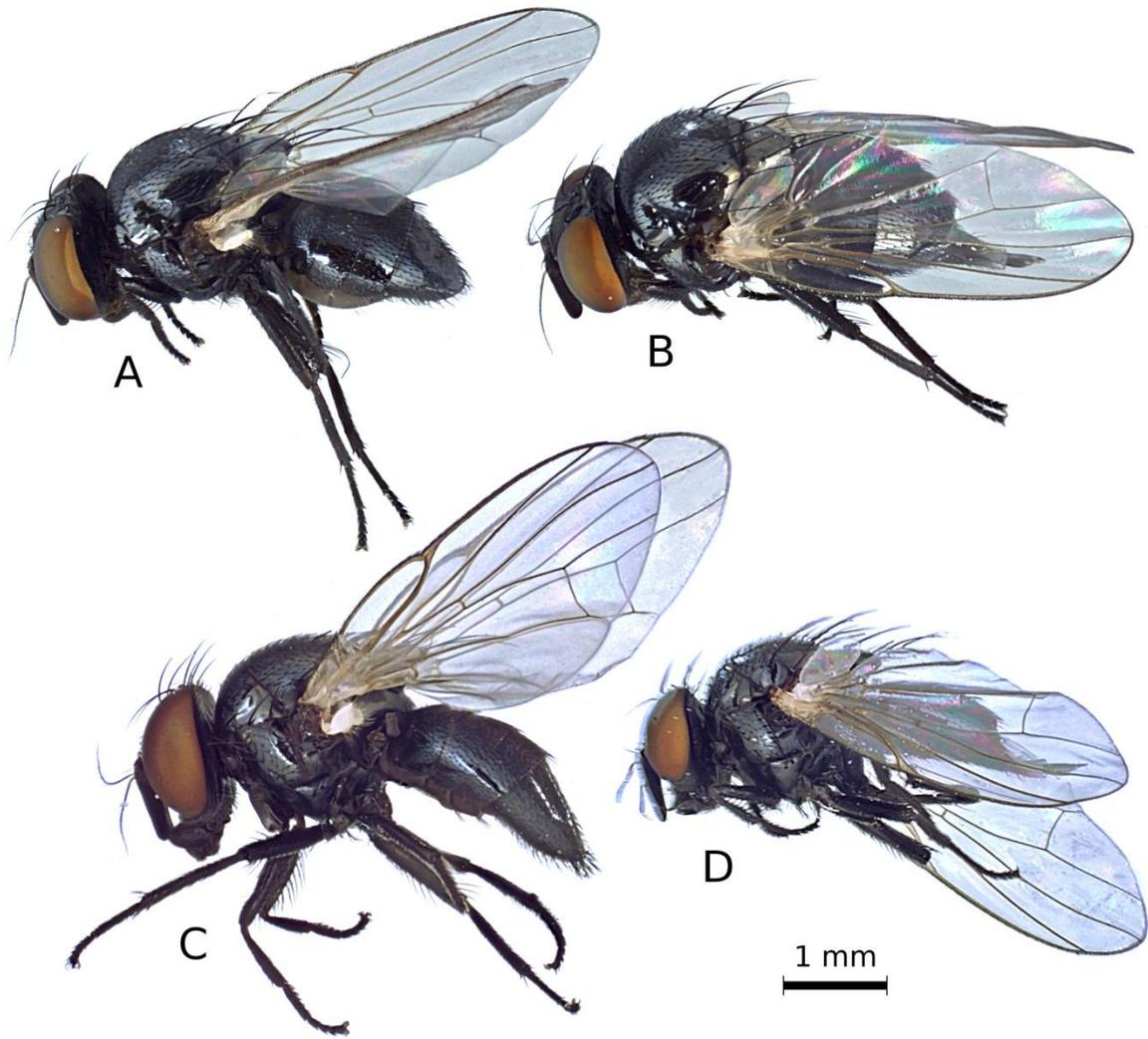


Figura 1. Moscas Lonchaeidae asociadas a *Annona* sp. A, macho de *Neosilba batesi*; B, hembra de *N. batesi*; C, macho de *Neosilba glaberrima*; D, hembra de *N. glaberrima*.

2.3.2.- Identificación taxonómica de los adultos de *Neosilba batesi* y *Neosilba glaberrima*

Cabeza. Dos pares de cerdas ocelares verticales internas y externas; lúnula larga, expuesta y setulosa. Arista plumosa (Figura 2).

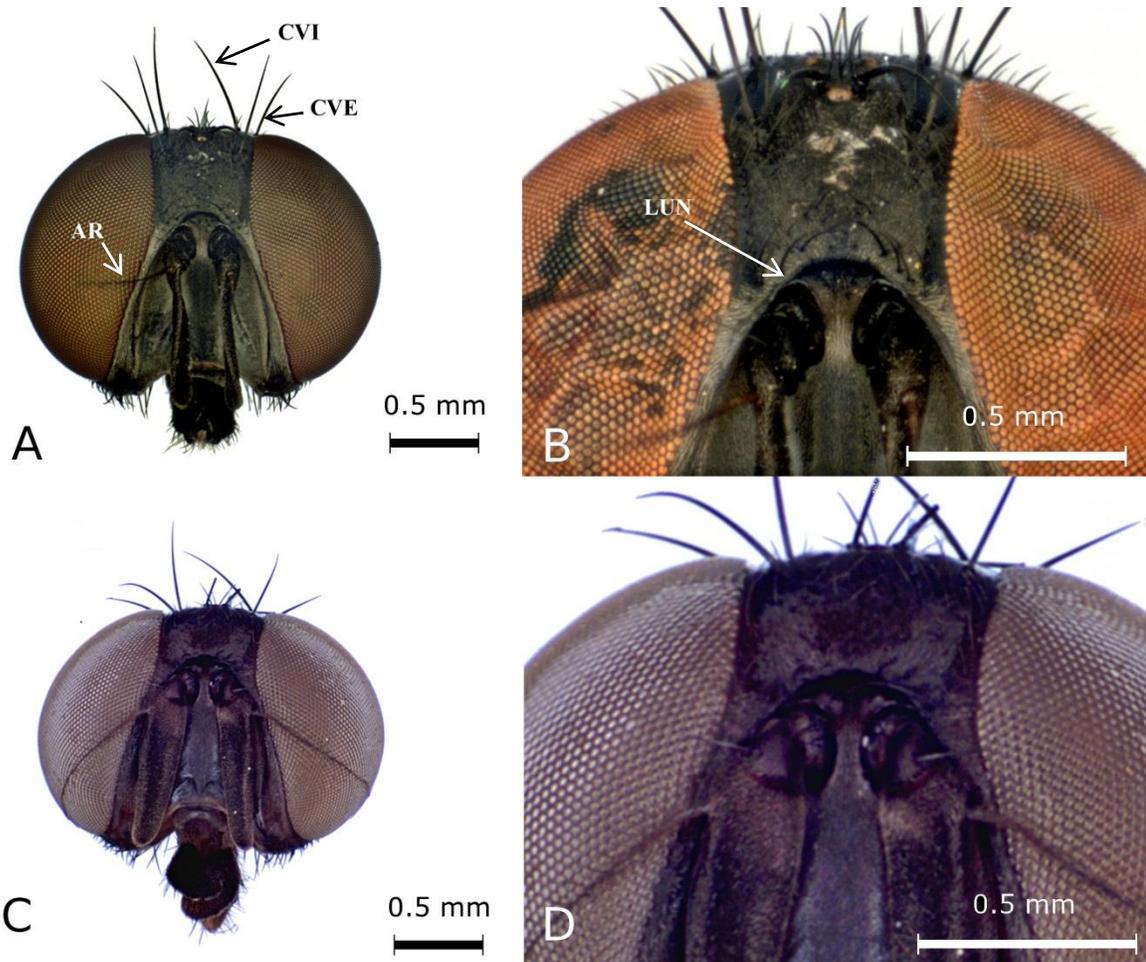


Figura 2. Quototaxia de cabeza de *Neosilba batesi* y *Neosilba glaberrima*. A-B, cabeza de *Neosilba batesi*; C-D, cabeza de *Neosilba glaberrima*. Abreviaciones: AR= arista, CVE= cerda vertical externa, CVI= cerda vertical interna, LUN= lúnula.

Tórax. Scutum negro con tonos brillantes; sétulas, sedas y cerdas bastante densas y fuertes. Scutellum con cuatro cerdas marginales (un par anterior y un par posterior) con el margen descubierto próximo a la cerda scutellar basal (Figuras 3A y 3B). Catepisternón con un par de cerdas.

Abdomen. Ancho y aplanado con siete pares de espiráculos en la membrana adyacente respecto a los terguitos y escleritos. *Neosilba glaberrima* con agrupaciones de setas gruesas en el ápice del abdomen, algo divididas por una línea media (Figura 3D). *Neosilba batesi* sólo presenta finas sedas marginales en el ápice (Figura 3C)

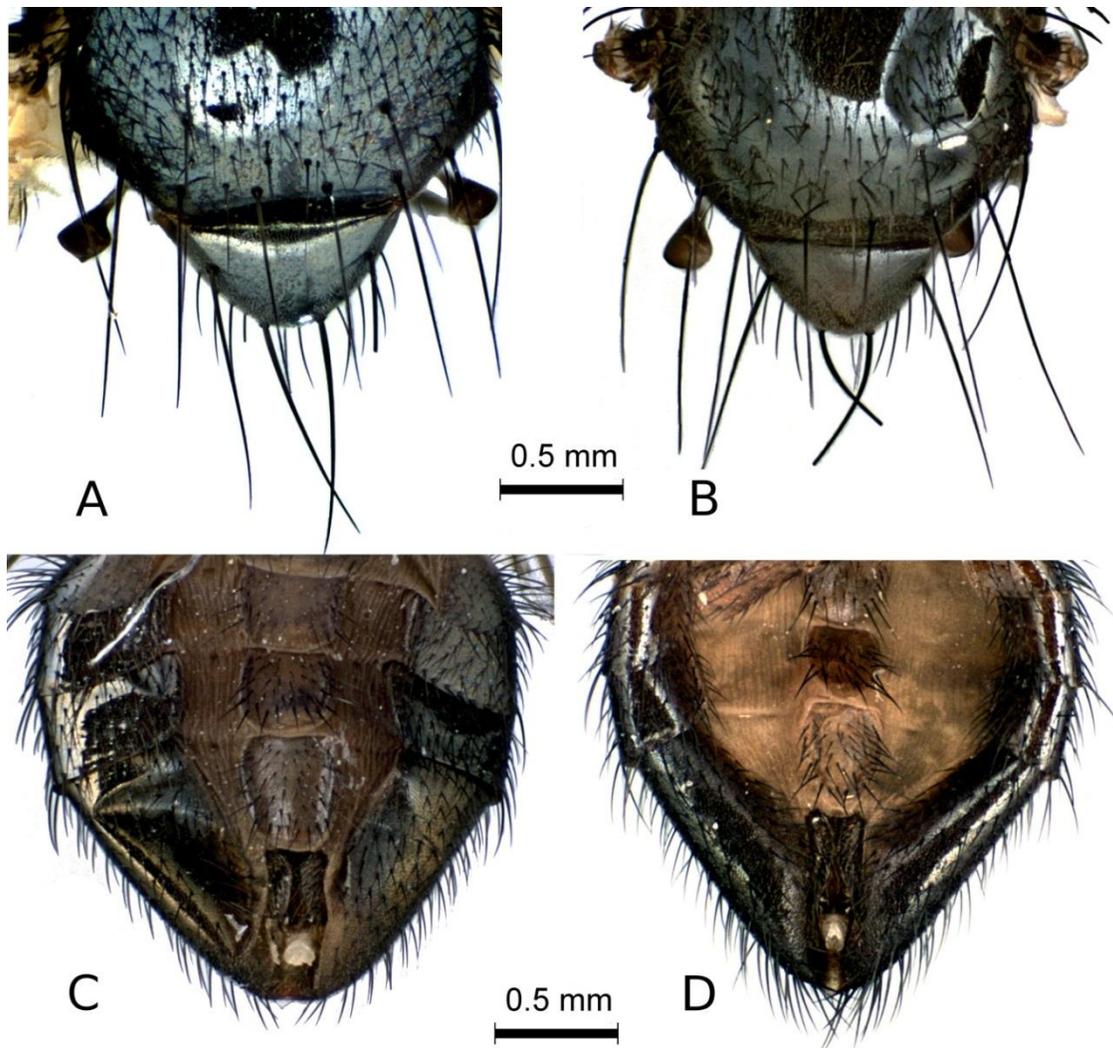


Figura 3. Quetotaxia de tórax y abdomen de machos de *Neosilba*. A, vista dorsal de tórax de *N. batesi*; B, vista dorsal de tórax de *N. glaberrima*; C, vista ventral de abdomen de *N. batesi*; D, vista ventral de abdomen de *N. glaberrima*.

Alas. Transparentes, vena C extendida hasta vena M; vena Sc completa e independiente de vena R1; sección del pterostigma (entre las inserciones de Sc y R1) larga; celdas mb y md separadas; celda cup presente; vena A1+ CuA2 continua al margen del ala, difuminada en su parte media y distal (Figura 4). Caliptra superior bien desarrollada con pequeños flecos blancuecinos en el margen. Halterios totalmente negros (Figura 3A y 3B).

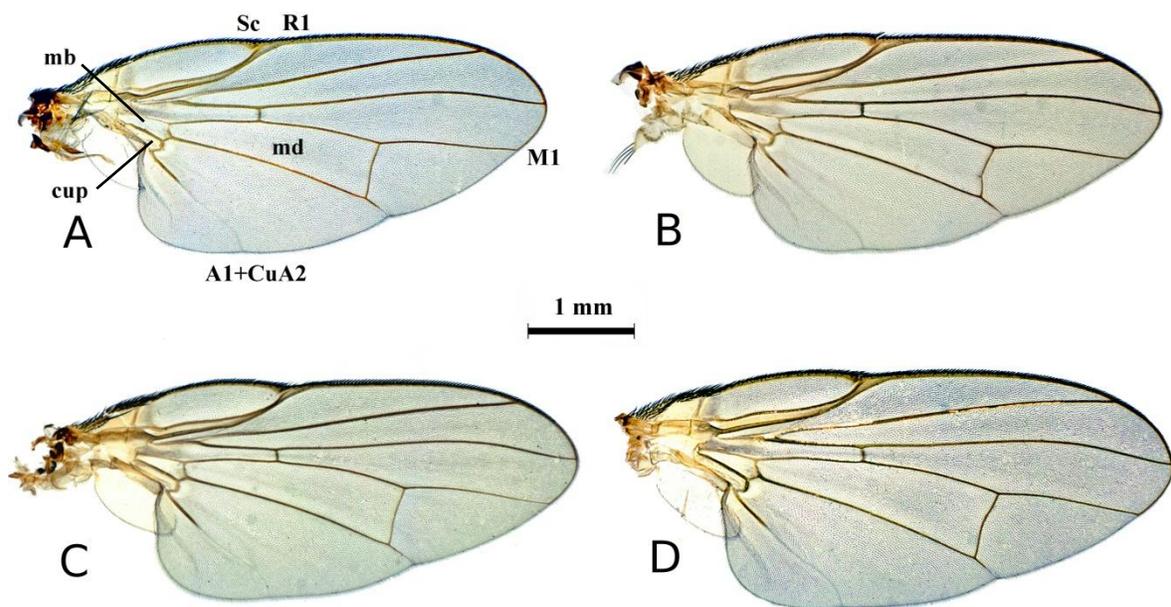


Figura 4. Alas de *Neosilba batesi* y *Neosilba glaberrima*. A, ala de macho de *Neosilba batesi*; B, ala de hembra de *Neosilba batesi*; C, ala de macho de *Neosilba glaberrima*; D, ala de hembra *Neosilba glaberrima*. Abreviaciones; A1: anal 1, CuA2: cubital anal 2, cup: cubital posterior, mb: medial basal md: medial discal M1: media 1 R1: radial Sc: Subcosta

Genitalia del macho. Edeago con un par de “espinas” en la sección basal más gruesa (Figura 5). *Neosilba batesi* con parámetros constituidos por dos lóbulos alargados, más delgado el medio que el lateral (Figura 5A). Parámetros de *N. glaberrima* con un lóbulo medio alargado en forma de cuchilla y un lóbulo lateral inferior en forma de hombro (Figura 5C). Apodema eyaculador moderadamente largo, en *N. batesi* en forma de gancho (Figura 5F) y en *N. glaberrima* con la parte apical recta (Figura 5E).

Hembra. Tergito y esternito VII fusionados; segmento VIII alargado formando el cuerpo principal del oviscapto; cerco corto y con cerdas en el ápice; tres espermatecas presentes, ovaladas y aplanadas (Figura 6A). Oviscapto de *N. batesi* con segmento apical fuertemente unido a la punta redondeada (Figura 6B). En *N. glaberrima* oviscapto delgado con parte apical larga y angosta, suavemente unida a la punta redondeada (Figura 6C).

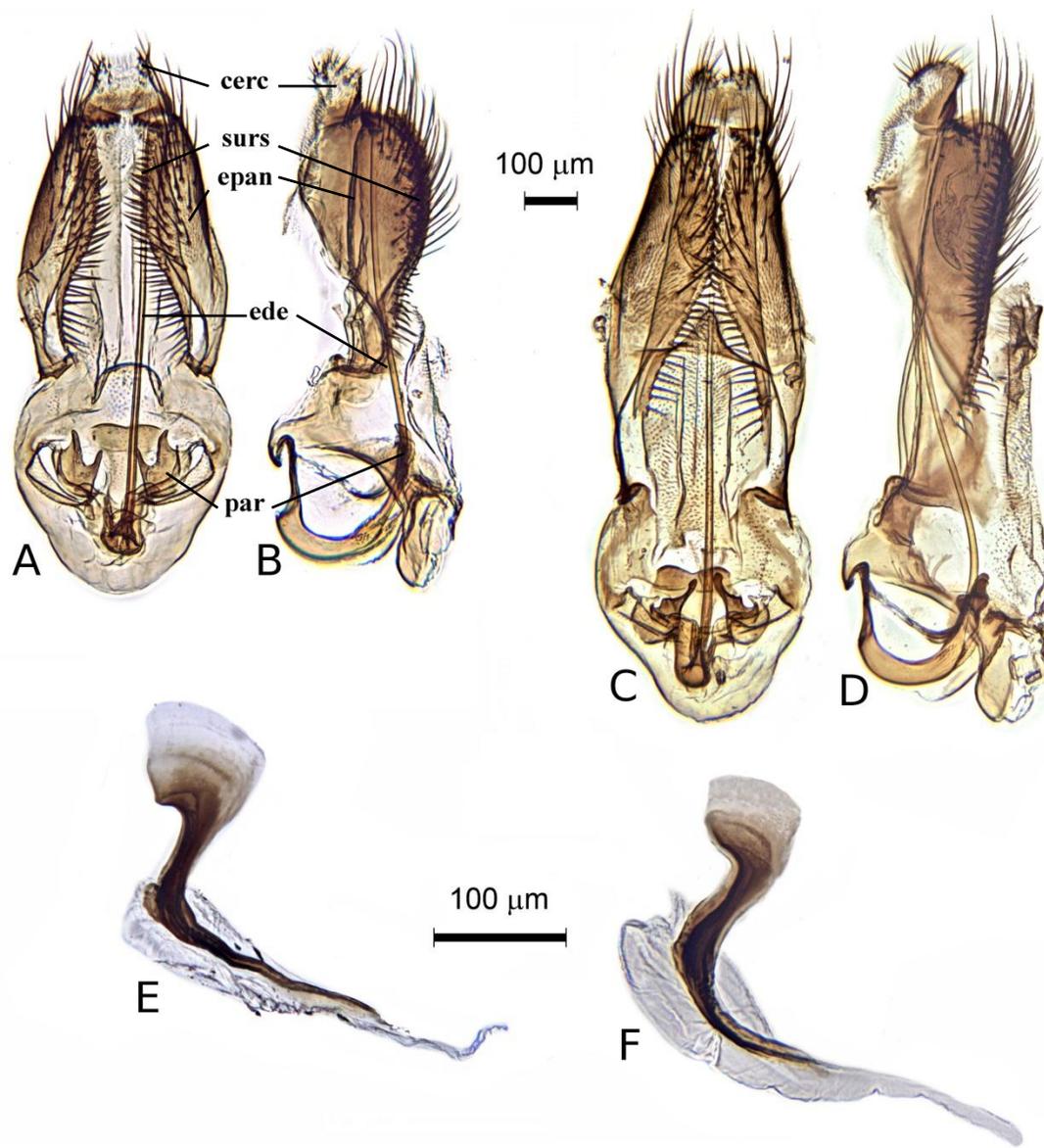


Figura 5. Genitalia masculina de *Neosilba batesi* y *N. glaberrima*. A – B, vista ventral y lateral de terminalia de *N. batesi*; C – D, vista ventral y lateral de terminalia de *N. glaberrima*; E, apodema eyaculador de *N. glaberrima*; F, apodema eyaculador de *N. batesi*. Abreviaciones, cerc: cercos, ede: edeago, epan: epandrio, par: parameros, surs: surstylus.

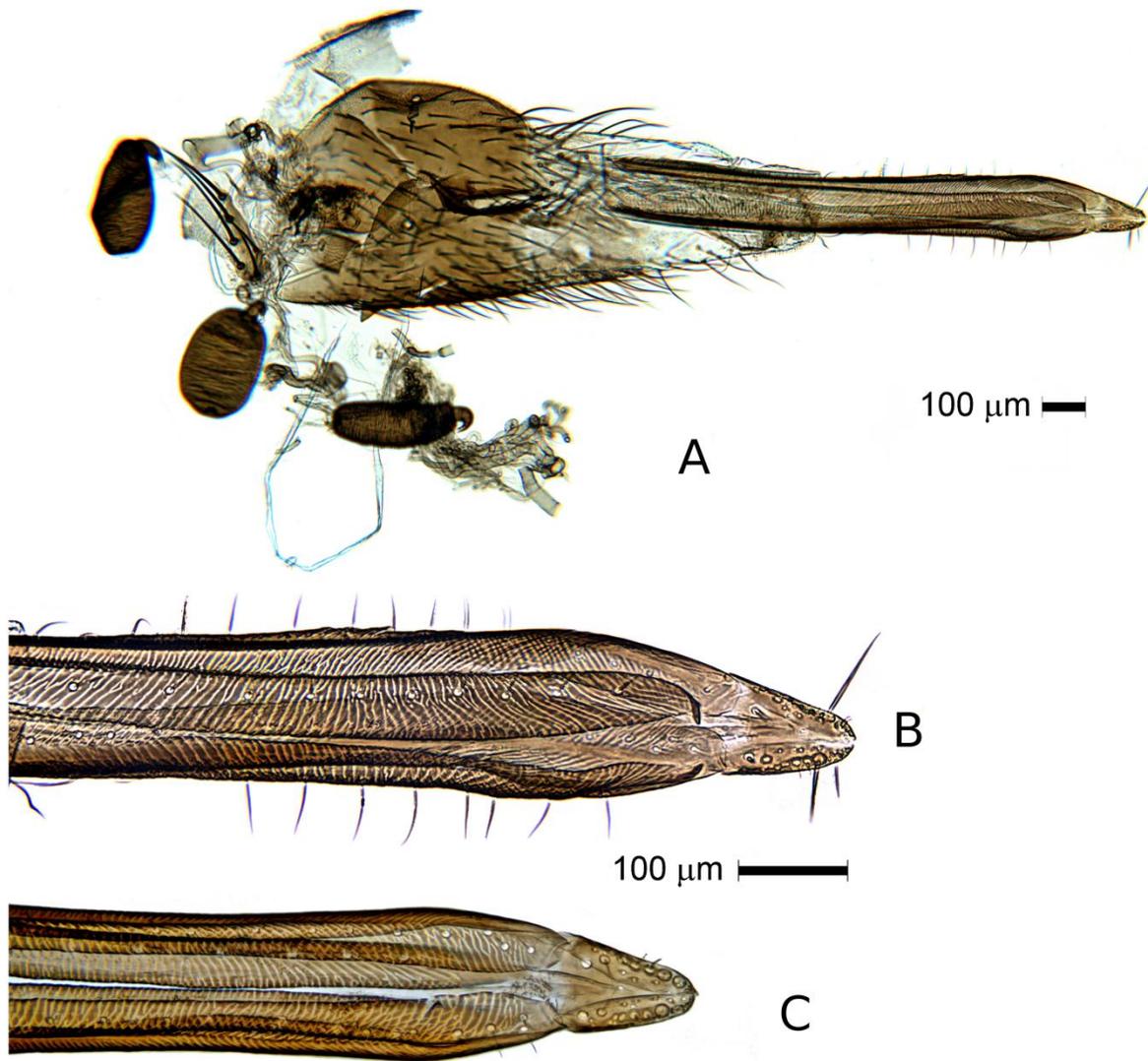


Figura 6. Oviscaptos de *Neosilba batesi* y *Neosilba glaberrima*. A, oviscapto de *Neosilba batesi* con espermatecas; B, vista lateral de oviscapto de *N. batesi*; C, vista lateral de oviscapto de *N. glaberrima*.

2.4.- Discusión

Se asocia por primera vez a dos especies de Lonchaeidae en frutos de *Annona* spp. en México, éstas son: *Neosilba batesi* Curran y *N. glaberrima* Wiedemann. Este género se encuentra ampliamente distribuido en varios países del continente americano y restringido casi en su totalidad a la región neotropical (McAlpine y Steyskal, 1982).

Estos lonquéidos fueron reportados anteriormente en México por McAlpine y Steyskal (1982) alimentándose de diversas familias de frutales, principalmente como plaga secundaria. En este estudio se encontró que *N. batesi* se asocia a frutos de Anonáceas de las especies *Annona muricata*, *A. reticulata*, *A. cherimola*, *A. diversifolia*, *A. squamosa*, *A. glabra* y *A. globiflora*. En Brasil, *N. glaberrima* es reportada alimentándose de *Annona crassiflora* (Uchôa y Nicácio, 2010) y *A. muricata* (Strikis *et al.*, 2011). De acuerdo con el presente estudio su, incidencia sobre *A. muricata*, *A. reticulata* y *A. squamosa* es también un nuevo registro en México.

Neosilba batesi fue la especie más abundante y con mayor distribución en la zonas de muestreo; en cambio *N. glaberrima* sólo se encontró en el estado de Veracruz y con un rango menor de especies de hospedantes de *Annona*, aunque se puede esperar que esté presente en los demás estados, ya que como mencionan McAlpine y Steyskal (1982), Uchôa y Nicácio (2010) y Strikis *et al.*, (2011), *N. glaberrima* es una de las especies más polífagas y con mayor distribución en las regiones neotropicales. Por lo tanto, su baja presencia en los muestreos posiblemente se debe a que prefiere otros tipos de frutos antes que a las anonas, o posee un amplio rango de hospederos.

Varias especies de *Neosilba*, incluyendo a *N. batesi* y *N. glaberrima*, se han reportado como invasores secundarios principalmente asociados a los orificios de oviposición de tefrítidos (Korytkoiosky y Ojeda, 1971; McAlpine y Steyskal, 1982; Ahlmark y Steck, 1997). En el presente estudio, si bien *A. muricata*, *A. cherimola* y *A. reticulata* son mencionadas como hospedantes de *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) en México (Aluja, 1993), no se encontró incidencia de tefrítidos en ninguna de las siete especies de *Annona* muestreadas, aunque en las zonas de colecta, Hernández-Ortiz (1992) reporta la presencia de *A. ludens* entre otras del mismo género.

Otros insectos asociados a frutos de *Annona* que emergieron de las muestras del presente trabajo fueron los barrenadores *Cerconota annonella* Sepp (Lepidoptera: Oecophoridae), *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae), *Optatus palmaris* Pascoe (Coleoptera: Curculionidae) y *Talponia batesi* Heinrich (Lepidoptera: Tortricidae), este último únicamente en *A. cherimola*. Las cuatro especies causan severos daños en la epidermis de los frutos dejando la pulpa expuesta por lo que es probable que las neosilbas puedan aprovechar los daños para ovipositar, como lo indican McAlpine y Steyskal (1982). De acuerdo con lo observado, las oviposiciones se llevaron a cabo directamente sobre la epidermis de frutos sin daño aparente, lo anterior es soportado debido a que en varias ocasiones sólo emergieron neosilbas de las muestras confinadas en los contenedores y nos lleva a concluir que *N. batesi* y *N. glaberrima* pueden actuar como invasores primarios al ovipositar y desarrollarse en frutos de *Annona* sin daño o infestación previa de otros insectos, lo cual concuerda con estudios recientes sobre algunas especies de *Neosilba* en Sudamérica, que fueron las únicas que infestaron frutos de las familias Annonaceae,

Convolvulaceae, Ebenaceae, Loganiaceae, Passifloraceae, Rubiaceae y Rutaceae (Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003; Aguiar-Menezes *et al.*, 2007; Uchôa y Nicácio, 2010).

Ambas especies son muy similares en su morfología, pero de acuerdo con McAlpine y Steyskal (1982), la característica externa con la que se pueden diferenciar son las agrupaciones de setas gruesas en el ápice del abdomen de machos de *N. glaberrima*, las cuales están ausentes en *N. batesi*. Estos mismos autores señalan que las especies sólo pueden ser separadas con seguridad por medio de la extracción y análisis de la genitalia masculina. La presencia o ausencia de las protuberancias en forma de dientes en la base del edeago y la forma de los parámetros son las características más determinantes.

No existen claves taxonómicas para identificar especies de hembras de *Neosilba*, aunque se pueden apreciar algunas características propias de cada especie. Para este caso sobresale que *N. batesi* posee un ovipositor más largo, ancho y esclerosado que *N. glaberrima*. McAlpine y Steyskal (1982) reportaron estas mismas características en los ovipositores de ambas especies de *Neosilba*.

La información obtenida a través de este estudio es una aportación al conocimiento de los lonquéidos presentes en México, como parte de la biodiversidad que existe en los agroecosistemas y que a su vez sirve para conocer la distribución de aquellas especies que en otros países tienen importancia agrícola y económica.

CAPÍTULO III

COMPARACIÓN DE CARACTÉRES MORFOLÓGICOS DE ESTADOS INMADUROS DE *Neosilba batesi* CURRAN Y *Anastrepha ludens* LOEW: UNA GUÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN

3.1.- Introducción

Según Uchôa (2012) las moscas de la fruta pertenecen a las familias Tephritidae y Lonchaeidae, estas causan daños económicos relevantes afectando la producción y el mercado de frutas y vegetales alrededor del mundo.

Los tefritidos frugívoros destacan en importancia económica debido a su potencial para convertirse en plagas en diferentes agroecosistemas, por las restricciones cuarentenarias internas que se establecen para evitar su dispersión y por las regulaciones cuarentenarias que los países importadores imponen a las frutas de países con MF o bien forzando al productor a llevar a cabo costosos tratamientos de desinfestación (White y Elson-Harris, 1992).

En el Continente Americano destaca el género *Anastrepha* Schiner que comprende a las especies nativas de mayor relevancia (Steyskal, 1977). En México las especies de este género de mayor impacto económico e interés cuarentenario son la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens*, la mosca de la ciruela o jobo *A. obliqua* Macquart, la mosca de los

zapotes *A. serpentina* Wiedemann y la mosca de la guayaba *A. striata* Schiner (Hernández-Ortiz, 1992; Aluja, 1993).

En 1993, Aluja reportó para México que la guanábana (*Annona muricata*), chirimoya (*A. cherimola*) y anona redecilla (*A. reticulata*) pueden ser parasitadas en casos muy raros por *A. ludens*. Esto provocó que la Norma Oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995, que establece la campaña nacional contra la mosca de la fruta, considere a estas especies de anonas como hospedantes de *A. ludens* y la NOM-075-FITO-1997, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos hospederos de mosca de la fruta, incluya igualmente a estas especies, como frutos de cuarentena absoluta, definiéndolos como “frutos altamente susceptibles de ser infestados por moscas de la fruta (refiriéndose a Tephritidae), para los cuales no existe ningún tratamiento fitosanitario, por lo que representan un alto riesgo de disseminación de la plaga”. Debido a esto, la comercialización de anonas se ve restringida hacia zonas libres y de baja prevalencia de moscas de la fruta, limitándolas principalmente al mercado regional y descartando la posibilidad de exportación como frutos en fresco.

De la familia Lonchaeidae por el contrario, muy poco se sabe sobre su diversidad y relación con sus hospederos en México. McAlpine y Steyskal (1982) mencionan especies de *Neosilba* asociadas a frutales con infestación previa de tefrítidos, lo que seguramente les ha restado importancia. Incluso Aluja *et al.*, (2004) reporta a *Neosilba batesi* como un degradador de frutos en suelo de aguacate criollo y cultivar fuerte (*Persea americana* Mill.) en huertos de Michoacán.

En el capítulo anterior se mencionó que en todos los muestreos de frutos de anona que se realizaron no se encontró incidencia de tefrítidos en ninguna de las especies recolectadas. Esto es soportado por Jiménez (2003) que no encontró incidencia natural de *Anastrepha* spp. sobre guanábana en Nayarit, únicamente descubrió porcentajes bajos de incidencia de *A. ludens* bajo el método de infestación forzada, por lo que concluyó que la movilización de frutos hacia zonas de libre o baja prevalencia de moscas de la fruta es factible mientras se aplique un sistema de mitigación de riesgos.

El objetivo de este trabajo fue contribuir a una certera identificación de los estados inmaduros de Tephritoidea asociados a frutos de *Annona*, ya que como mencionan Frías *et al.*, (2006) los estados inmaduros, especialmente las larvas, son los principales responsables de la mayoría de los rechazos de fruto cuando son detectadas en los sitios de inspección, puntos de entrada o en el lugar de destino.

Por lo tanto, se requiere una buena identificación de estados inmaduros tanto para evitar problemas de mercado, como para optimizar las técnicas de control y evaluación de riesgos.

3.2.- Materiales y métodos

3.2.1.- Colecta de frutos

Este estudio se realizó a partir de tres colectas de frutos de guanábana en diferentes zonas de México: el 22/02/2011 en La Esperanza, Veracruz (19°28'17.9"N, 96°33'56.7"O – 173 msnm), el 26/10/2011 en Altavista, Nayarit (21°05'51" N, 105°10'15'O' - 150 msnm) y el 19/01/2012 en Tecomán, Colima (18°53'28.05"N, 103°51'16.71"O - 30 msnm). Las

colectas de La Esperanza y Altavista se hicieron en plantaciones comerciales de guanábana y en Tecomán en árboles de guanábana ubicados en lindero. Se seleccionaron frutos de manera aleatoria en diferentes estados de maduración descartando frutos recién formados, caídos y petrificados.

El material vegetal colectado se trasladó al Laboratorio de Entomología, Edificio de Fitosanidad en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Los frutos de guanábana se conservaron en contenedores de plástico cubiertos con tela de organza y se confinaron en una cámara de cría a 25 °C, con fotofase de 12 h.

3.2.2.- Obtención de larvas de *Neosilba batesi* y *Anastrepha ludens*.

Al emerger las larvas de *Neosilba* (L3) de los frutos de guanábana, se tomaron cinco individuos de cada colecta de Veracruz y Nayarit, y sólo dos de la colecta de Tecomán, debido a que en esta última zona la incidencia fue muy baja. El resto de las larvas se dejó dentro de los contenedores para que concluyeran su ciclo biológico y obtener los adultos para la identificación de la especie (véase Capítulo 1).

Las larvas de *Anastrepha ludens* (L3) fueron tomadas de la cría del Insectario del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Para su conservación, ambos tipos de larvas fueron sumergidas durante cinco minutos después de la ebullición del agua y posteriormente colocados en alcohol al 70%.

3.2.3.- Estudio morfológico

Para realizar el análisis morfológico y comparativo de las dos especies de tefritoideos se tomaron imágenes de las características taxonómicas clave de cada familia, basándose en los esquemas, imágenes y nomenclatura de Morge (1963), Teskey (1981), McAlpine (1987), White y Elson-Harris (1992), Aluja (1993), Frías *et al.*, (2006) y Borkent y Rotheray (2009).

Para la captura de imágenes de la morfología externa, se colocaron la larva y pupa sobre un portaobjetos enfocando las principales características. Para ilustrar el esqueleto cefalofaríngeo, se separó el primer tercio anterior del resto del cuerpo de la larva y se sumergió en KOH al 10% para macerar el tejido. Posteriormente se limpiaron los restos de cutícula y se sumergió en xilol durante 15 min para después montarlo en un portaobjetos con bálsamo de Canadá y efectuar la toma de la imagen.

Las fotografías se obtuvieron con un microscopio Tessoovar de Carl Zeiss Alemania y en un Fotomicroscopio III de Carl Zeiss Alemania, ambos con una cámara digital PAXcam 3 (Paxcam, USA). Las mediciones se realizaron con el analizador de imágenes Image Tool (Wilcox *et al.*, 2002).

3.3.- Resultados

3.3.1.- Comparación de larva y pupa de *Neosilba batesi* y *Anastrepha ludens*

Las larvas de ambas especies poseen forma muciforme, con un ensanchamiento en la parte caudal que se adelgaza gradualmente hacia la cabeza. Las pupas tienen forma de cápsulas

cilíndricas de 11 segmentos bien distinguidos con variaciones de color entre la misma especie (Figura 7). En la figura 8 se pueden apreciar características particulares de cada especie de tefritoideo.

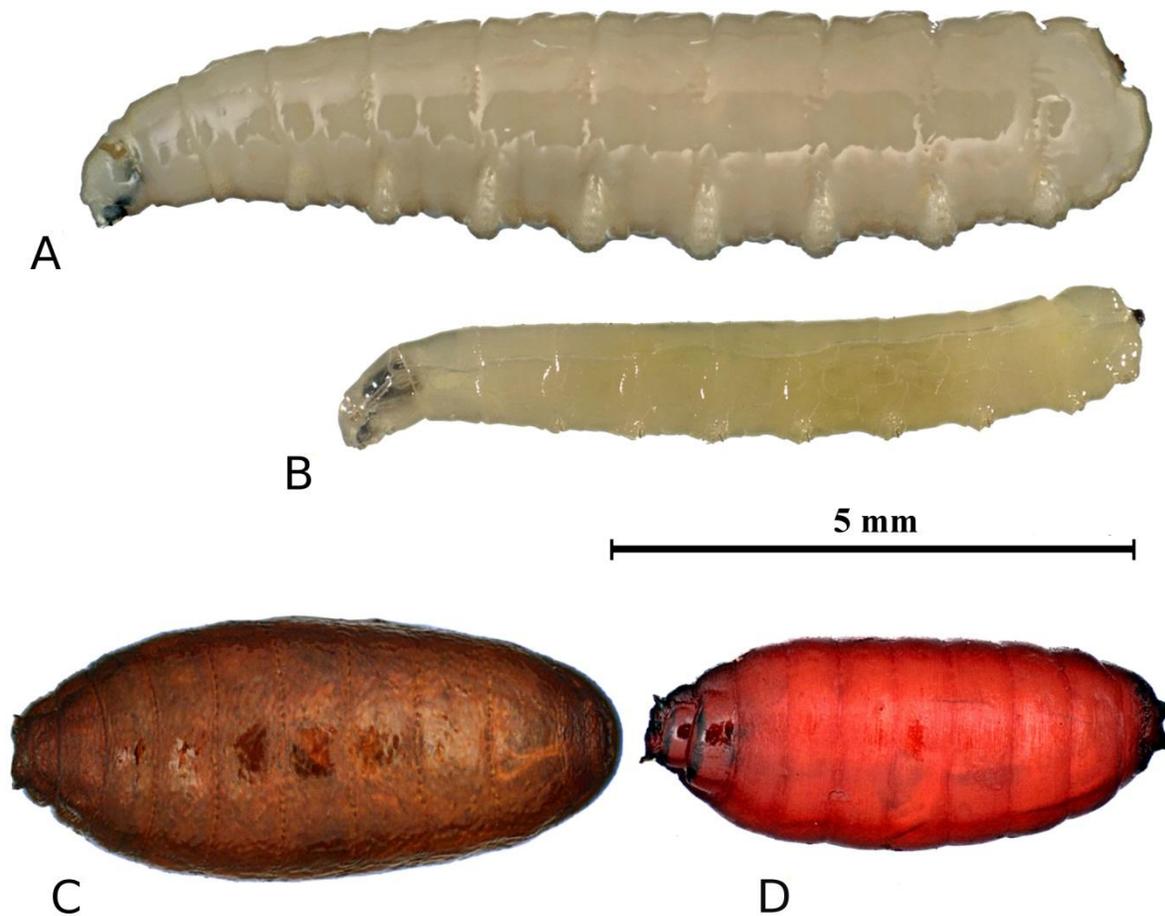


Figura 7. Estados inmaduros de *Anastrepha ludens* y *Neosilba batesi*. A, larva de *A. ludens*; B, larva de *N. batesi*; C, pupa de *A. ludens*; D, pupa de *N. batesi*.

Cuadro 3. Diferencias entre estados inmaduros de *Neosilba batesi* y *Anastrepha ludens*.

<i>Neosilba batesi</i>	<i>Anastrepha ludens</i>
LARVA	
Cuerpo delgado con forma tubular 7.76 mm de largo y 1.10 mm de ancho con crestas ventrales pequeñas (Figura 7B)	Cuerpo voluminoso 10.5 mm de ancho con crestas ventrales protuberantes (Figura 7A)
Espiráculos anteriores palmiformes proyectados hacia el frente y provistos de 10 dígitos (Figura 8A)	Espiráculos anteriores palmiformes, cóncavos en parte central, proyectados hacia el frente y provistos de 17 dígitos (Figura 8B).
Espiráculos posteriores oscuros fuertemente esclerosados y muy sobresalientes con forma de “tocón”. Plato espiracular con aberturas ovales perpendiculares entre sí (Figura 8C).	Espiráculos posteriores claros, moderadamente esclerosados y poco sobresalientes. Plato espiracular con aberturas ovales paralelas entre sí (Figura 8D).
Esqueleto cefalofaríngeo fuertemente esclerosado. Ganchos bucales negros y curvos, dientes preapicales ausentes. Apodema ventral del esclerito mandibular delgado proyectado apicalmente. Apodema dorsal del esclerito mandibular pequeño, delgado y redondeado. Esclerito dental	Esqueleto cefalofaríngeo menos esclerosado que en <i>N. batesi</i> . Ganchos bucales negros y curvos, dientes preapicales ausentes. Apodema ventral del esclerito mandibular delgado proyectado apicalmente. Apodema dorsal del esclerito mandibular pequeño, delgado y proyectado dorsalmente. Esclerito

ausente. Esclerito hipofaríngeal corto y dental ausente. Esclerito hipofaríngeal corto delgado. Cuerno dorsal triangular (Figura 8E) y ancho. Cuerno dorsal triangular (Figura 8F)

PUPA

Ovalada lisa y segmentada, espiráculos posteriores fuertemente esclerosados y sobresalientes (Figura 7D). Ovalada lisa y segmentada, espiráculos posteriores poco evidentes (Figura 7C).

.

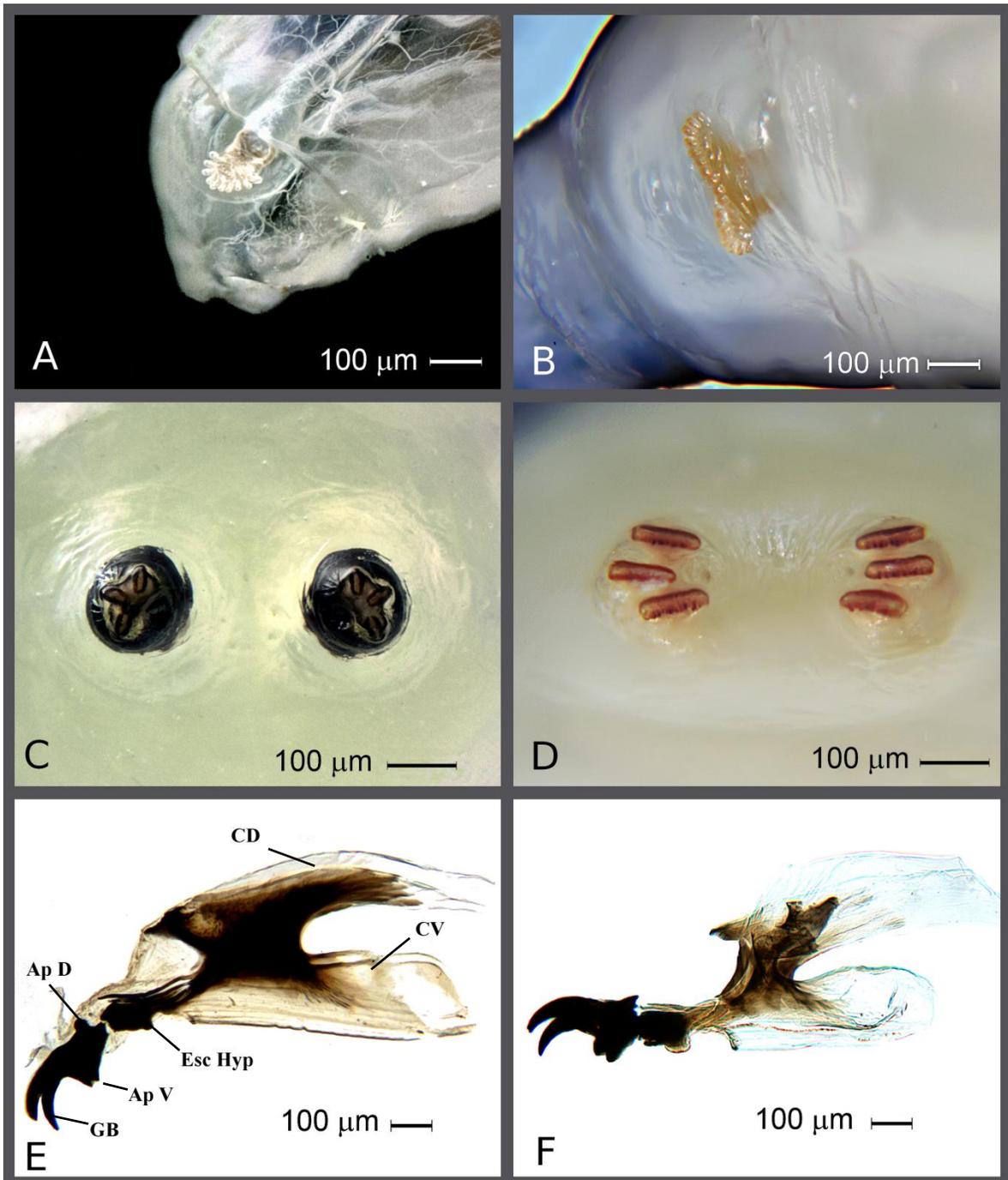


Figura 8. Diferencias entre larvas de tefritoideos. A, espiráculos anteriores de *Neosilba batesi*; B, espiráculos anteriores de *Anastrepha ludens*; C) espiráculos posteriores de *Neosilba batesi*; D, espiráculos posteriores de *Anastrepha ludens*; E, esqueleto cefalofaríngeo de *Neosilba batesi*; F) esqueleto cefalofaríngeo de *Anastrepha ludens*.

Abreviaciones: Ap D: apodema dorsal, Ap V: apodema ventral, CD: cuerno dorsal, CV: cuerno ventral, Esc Hyp: esclerito hipofaringeal, GB: gancho bucal.

Otra característica que diferencia a *N. batesi* de *A. ludens* es un comportamiento de escape al ser expuestas e incomodadas, ya que la primera flexiona su cuerpo en forma de “C” hasta enganchar el último esternito abdominal con sus mandíbulas, posteriormente jalan y sueltan lo que provoca saltos aleatorios a distancias relativamente lejanas en relación a su tamaño.

3.4.- Discusión

Las larvas de Lonchaeidae pueden ser separadas a simple vista incluso de otras familias de Diptera con base en su morfología externa, principalmente por la forma de los espiráculos posteriores, que de acuerdo a Norrbom y Korytkowski (2010) son distintivos de los lonquéidos, lo cual es útil al momento de una inspección fitosanitaria.

Las otras características en conjunto como tamaño, forma de los espiráculos anteriores y posteriores, número de dígitos y forma del esqueleto cefalofaríngeo pueden ser utilizados para la identificación de las especies, lo cual se puede apreciar en las claves de larvas de tercer instar para Tephritidae neotropical de White y Elson-Harris (1992), Aluja (1993) y Frías *et al.*, (2006). En el caso de identificación de larvas de Lonchaeidae del neotrópico, hasta el momento no existe ningún reporte previo, siendo este trabajo el primero en mostrar la descripción de la larva y la pupa de *N. batesi*.

En la comparación de imágenes se puede observar una gran semejanza en el esqueleto cefalofaríngeo de ambas especies. Las larvas, además de derivar de una misma superfamilia, son de origen neotropical y hábitos polífagos, incluso con capacidad de alimentarse de frutos de especies introducidas en América como naranja y mango (McAlpine y Steyskal, 1982; Hernández-Ortiz, 1992). Estas similitudes en los hábitos de alimentación posiblemente influyeron en la morfología de dicha estructura.

4.- LITERATURA CITADA

Aguiar-Menezes, E. L., R. J. Nascimento and E. B. Menezes. 2004. Diversity of fly species (Diptera: Tephritoidea) from *Passiflora* spp. and their hymenopterous parasitoids in two municipalities of the southeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 33: 113-116.

Aguiar-Menezes, E. L., S. A. S. Souza, C. M. A. Santos, A. L. S. Resende, P. C. Strikis, J. R. Costa e M. S. F. Ricci. 2007. Susceptibilidade de seis cultivares de café arábica às Moscas-das-Frutas (Diptera: Tephritoidea) em Sistema Orgânico com e sem Arborização em Valença, RJ. *Neotrop. Entomol.* 35: 268-273.

Agustín, J. A. 1997. Advances in research on genetics resources of cherimoya (*Annona cherimola*) in Michoacan state, Mexico. *Acta Horticulturae* 497:189-193.

Ahlmark, K. and G. J. Steck. 1997. A new U.S. record for a secondary fruit infester *Neosilba batesi* (Curran) (Diptera: Lonchaeidae). *Insecta Mundi* 11: 116.

- Aluja, M. 1993. Manejo Integrado de Moscas de la Fruta. Edit. Trillas. México D. F. 251 p.
- Aluja, M. and R. Mangan 2008. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: Critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annu. Rev. Entomol.* 53:473-502.
- Aluja, M., F. Díaz-Fleischer and J. Arredondo. 2004. Non host status of commercial *Persea Americana* “Hass” to *Anastrepha ludens*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha serpentina* and *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae) in México. *Journal Econ. Entomol.* 97(2): 293-309.
- Araújo, E. L. and R. A. Zucchi. 2002. Hospedeiros e níveis de infestacao de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na regio de Mossoró/Assur, RN. *Arq. Inst. Biol.* 69: 91-94.
- Borkent, A. and G. Rotheray 2009. Key to Diptera Families – Larvae. *In*: Brown B. V., A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley and M. A. Zumbado (eds.). *Manual of Central American Diptera*. NRC Research Press, Ottawa Canada. pp: 157-191.
- Braga-Filho, J. R., V. R. S. Veloso, R. V. Naves, J. L. Nascimento e L. J. Chaves. 2007. Danos causados por insetos em frutos e sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart., 1841) no Cerrado de Goiás. *Biosci. J., Uberlandia* 23: 21-28.

- Caballero, J. 1992. Mayan homegardens: past, present and future. *Etnoecológica* 1: 35-54.
- Cañizares, A.J. 1996. Las Frutas Anonáceas. Edición FrutiCuba/66. La Habana, Cuba. 63 p.
- Castañeda, A. 2000. Insectos Barrenadores de Anonáceas. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México. 42 p.
- Castañeda-Vildózola, A., C. Nava-Díaz, L. M. Hernández-Fuentes. J. Valdez-Carrasco and B. Colunga-Treviño. 2009. New host record and geographical distribution of *Optatus palmaris* Pascoe 1889 (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico. *Acta Zool. Mex.* 25(3): 663-666.
- Castañeda-Vildózola, A., C. Nava-Díaz, M. Duarte, O. Franco-Mora and L. M. Hernández-Fuentes. 2011. New host plant records for *Oenomaus ortygnus* (Cramer) (Lepidoptera: Lycaenidae) in México. *Neotrop. Entomol.* 40(4): 512-514
- Castañeda, A., P. Castillo, J. G. Cruz y G. Zapata. 1998. Control de *Talponia batesi* Heinrich en frutos de chirimoya mediante embolsado e insecticidas. *In: Memoria, Fundación Sánchez Colín, CICTAMEX S.C. December 1998, Estado de México. Fundación Sánchez Colín, Coatepec Harinas, Estado de México. pp: 90-95.*
- Coto, D. and J. L. Saunders. 2001. Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 61: 60-68.

- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York. 1262 p.
- Evangelista, S., J. G. Cruz, S. Pérez, E. Mercado y G. Dávila. 2003. Producción y calidad de guanábanos (*Annona muricata* L.) provenientes de semilla de Jiutepec, Morelos, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 9(1): 69-79.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2006. Fichas Técnicas, Guanábana (*Annona muricata*): http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/GUANABANA.HTM#a2 (Consultado en junio, 2012).
- Ferrar, P. 1987. A Guide to Breeding Habits of Immature Stages of Diptera Cyclorrhapha. Scandinavian Science Press, Leiden. 478 p.
- Frías, D., D. Selivon and V. Hernández-Ortiz. 2008. Taxonomy of immature stages: new morphological characters for Tephritidae larvae identification. *In*: Sugayama, R. L., R. A. Zucchi, S. M. Ovruski and J. Sivinski (eds.). Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge. Proc. 7th Int. Symp. Fruit Fly of Econ. Importance, Salvador Brazil. pp: 29-44.
- Garcia, F. R. M. and A. L. Norrbom. 2011. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plants hosts from the State of Santa Catarina in Southern Brazil. Florida Entomologist 94(2): 151-157.

- Hernández-Fuentes, L. M., M. A. Urias-López y N. Bautista-Martínez. 2010. Biología y hábitos del barrenador de la semilla *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae). *Neotrop. Entomol.* 39(4): 527-534.
- Hernández-Ortiz, V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae) Taxonomía, Distribución y sus Plantas Huéspedes. Instituto de Ecología, Soc. Mex. Ent. Xalapa, Ver. México. 162 p.
- Hulme, M. A. 1990. Field assessment of predation by *Lonchaea corticis* (Diptera: Lonchaeidae) on *Pissodes strobe* (Coleoptera: Curculionidae). *Environ. Entomol.* 19: 54-58.
- Jiménez, M. E. 2003. Situación de la guanábana como huésped de *Anastrepha* spp. en Nayarit. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 35 p.
- Kelly, L. M. 2000. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 31. Annonaceae Juss. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 5 p.
- Korneyeb, V. A. 2000. Phylogenetic relationships among the families of the superfamily Tephritoidea. *In:* Aluja M. and A. L. Norrbom (eds.) *Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. CRC Press. pp: 3-22.

- Korytkoiosky, C. A. and D. Ojeda P. 1971 Revisión de las especies de la familia Lonchaeidae en el Perú (Diptera: Acalyptratae). Rev. Per. Entom. 14(1): 87-116.
- Legaspi, G. 2006. Manual de producción y comercialización de tuna. Secretaria de Desarrollo Agropecuario. Zacatecas. 15 p.
- Lourencao, A. L., J. O. Lorenzi e G. M. B. Ambrosano. 1996. Comportamento de clones de mandioca em relacao a infestacao por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell) (Diptera: Lonchaeidae). *Sciencia Agricola* 53: 304-308.
- McAlpine, J. F. 1987. Lonchaeidae. *In*: McAlpine J. F., B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockerothm and D. M. Wood (eds.). *Manual of Nearctic Diptera* Volume 2. Res. Branch Agric. Can. Monogr. No. 28. Ottawa, Ontario pp: 791-797.
- McAlpine, J. F. and G. C. Steyskal 1982. A revision of *Neosilba* McAlpine whit a key to the world genera of Lonchaeidae (Diptera). *Canadian Entomol.* 114: 105-137.
- McAlpine, J. F. 1981. Key to families-adults. *In*: McAlpine J. F., B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth and D, M. Wood (eds.). *Manual of Nearctic Diptera* Volume 1. Research Branch Agriculture Canada Monograph No. 27. Ottawa, Ontario. pp: 89-124.

- McAlpine, J. F., B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth and D. M. Wood. 1981. Introduction. *In*: McAlpine J. F., B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth and D. M. Wood (eds.). Manual of Nearctic Diptera Volume 1. Research Branch Agriculture Canada Monograph No. 27. Ottawa, Ontario. pp: 1-7.
- Morge, G. 1963. Die Lonchaeidae und Pallopteridae Osterreichs und der angrenzenden Gebiete 1. Teil. Die Lonchaeidae. Naturk. Jb. Stadt Linz. 9: 123-312.
- Nava-Díaz, C., S. Osada-Kawasoe, G. Rendón-Sánchez y V. Ayala-Escobar. 2000. Organismos asociados a chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en Michoacán, México. *Agrociencia* 34: 217-226.
- Nadel, H. and J. E. Peña. 1991. Host of *Bephratelloides cubensis* (Hymenoptera: Eurytomidae) in Florida. *Fla. Entomol.* 74: 476-479.
- Nakasone, H. Y. and R. E. Paull. 1998. Tropical Fruits. CAB International. New York. NY. 445 p.
- Norrbom, A. L. and C. A. Korytkowski. 2010. Lonchaeidae (Lance Flies). *In*: Brown B. V., A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley and M. A. Zumbado (eds.). Manual of Central American Diptera. NRC Research Press, Ottawa Canada. pp: 857-863.

- Norrbom, A. L. and J. F. McAlpine. 1997. A revision of the neotropical species of *Dasiops* Rondani (Diptera: Lonchaeidae) attacking *Passiflora* (Passifloraceae). Mem. Entomol. Soc. Wash. 18: 189-211.
- Ochse, J. J., M. J. Soule, M. J. Dijkman y C. Wehlburg. 1974. Otros cultivos frutales. In: Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Editorial Limusa, México. pp: 587- 818.
- Palacios R., M. I. y G. G. V. Cano. 1997. La comercialización de anonáceas en México. In: Memorias del Congreso Internacional de Anonáceas. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México, México. pp: 68-91
- Partridge, L. and M. Farquhar. 1981. Sexual activity reduces lifespan of male fruitflies. Nature 294: 580–582.
- Peña, J. E. and F. D. Bennett. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the Neotropics. Fla. Entomol. 78(2): 329-349.
- Peña, J. E., H. Glenn and R. M. Baranowski. 1984. Important insect pest of *Annona* sp. in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 97:337-340.
- Peña, J. E., H. Nadel, M. Barbosa-Pereira and D. Smith. 2002. Pollinators and pest for *Annona* species. In: Peña J. E. L., J. L. Sharp and M. Wysoki (eds.). Tropical Fruit

- Pests and Pollinators: Biology, Economic, Natural Enemies and Control. CABI International Publishing. pp: 197-221.
- Pinto, A. C. de Q. 2005. Taxonomy and botany. *In*: Williams J. T., R. W. Smith, A. Hughes, N. Haq and C. R. Clement (eds.) *Annona Species*. International Centre for Underutilised Crops. University of Southampton, Southampton, UK. pp: 3-16.
- Popenoe, W. 1970. The cherimoya. *California Avocado Society Yearbook*. 54: 133-139.
- Raga, A., D. A. O. Prestes, M. F. Souza-Filho, M. E. Sato, R. C. Siloto, J. A. Guimarães and R. A. Zucchi. 2005. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the State of Sao Paulo, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 33: 85-89.
- Sanewski, G. 1991. *Custard Apples, Cultivation and Crop Protection*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, Australia, 103 p.
- Service, P.M. 1993. Laboratory evolution of longevity and reproductive fitness components in male fruit flies: mating ability. *Evolution* 47: 387–399.
- Silva, E. L., C. de Carvalho, R. do Nascimento, A. Mendoca, C. da Silva, G. Goncalves, M. do Rosário and A. Sant´Ana 2006. Reproductive behavior of *Cerconota anonella*. *Ethology*. Blackwell Verlag, Berlin. pp: 971-976.

- Sivinski, J. 2000. Phylogenetic relationships among the families of the superfamily Tephritoidea. *In*: Aluja M. and A. L. Norrbom (eds.) Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior. CRC Press. pp: 23-37.
- Steyskal, G. C. 1977. Pictorial Key to Species of the Genus *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). Entomological Society of Washington, Washington D. C. 35 p.
- Steyskal, G. C. 1980. Two-winged flies of the genus *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) attacking flowers or fruit of species of *Passiflora* (Passion fruit, granadilla, curuba, etc.). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 82(2): 166-170.
- Strikis, P. C. and A. P. Prado. 2005. A new species of genus *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae). *Zootaxa.* 828: 1-5.
- Strikis, P. C. and A. P. Prado. 2006. *Neosilba* (Tephritoidea: Lonchaeidae) species reared from coffee in Brazil, with description of a new species. *In*: Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Fruit Flies of Economic Importance: from Basic to Applied Knowledge. Salvador, Brazil. pp: 187-193.
- Strikis, P. C. and M. L. M. Lerena. 2009. A new species of *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae) from Brazil. *Iheringa, Série Zool.* 99: 273-275.

- Strikis, P. C., E. G. De Deus, R. A. Silva, J. D. B. Pereira, C. R. Jesus e A. L. Massaro-Júnior. 2011. Conhecimento sobre Lonchaeidae na Amazônia brasileira. *In*: Silva R. A., W. P. Lemos e R. A. Zucchi (eds.). Moscas-das-Frutas na Amazônia Brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais. Embrapa. Macapa. pp: 206-215.
- Teskey H. J. 1981. Morphology and terminology – Larvae. *In*: McAlpine J. F., B. V. Peterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockerothm and D, M. Wood (eds.). Manual of Nearctic Diptera. Res. Branch Agric. Can. Monogr. No. 27. pp: 65-88.
- Uchôa-Fernandes, M. A. and R. A. Zucchi. 1999. Metodología de colecta de Tephritidae e Lonchaeidae frugívoros (Diptera: Tephritoidea) y sus parasitoides (Hymenoptera). *An. Soc. Entomol. Bras.* 28(4): 601-610.
- Uchôa-Fernandes, M. A., I. Oliveira, R. M. S. Molina and R. A. Zucchi. 2003. Biodiversity of frugivoros flies (Diptera: Tephritoidea) captures in citrus groves, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 32(2): 239-246.
- Uchôa, M. A. 2012. Fruit flies (Diptera: Tephritoidea): biology, host plants, natural enemies and the implications to their natural control. *In*: Larramendy M. L. and S. Soloneski (eds.). Integrated Pest Management and Pest Control – Current and Future Tactics. In Tech. pp: 271-300.

- Uchôa, M. A. and J. Nicácio. 2010. New records of neotropical fruit flies (Tephritidae), lance flies (Lonchaeidae) (Diptera: Tephritoidea), and their host plants in the South Pantanal and adjacent areas, Brazil. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 103(5): 723-733.
- Uchôa, M. A., I. Oliveira, R.M.S. Molina and R. A. Zucchi. 2002. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the cerrado of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Netrop. Entomol.* 31(4): 515-524.
- Vidal H., L. 1994. Importancia y distribución de las anonáceas en México. *In: Memoria del VII Curso de Actualización Frutícola “La fruticultura y sus perspectivas para el siglo XXI”.* Fundación Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México. pp: 80-101.
- Vidal, L. y D. Nieto. 1997. Diagnóstico técnico y comercial de la guanábana en México. pp. 1-18. *Memorias del Congreso Internacional de Anonáceas.* Chapingo México.
- Villanueva-Arce, R., M. J. Yañez-Morales y A. M. Hernández-Anguiano. 2008. Especies de *Colletotrichum* en chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) *Agrociencia* 42(6): 689-701.
- White, I. M and M. M. Elson-Harris. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics.* CAB International. Wallingford, U.K. 601 p.

Wray, G. A. 2007. The evolutionary significance of cis-regulatory mutations. *Nature* 8: 206-216.

Wilcox, C. D., S. B. Dove, W. D. McDavid and D. B. Greer. 2002. Image tool for Windows Ver. 3.0. The University of Texas, Health Science Center, Department of Dental Diagnostic Science, San Antonio, Texas, USA.

Wyckhuys, K., C. Korytkowski, J. Martínez, B. Herrera, M. Rojas and J. Ocampo. 2012. Species composition and seasonal occurrence of Diptera associated with passionfruit crops in Colombia. *Crop Protection* 32: 90-98.