



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

Trabajo de graduación

**Hymenoptera Parasitoides asociados a *Anastrepha*  
*spp* (Díptera: Tephritidae) en frutales de San  
Francisco Libre y El Jicaral, Nicaragua**

AUTOR

Ing. Andrés Lenin Salmerón Delgado

ASESOR

Dr. Freddy Miranda

Managua, junio del 2016

## INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
AGRADECIMIENTO	i
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE FIGURAS	iii-iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi-vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. OBJETIVOS.....	5
2.1 General .....	5
2.2 Específicos .....	5
III. MATERIALES Y METODOS.....	6
3.1 Fase de campo.....	6
3.1.1 Recolección y acondicionamiento de frutos en el campo.....	7
3.1.2 Recolección y acondicionamiento de muestras de suelo.....	7
3.2 Fase de laboratorio .....	7
3.2.1 Corte, disección, y acondicionamiento de muestras de frutos .....	8
3.2.2 Tamizado de muestras de suelo y recolección de puparios.....	8
3.2.3 Revisión y recolección de puparios de Tephritidae en muestras de frutos. ....	9
3.2.4 Identificación de adultos de moscas y parasitoides.....	9
3.3. Análisis de datos .....	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	11
4.1 Especies <i>Anastrepha</i> y su planta hospedante entre marzo a noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.....	11

<b>4.2. Identificación de Hymenóptera parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Ashmead) y su hospedero en frutales de San Francisco Libre y El Jicaral.</b> .....	18
<b>4.2.1 <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Ashmead)</b> .....	18
<b>4.3 Descripción y comparación morfológica de puparios de <i>Anastrepha obliqua</i> Macquart.</b> .....	20
<b>4.4 Identificación de Moscas de la fruta del género <i>Anastrepha</i> en frutales de San Francisco Libre y El Jicaral entre marzo a noviembre 2014.</b> .....	22
<b>4.4.1 <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart)</b> .....	22
<b>4.4.2 <i>Anastrepha striata</i> (Schiner)</b> .....	23
<b>4.4.3 <i>Anastrepha alveata</i> (Stone):</b> .....	24
<b>4.4.4 <i>Anastrepha distincta</i> (Greene)</b> .....	25
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	27
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	28
<b>VII.LITERATURA CITADA</b> .....	29
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	32

## **AGRADECIMIENTO**

Damos gracias a Dios por que nos ha provisto de fuerza, sabiduría e inteligencia, virtudes que nos encaminaron a finalizar el presente trabajo.

Agradecemos a la Ing. Fanny Gutiérrez y a la Ing. María Pedrina por ayudarnos a identificar cuatro especies de *Anastrepha* y una especie de parasitoide.

A la empresa ENIMPORT/PROVISAVE por sufragar los gastos administrativo y logísticos de alimentación y hospedaje durante el periodo de estudio.

A los coordinadores de la maestría en sanidad vegetal MAESAVE de la Universidad Nacional Agraria UNA, especialmente al Dr. PhD Edgardo Jiménez, por implantarnos mucho positivismo durante todo el periodo de estudio.

A todos los profesores de la UNA por guiarnos en la ruta de la investigación, fortaleciéndonos con el remanente de sus conocimientos, de manera especial al Dr. Freddy Miranda quien fue el asesor del presente trabajo.

A los coordinadores del programa área libre de moscas de la fruta, Alba Jiménez y Josué Saldaña por invitarnos a participar de la Maestría en Sanidad Vegetal. Al equipo de trabajadores a jornal del mismo programa especialmente a Reinaldo Padilla y Lester Benavides por apoyarnos en la toma de muestras y su acondicionamiento para trasladarlas al laboratorio.

Agradecemos a todos los colegas que concursaron esta maestría, ya que juntos nos alentamos en cada momento con motivo de asirnos de la esperanza en el galardón hasta obtener el título de master en Sanidad Vegetal.

Agradecemos al Dr. Gary Steck, Dr. Allen Norrbom, Erick Rodríguez, y Pablo Montoya quienes nos indicaron más específicamente y proveyeron artículos fundamentales para sustentar el presente estudio.

**Andrés Lenin Salmerón Delgado**

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Especies de <i>Anastrepha</i> (Tephritidae) y su frutal hospedante, de marzo a noviembre 2014, en los municipios de San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	12
2	Análisis de las muestras con frutos de jocote ( <i>Spondias spp</i> ) recolectadas durante marzo – noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	16
3	Análisis de las muestras con frutos de jocote jobo ( <i>Spondias mombins</i> ) recolectadas durante marzo – noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	16
4	Análisis de las muestras con frutos de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) recolectadas durante marzo – noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	16

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Abundancia poblacional de <i>Anastrepha obliqua</i> , <i>A. striata</i> , <i>A. alveata</i> , <i>A. distincta</i> , de marzo a noviembre 2014 en <i>Spondias spp</i> , <i>Spondias mombins</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Ximenia americana</i> y <i>Psidium guajava</i> en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	13
2	Fluctuación mensual de la temperatura mínima y máxima entre marzo y noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.	14
3	Fluctuación mensual de la precipitación (mm) entre marzo y noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.	14
4	Fluctuación mensual de <i>Anastrepha obliqua</i> y <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , en <i>Spondias spp</i> (Jocote) de marzo y noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.	15
5	Fluctuación mensual de <i>Anastrepha obliqua</i> y <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , en <i>Spondias mombins</i> (Jocote jobo) de marzo y noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.	16
6	Hembra <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	19
7	Ala anterior derecha de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	19
8	Ala posterior derecha de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .	19
9	Puparios de <i>Anastrepha obliqua</i> Macquart	20

10	Vista frontal de espiráculo posterior en la región caudal de pupario de <i>Anastrepha obliqua</i> Macquart.	21
11	Vista frotal de espiráculo posterior de pupario de <i>Anastrepha obliqua</i> : (2), y placa espiracular (b) propuesta por (Nacimiento <i>et al</i> , 2005).	21
12	<i>Hembra Anastrepha oblicua</i> (Macquart).	23
13	<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart).A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Punta del aculeus.	23
14	<i>Hembra Anastrepha striata</i> Shiner	24
15	<i>Anastrepha striata</i> Schiner. A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Ovipositor.	24
16	<i>Hembra Anastrepha alveata</i> Stone.	25
17	<i>Anastrepha alveata</i> Stone. A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Ovipositor.	25
18	<i>Hembra Anastrepha distincta</i> Greene.	26
19	<i>Anastrepha distincta</i> (Greene). A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Ovipositor.	26

## INDICE DE ANEXO

ANEXO		PAGINA
1	Distribución de Rutas de trampeo en el área libre, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	32
2	Sitios muestreados entre marzo y noviembre 2014, en frutales de San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	33
3	Recolecta y selección de frutos, entre marzo a noviembre 2016, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.	34
4	Rotulación de muestras de frutos.	34
5	Recolecta de puparios en el suelo.	35
6	Identificación y diagnóstico de parasitoides y moscas de la fruta, laboratorio CENAPROVE (Centro Nacional de Protección Vegetal) del IPSA (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria).	35
7	Ciclo biológico clásico de <i>Anastrepha spp.</i>	36
8	Etiqueta de uso para el registro del origen y procedencia de muestras de frutos recolectados en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua, de marzo a noviembre 2014.	37
9	Etiqueta de uso para el registro del origen y procedencia de muestras de suelo recolectadas en 20 sitios en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua, de marzo a noviembre 2014.	37

## RESUMEN

Para identificar los Hymenoptera parasitoides que atacan a moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Schiner) y establecer la asociación de estos y sus hospedantes en condiciones naturales, se recolectaron durante nueve meses frutos silvestres y cultivados de seis familias de plantas, en frutales de los municipios de San Francisco Libre y El Jicaral, Nicaragua. Además, se registró el parasitismo natural. Se recolectaron 1837 frutos (64.18 kg) equivalente a 352 muestras, de las cuales el 44.3 % estuvo infestada. Con el interés de ampliar la búsqueda de parasitoides, en los sitios donde se obtuvieron frutos infestados, se recolectaron 20 muestras de suelo (12 kg) para buscar parasitoides de pupa. De estas muestras se obtuvieron 32 puparios de Tephritidae, de las cuales emergieron 15 adultos de una sola especie, *Anastrepha obliqua*, no se observaron parasitoides en puparios recolectados en muestras de suelo. De las muestras de frutos se obtuvieron 925 puparios, de los cuales emergieron 393 adultos de *Anastrepha* y 50 especímenes de parasitoides. Se identificó solamente una especie de parasitoide: *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera), parasitoide de larva-pupa, perteneciente a la familia Braconidae, sub familia Opiinae. Fueron identificadas cuatro especies de moscas de la fruta (Diptera) Tephritidae, del género *Anastrepha*, de las cuales, *A. obliqua* (Macquart) fue la especie predominante, con una abundancia relativa de 83.2% (327 adultos), *A. alveata* Stone con 9.92% (39 adultos), *A. striata* Shiner en 1.52% (6 adultos) y *A. distincta* Greene con 5.34% (21 adultos). Se observó que *A. obliqua* (Macquart) criada de una sola familia (Anacardiaceae) de plantas fue parasitada, indicando el único hospedero de *D. longicaudata*, en frutos de jocote (*Spondias spp*) y jocote jobo (*Spondias mombin*). Con el registro de 50 individuos de *D. longicaudata* (Ashmead) criados de *A. obliqua*, se provee el primer dato documentado de hospedero en Nicaragua, para este Hymenoptera parasitoide. Los frutales infestados corresponden a: *Mangifera indica*, *Spondias spp* y *Spondias mombin* (Anacardiaceae), *Psidium guajava* (Myrtaceae), *Ximenia americana* (Olacaceae), proveyéndose el primer registro documentado de infestación natural en frutales de San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua. El porcentaje de parasitismo varió entre 7 y 35.7%, en la segunda quincena de Junio y primera quincena de Noviembre 2014.

**Palabras clave:** *Anastrepha obliqua*, *A. striata*, *A. distincta*, *A. alveata*, *Diachasmimorpha longicaudata*.

## ABSTRACT

To identify the parasitoids that attack fruit flies *Anastrepha* (Schiner) and establish the association of these and their hosts under natural conditions were collected for nine months wild fruits and cultivated six families of plants, fruit municipalities San Francisco Libre and El Jicaral, Nicaragua. In addition, natural parasitism was recorded. 1837 fruits (63.18 kg) equivalent to 352 samples, of which 44.3% was the infested were collected. In the interest of expanding the search for Hymenopteras parasitoids, in places where infested fruit were obtained, 20 soil samples (12 kg) were collected to search pupal parasitoids. Of these samples were obtained 32 pupae, of which 15 adults emerged from a single species, *Anastrepha obliqua* not pupal parasitoids were observed. Of samples collected 925 fruits pupae were obtained, from which emerged adults of *Anastrepha* 393 and 50 specimens of parasitoids. We identified only one species of parasitoid: *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), parasitoid larva, belonging to the Braconidae family, sub Opiinae family. They were identified four species of fruit flies of the family Tephritidae *Anastrepha*, of which, *A. obliqua* (Macquart) was the predominant species, accounting for 83.2% of adults of *Anastrepha* that emerged from samples of fruits, *A. alveata* (Stone) with 9.92%, *A. striata* (Shiner) at 1.52% and *A. distincta* (Green) in a 5.34%. It was observed that *A. obliqua* (Macquart) single-family maid plant was parasitized, indicating the only host of *D. longicaudata* in jocote fruits (*Spondias spp*) and jocote Jobo (*Spondias mombin* L). With the registration of 50 individuals of *D. longicaudata* (Ashmead) *A. oblique* servants, the first documented data host in Nicaragua, for this parasitoid Hymenoptera it is provided. Of sampled fruit corresponding to *Mangifera indica*, *Spondias spp* and *Spondias mombin* of the Anacardiaceae family emerged the largest number (273 adults) of *A. Oblique* provyéndose the first documented record of these natural infestation in fruit, found in San Francisco Libre and El Jicaral as potential hosts of this Tephritido. The percentage of parasitism ranged from 7 to 35.7% between the second half of June and first half of November 2014. Through this result, we determine that *D. longicaudata* could be an effective biocontrol agent of fruit flies in the singular, for *A. obliqua* in the Anacardiaceae fruit, jocote (*Spondias spp*) and jocote jobo family (*Spondias mombins*) because of their search behavior and scope of relationship with their hosts.

Keywords: *Anastrepha obliqua*, *A. striata*, *A. distincta*, *A. alveata*, *Diachasmimorpha longicaudata*.

## I. INTRODUCCIÓN

Las moscas de la fruta de importancia económica están representadas en Nicaragua por el complejo de moscas de la fruta *Anastrepha* (Schiner) y especialmente mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), por lo cual la exportación de frutas hacia Estados Unidos y Europa, posee un potencial limitado debido a las restricciones cuarentenarias, debiendo cumplir con estrictos controles fitosanitarios y aplicación de tratamientos cuarentenarios, para poder ser exportados (IICA, 2005).

Esta situación es de suma importancia para Nicaragua, particularmente en los municipios de San Francisco Libre, Managua, y El Jicaral, León, ya que la producción de mango (*Mangifera indica*) en el 2014 fue de 4, 456.12 t, y un monto de USD 4, 266742.56 en la venta como fruta fresca en los mercados de Estados Unidos y Europa (Comunicación personal, Arlen Espinoza, 2015).

La exportación de mango en este sector en correspondencia al registro del Centro de Trámites de las Exportaciones (CETREX, 2014) de Nicaragua, representa el 57.87% de las exportaciones autorizadas en 2014 para este producto.

Motivados por esta importancia y con el principal objetivo de fomentar acciones de control y erradicación de *C. capitata* y el complejo de moscas de la fruta *Anastrepha spp*, el IPSA (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria) estableció el 4 de agosto del 2008 el acuerdo ministerial 007-2008 en (LA GACETA, 2008), Establecimiento de Cuarentena Interna para Moscas de la fruta en la Zona norte del Lago Xolotlán, actualmente municipios de San Francisco Libre y El Jicaral, jurisdicción de Managua y León respectivamente.

De igual manera el 20 de mayo (La Gaceta, 2009) el IPSA establece el acuerdo ministerial No 014-2009, Declarada área libre de mosca del mediterráneo *C. capitata* (Wiedemann) en el municipio de San Francisco Libre y El Jicaral, quedando estos bajo control oficial, y estableciendo medidas fitosanitarias que mantengan y preserven el estatus de área libre de *C. capitata*.

En el contexto general, las moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae), según (OIEA, 2005) las son causa de la pérdida directa de muchas frutas y hortalizas frescas, además, pocos insectos tienen un impacto mayor en el comercio mundial de productos agrícolas que la mosca Tephritidae de la fruta.

Pero según (Volosky, 2010) la diversidad de estas moscas exóticas se caracterizan por tener alas manchadas; se alimentan de jugos azucarados, que sacan de los frutos: La hembra posee un ovipositor aguzado con el que atraviesa la cáscara, de la fruta, para depositar los huevos a cierta distancia de la superficie.

También (Hernández *et al.*, 2010) indicaron que las especies relevantes conocidas, que particularmente se consideran en los trópicos americanos por su amplia distribución o por el rango de hospederos en que se alimentan son *A. ludens* (mosca Mexicana de la fruta), *A. obliqua* (Mosca de las Indias Occidentales) *A. fraterculus* (mosca sudamericana de la fruta), *A. suspensa* (mosca del caribe) *A. serpentina* (mosca de las sapotaceas), *A. striata* (mosca de la guayaba), *A. grandis* (mosca del melón).

Sin embargo un estudio de Medianero *et al* (2003) indica que el género *Anastrepha* es de origen Neotropical.

Por tal razón, en el interior de Nicaragua, (IPSA, 2012) reporta que en frutales de *Mangifera indica* (mango), *Spondias spp* (jocote) (Anacardiaceae) y *Psidium guajava* (Myrtaceae) de San Francisco Libre y El Jicaral, se obtubieron cuatro especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha*: *A. obliqua*, *A. striata*, *A. distincta* y *A. alveata*. Además, reporta la identificación de una especie de Hymenoptera parasitoide correspondiente a *Diachasmimorpha longicaudata* (Aschmead), emergieron en frutos de (Anacardiaceae), no obstante, no se reporta su hospedero.

Debido a la presencia de diversos frutales en áreas silvestre y las condiciones de medioambiente, en San Francisco Libre y el Jicaral deben existir especies de Hymenoptera parasitoides que sirven como controladores de las poblaciones de Tephritidae en condiciones naturales.

Los primeros estudios sobre enemigos naturales en Nicaragua datan al año 1959, con el uso de *Trichogramma*, material importado de Estados Unidos, según Cano (1992a), fue en el inicio del algodónero cultivado a gran escala, alcanzando un pico de área de 218, 550 ha en 1978. Además en 1970, se tuvieron las primeras experiencias con liberaciones y reproducciones masivas de *Trichogramma pretiosum*, efectuadas en Chinandega y Managua, como alternativa al uso de insecticidas químicos en Nicaragua.

Otros estudios de Cano y Swezey (1992b), establecidos en tablas de vida de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) Homoptera, de la familia Aleyrodidae, basado en

observaciones de campo, en un huerto de cítricos, en el departamento de León, Nicaragua, indicaron que el endoparásitoide solitario *Encarsia opulenta* Silvestri, Hymenoptera, de la familia Aphelinidae es un factor regulatorio clave de las poblaciones de la mosca prieta de los cítricos.

Otros registros encontrados son los propuestos por (Ovruski *et al.*, 2000) acerca de la diversidad, bioecología, distribución y el estatus taxonómico de las especies de parasitoides asociados moscas de la fruta de la región neotropical, en Latinoamérica y sur de Estados Unidos; estos presentaron resultados para Nicaragua dos familias de Hymenoptera: Braconidos (*D. longicaudata*) y Eulophidae (*Aceratoneuromya indica*).

Además según Sánchez (2009) algunos parasitoides de moscas de la fruta fueron introducidos en algunos países de centro y sur América: *Diachasmimorpha longicaudata* fue introducida de México hacia otros países; en 1958 se envió a Nicaragua para control de *C. capitata* (Mosca del Mediterráneo), y en Argentina se envió para control de esta misma plaga y de *Anastrepha fraterculus*.

También López *et al.*, (1999) en un estudio presentaron el rango de especies de parasitoides asociados a moscas de la fruta, en México, en donde encontraron al parasitoide *D. longicaudata* atacando a cuatro especies: *A. obliqua*, *A. striata*, *A. ludens*, *A. fraterculus*.

Desde 1972, *Diachasmimorpha longicaudata* se estableció en la Florida, Estados Unidos para controlar la mosca de la fruta del Caribe, *Anastrepha suspensa* (Loew), bajando posteriormente en un 40% las poblaciones para éste Tephritidae (Rohrig *et al.*, 2008).

En Panamá según Medianero *et al* (2003) se han estudiado las moscas de la fruta y sus parasitoides, y en Costa Rica (Jirón y Soto, 1987) para solucionar el vacío de información, e incorporarlos dentro de sus planes de manejo, en la lucha contra los tephritidos de la fruta.

No obstante en Nicaragua las moscas de la fruta no han sido estudiadas y sus parasitoides son desconocidos, existiendo una ausencia de información de la asociación con hospederos.

En Nicaragua existe un monitoreo nacional sobre moscas de la fruta y en San Francisco Libre y El Jicaral, se ejecuta el control legal sobre artículos reglamentados (Cuarentena Interna), control etológico (Uso de trampas tipo Mcphail), control químico de origen sintético mezcla de Malathion más proteína hidrolizada, y biológico, este último conocido comercialmente como GF-120 a base de una bacteria (*Saccharopolyspora spinosa*), el control cultural (Muestreo, recolección y destrucción de frutos); sin embargo, estos métodos no han sido lo

suficientemente adecuados para reducir las poblaciones de *Anastrepha spp*, por lo que la búsqueda de parasitoides que puedan ser integrados en el esquema de control del complejo de moscas de la fruta *Anastrepha spp*, es altamente deseable.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 General

Contribuir al conocimiento de enemigos naturales Hymenoptera parasitoides que atacan a *Anastrepha spp* (Díptera: Tephritidae) a fin de establecer la asociación de estos con sus hospedantes en condiciones naturales, en frutales de San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.

### 2.2 Específicos

Determinar los frutales hospedantes y la asociación con *Anastrepha spp*, en San Francisco Libre y El Jicaral.

Identificar las especies de *Anastrepha* y sus niveles de infestación causados en frutales muestreados en San Francisco Libre y El Jicaral.

Registrar la frecuencia poblacional de *Anastrepha* y parasitoides asociados con la precipitación y temperaturas máximas y mínimas.

Identificar las especies de Hymenoptera parasitoides que atacan a *Anastrepha* y la asociación entre parasitoide-planta-mosca en condición natural.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

El área de estudio se ubicó en los municipios de San Francisco Libre y El Jicaral, departamentos de Managua y León, Nicaragua, con coordenadas entre 12° 30' N y 086° 17' W.

El presente trabajo forma parte del programa área libre de moscas de la fruta que durante 8 años se ha desarrollado en la región norte al lago Xolotlán, donde se encuentran los municipios de San Francisco Libre y El Jicaral.

El área de estudio abarca 587 km<sup>2</sup>, el cual se caracteriza por la presencia de bosque secundario y la topografía del suelo presentan elevaciones que van desde 0 a 100 msnm en la zona próxima al lago de Managua, y 200 a 400 msnm en el norte de ambos municipios. Las zonas bajas son de relieve plano a suavemente ondulado (0 – 15 %) característica que ocupan el 60 % de los municipios. En el resto del territorio la pendiente es fuertemente ondulada (30 – 50 %) MTI (2008).

El sector seleccionado para el estudio pertenece a la región de Occidente, según Inifom (2015) en este lugar predomina el clima tropical de sabana, caracterizado por una marcada estación seca de 4 a 6 meses de duración, confinada principalmente de los meses de noviembre a abril. Este clima no permite el mantenimiento de bosques densos, existiendo en cambio amplias llanuras de hierbas. Su clima es caluroso en casi todo el año, con la excepción de los meses de diciembre y enero. Su temperatura media anual varía de 27° C hasta alcanzar los 38° C en los meses de verano. La precipitación media anual es de 1,200 mm.

Los datos meteorológicos (temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa y precipitación) fueron registradas diariamente durante todo el periodo que duró el estudio, obtenidos de la estación meteorológica instalada a 100 msnm, en una plantación de Mango, dentro del área de estudio, en la empresa MANGO S.A

#### **3.1 Fase de campo**

En el campo se seleccionaron los sitios con presencia de frutales observados de marzo a noviembre 2014. Además se tomó como referencia el indicador de capturas de moscas de la fruta de la red de trampas (Tipo Macphail y Jackson) instalada para el monitoreo del complejo mosca de la fruta (*Anastrepha*). Además, se tomaron muestras de suelo con el fin de buscar parasitoides de pupas.

Las actividades para el procesamiento de las muestras de frutos y el tamizado de suelo fueron dirigidas en el siguiente orden: a) recolección y acondicionamiento de frutos en el campo, b) recolecta acondicionamiento de muestras de suelo.

### **3.1.1 Recolección y acondicionamiento de frutos en el campo**

Los frutos se recolectaron cada 7 días en un trayecto de 112 km, siguiendo las rutas de acceso de la red de trampas instaladas (Tipo Mcphail y Jackson) para moscas de la fruta. En los sitios seleccionados se recolectaron muestras de frutos de los frutales observadas de marzo a noviembre 2014, tanto del estrato arbóreo como de los frutos caídos en el suelo.

Las muestras de frutos del árbol fueron colectadas con ayuda de vara extensora (Wolf garten) de 6 m. La selección se realizó *in situ* utilizando un estuche entomológico y se escogieron los frutos infestados por moscas de la fruta.

Para asegurar los frutos recolectados y evitar la fuga de estados inmaduros de Tephritidos, se colocaron dentro de bolsas plásticas lisas y transparentes de material resistente, de medidas ajustables a la muestra colectada. De manera simultánea fueron rotuladas describiendo, sitio y/o procedencia, ubicación geográfica (UTM), planta hospedante, fecha de recolecta, referencia del origen de la muestra (del árbol o del suelo) y número de frutos. Posteriormente fueron trasladadas hacia el laboratorio de moscas de la fruta ALMF, dentro de un termo herméticamente cerrado, a temperatura ambiente.

### **3.1.2 Recolecta acondicionamiento de muestras de suelo**

Con el interés de ampliar la búsqueda de Hymenopteras parasitoides, se recolectaron muestras de suelo en el entorno del radio formado por la sombra de la copa del frutal infestado por mosca de la fruta. En este radio se tomaron las muestras al azar en 5 sitios, en cada sitio se tomaron las muestras de suelo a una profundidad entre 5 a 15 cm, dependiendo del tipo de suelo, lo cual se obtuvo con ayuda de pico y pala de jardín.

Las muestras de suelo fueron embaladas en bolsas plásticas lisa y transparente de material resistente, fueron rotuladas describiendo, sitio y/o procedencia, ubicación geográfica (UTM) del sitio donde se tomaron las muestras de suelo, posteriormente se trasladaron laboratorio de moscas de la fruta ALMF ubicado en el área del estudio.

### **3.2 Fase de laboratorio**

En el laboratorio se realizaron la recepción de muestras provenientes del campo, el procesamiento de los frutos y muestras de suelo para tamizar, el acondicionamiento y registro

del procesamiento de las muestras, y la identificación de adultos de moscas y parasitoides emergidos. Estas actividades se dirigieron en el siguiente orden: a) Corte, disección, y acondicionamiento de frutos, b) Tamizado de muestras de suelo y recolecta de puparios c) Revisión y recolecta de puparios de muestras de frutos d) Identificación de adultos de moscas y parasitoides emergidos, e) Registro de datos del procesamiento de muestras de frutos y de suelo, f) Determinación del parasitismo en condición natural, representado en porcentaje.

### **3.2.1 Corte, disección, y acondicionamiento de muestras de frutos**

En el laboratorio los frutos fueron contados, y se realizó el corte y disección. El número de frutos y peso en kg, se registraron por fecha para determinar los niveles de infestación y el porcentaje de emergencia de moscas de la fruta en *Mangifera indica* L *Spondias spp* y *Spondias mombin* L (Anacardiaceae).

Los frutos infestados se colocaron en tazones plásticos de 15 cm de profundidad y un radio de 30 cm en la parte superior y 25 cm en la inferior, donde se depositó una capa de 5 cm de sustrato de arena natural como medio previamente humedecido con agua esterilizada a 60 °C, para la obtención de puparios.

Los tazones plásticos fueron cubiertos con una tela tipo mosquitero ajustado en la parte superior con una banda elástica para facilitar la aireación interna y evitar la fuga de larvas y adultos de moscas y parasitoides.

Los puparios obtenidos se mantuvieron a temperatura ambiente en el laboratorio ALMF de marzo a noviembre 2014 y fueron regadas diariamente, asperjando agua esterilizada a temperatura ambiente, haciendo uso de atomizador de 500 ml, fabricado en polietileno, con pistola atomizadora de plástico resistente.

La temperatura ambiente y humedad relativa de marzo a noviembre 2014, fue registrada con un termómetro marca Fisher, donde se mantuvieron temperaturas de 33.39 °C promedio por mes y humedad relativa de 69 % promedio por mes.

### **3.2.2 Tamizado de muestras de suelo y recolecta de puparios**

Con el fin de buscar pupas en el suelo, las muestras de suelo recolectado procedentes de sitios infestados por moscas de la fruta, fueron tamizadas con cribas (Zarada) de 30 cm<sup>2</sup>, elaborada de malla plástico resistente con orificios de 3 y 5 mm. Las pupas que se obtuvieron fueron contadas y acondicionadas siguiendo el mismo patrón para las muestras de frutos, hasta la emergencia de adultos de *Anastrepha* (Tephritidae).

### **3.2.3 Revisión y recolecta de puparios de Tephritidae en muestras de frutos.**

Una vez por semana se revisaron las muestras de frutos y se tamizaba la arena para retirar los puparios formados. Luego los puparios obtenidos se contaron y fueron separados por especie y se colocaron nuevamente en sustrato de arena natural humedecido para facilitar la emergencia de adultos de moscas y parasitoides.

Para la identificación de puparios de cada especie se consideró fundamentalmente la caracterización morfológica de la región caudal (Espiráculos posteriores). En el presente trabajo se presentan resultados de la morfología y diagnóstico de la región caudal de pupas de *Anastrepha obliqua*, comparandola con la morfología y diagnóstico de la región caudal propuestas por Nacimiento *et al* (2005), debido a la abundancia relativa (83.2 %), y único hospedero encontrado del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*.

La medición de pupas de *A. obliqua* se realizó a partir de la selección de 100 puparios para calcular la media del largo y ancho.

El número de adultos de *Anastrepha* (Tephritidae) y parasitoides (*D. longicaudata*) fueron retirados una vez que perecieron, y se colocaron en frascos plásticos con tapa de rosca, y fueron conservados en alcohol al 70 %. Se registraron en tablas de Excel para su correspondiente análisis de acuerdo a la sección (3.3).

### **3.2.4 Identificación de adultos de moscas y parasitoides**

Para la identificación de adultos de *Anastrepha spp*, se consideró fundamentalmente, la morfología del patrón alar, el tórax, Subescutelo, medioterguito, la raspa, ovipositor y el aculeus de cada especie.

La diferenciación de los tephritidos identificados fue ilustrada con auxilio de cámara Optika B5 adaptada a microscopio compuesto Optika B190, para los caracteres morfológicos, raspa y aculeus. Un estereoscopio LW Scientific Z – 2 para ilustrar alas, larva, pupa y adulto.

Las especies de *Anastrepha* fueron identificadas con las clave de Korytkowski (2003), Taxonomía y Ecología de Moscas de la Fruta; y las clave de Korytkowski (2014) Manual para la Identificación de Moscas de la Fruta del género *Anastrepha* Shiner.

Además se hizo comparación con imágenes ilustradas de la guía de campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Shiner (Senasica, 2012).

Los parasitoides que emergieron correspondiente a una sola especie *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) se identificaron con las clave sugeridas por Cave (1995) del Manual

para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América central; además, la clave para el reconocimiento de parasitoides de moscas de la fruta Senasica (2003?).

Un ejemplar (Hembra y macho) de los especímenes emergidos, moscas y parasitoides, se encuentran depositados en la colección de insectos del laboratorio de moscas de la fruta del IPSA en San Francisco Libre, Managua, Nicaragua.

### 3.3. Análisis de datos

Los datos obtenidos de muestras de frutos y del procesamiento del material en el laboratorio (Número de frutos, peso en kg de frutos, número de pupas, número de moscas y parasitoides adultos) fueron analizados mediante el cálculo de las fórmulas propuestas por Schliserman y Ovruski (2004) para calcular el nivel de infestación en frutos (No. de puparios de *Anastrepha obliqua*/kg de frutos de *Mangifera indica* L, *Spondias spp* y *S. mombins* L); Porcentaje de emergencia de Tephritidos en *M. indica*, *S. spp* y *S. mombins* (No. de adultos de *A. obliqua*/no. de puparios de *A. obliqua* x 100). El porcentaje de parasitismo (número de adultos de parasitoides de *D. longicaudata* /entre el número de puparios viables de *Anastrepha obliqua* x 100) en frutos de *Spondias spp*, *Spondias mombins* L, y *Mangifera indica* L. Abundancia relativa de *A. obliqua* (No. *A. obliqua*/ No. Total de Tephritidae x 100).

Las especies de *Anastrepha*: *A. obliqua*, *A. alveata*, *A. striata*, y *A. distincta*, indicando la planta hospedante, se organizaron en cuadros, para determinar el rango de hospedante para cada especie de Tephritidae en San Francisco Libre y El Jicaral.

La fluctuación de adultos Parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* y *Anastrepha obliqua* fueron ilustrados en frutos de *Spondias spp*, *Spondias mombins* L y *Mangifera indica* L (Figura 4 y 5).

Las precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas (Figura 2 y 3) fueron ilustradas para relacionar los niveles de infestación, porcentaje de emergencia y porcentaje de parasitismo obtenido de *Anastrepha obliqua* en *Spondias spp*, *Spondias mombins* y *mangifera indica* de marzo a noviembre 2014, (Cuadros 2, 3, 4).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Especies de *Anastrepha* y su planta hospedante entre marzo a noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.

Se recolectaron 1837 frutos de 9 especies de plantas que se observaron, correspondientes a 6 familias. De las 9 especies de frutales muestreadas, *Psidium guajava* (guayaba), *Ximenia americana* (jocomico), *Spondias mombins* (jocote jobo), *Mangifera indica* (mango), *Spondias spp* (jocote) se encontraron infestadas por larvas de moscas de la fruta (Tephritidae) que representan un 55.55%. Cuatro especies de los frutales examinados, *Terminallia cattapa* (almendra), *Citrus x limonia* (limón mandarina), *Citrus aurantium* (naranja agria) y *Byrsonima crassifolia* (nancite), que corresponde a un 44.45%, no fueron infestadas por *Anastrepha* (Tephritidae) en San Francisco Libre y El Jicaral (Cuadro 1).

El resultado de este estudio para *Citrus aurantium* (naranja agria) donde no se obtuvieron frutos infestados por Tephritidae, es distinto a los obtenidos por Schliserman y Ovruski (2004) en Argentina, quienes reportan a *Citrus aurantium* como hospedante potencial de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata*.

Además la especie frutal *T. cattapa*, *C. x limonia* y *B. crassifolia* al no encontrarse infestada por Tephritidae, también se diferencia del registro presentado por (Morales *et al.*, 2004) en Venezuela, quien muestra a estos frutales como hospedantes principales de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha*.

*Anastrepha alveata* (Stone) se encontró en *Spondias mombins*, *M. indica* y *S. spp*, y particularmente fue criada en frutos de jocomico *Ximenia americana* L. (Olacaceae). Al encontrar a *A. alveata* criada en frutos de *X. americana* L concuerda con lo mencionado por Martínez-Alaya (2007) quien reporta a *A. alveata* únicamente en frutos de *X. americana* L. (Olacaceae) en México.

*Anastrepha distincta* se obtuvo en *Mangifera indica* y *Spondias spp*. *A. striata* se obtuvo únicamente de frutos de *P. guajava*.

Al obtener individuos de *A. striata* únicamente en *P. guajava* este resultado concuerda con lo menciona por Katiyar *et al.*, (1995) quien obtuvo individuos de *A. striata* emergidos de puparios obtenidos de frutos de guayaba (*Psidium guajava*). También concuerda con el resultado encontrado por Avendaño (2006) en México al obtener a *A. striata* únicamente de guayaba (*Psidium guajava*).

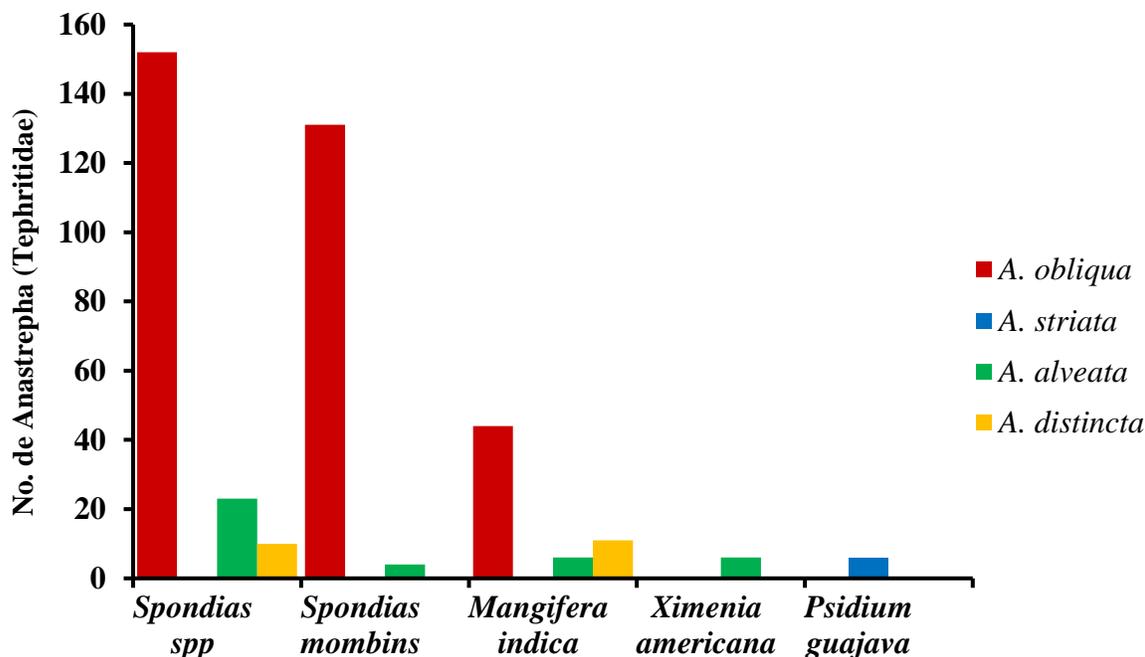
**Cuadro 1.** Especies de *Anastrepha* y su planta hospedante, entre marzo a noviembre 2014, en los municipios de San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua

<b>Nombre común</b>	<b>Especie de Planta</b>	<b>Familia de planta</b>	<b>Especie de Anastrepha</b>
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	<i>A. striata</i>
Jocomico	<i>Ximenia americana</i>	Olacaceae	<i>A. alveata</i>
Jocote jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	<i>A. obliqua</i> , <i>A. alveata</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	<i>A. obliqua</i> , <i>A. alveata</i> , <i>A. distincta</i>
Jocote	<i>Spondias spp</i>	Anacardiácea	<i>A. obliqua</i> , <i>A. alveata</i> , <i>A. distincta</i>
Almendra	<i>Terminallia cattapa</i>	Combretaceae	-
Limón mandarina	<i>Citrus x limonia</i>	Rutaceae	-
Narango agrio	<i>Citrus aurantium L.</i>	Rutaceae	-
Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	-

Durante el procesamiento de muestras de frutos, se identificaron cuatro especies de *Anastrepha*, correspondiente a: *Anastrepha obliqua* (Macquart), *A. alveata* (Stone) *A. striata* (Shiner) y *A. distincta* Green (Figura 1), en *Spondias spp*, *Spondias mombins*, *Mangifera indica*, *Ximenia americana* y *Psidium guajava*.

*Anastrepha obliqua* fue la especie predominante con una abundancia relativa de 327 adultos del total de moscas que emergieron de *Spondias spp*, *Spondias mombins* y *Mangifera indica* (Figura 1).

Considerando la abundancia relativa, los niveles de infestación y la particularidad de hospedar al parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, en el presente trabajo se presentan resultados del análisis de los datos de *Anastrepha obliqua* en frutos de jocote (*Spondias spp*), jocote jobo (*Spondias mombins*), y mango *Mangifera indica* (Cuadros 2., 3., 4).

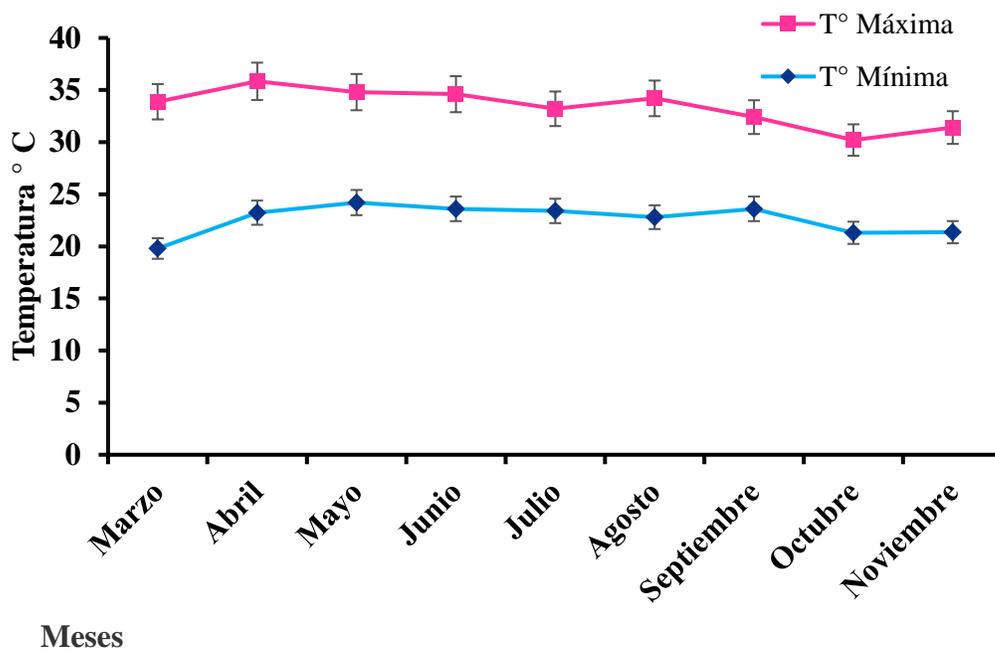


**Figura 1.** Abundancia poblacional de *Anastrepha obliqua*, *A. striata*, *A. alveata*, *A. distincta*, de marzo a noviembre 2014 en *Spondias spp*, *Spondias mombins*, *Mangifera indica*, *Ximenia americana* y *Psidium guajava* en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.

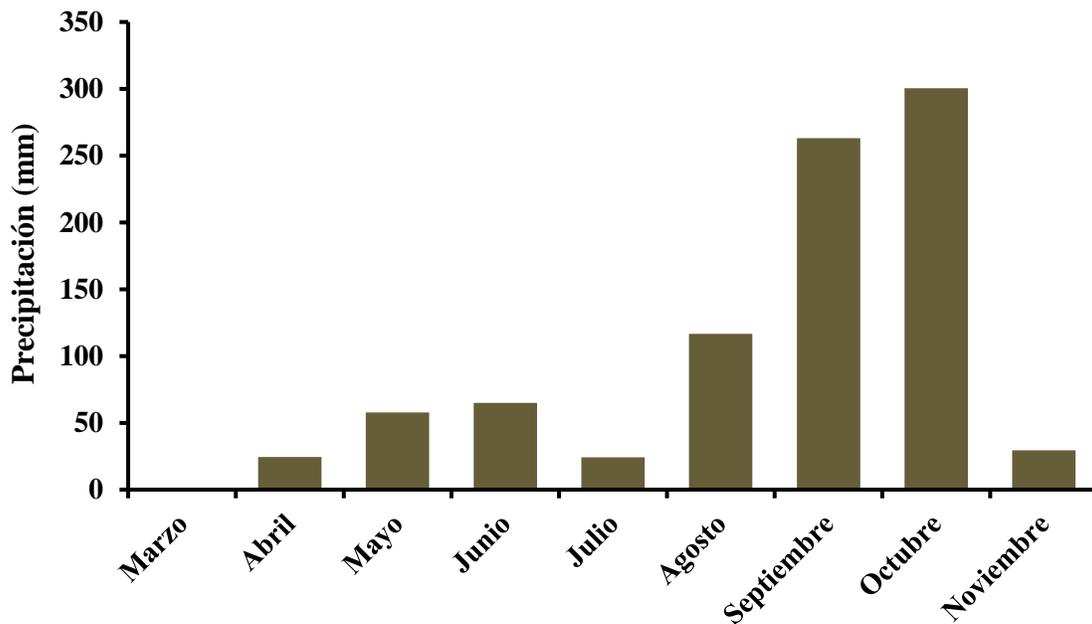
Cabe mencionar que el periodo de invierno del año 2014 fue uno de los más secos de los últimos que se han registrado en Nicaragua. El régimen de lluvia fue de 880.8 mm de agua, y la temperatura se registró entre el rango de 30.20 y 35.84 °C de marzo y noviembre 2014.

Los resultados del presente estudio demuestran que las temperaturas registradas de marzo a noviembre 2014 (Figura 2) no influyeron sobre la fluctuación poblacional de *Anastrepha obliqua* (Tephritidae) sino que la presencia de ésta se relaciona al hospedante observado en cada época durante el periodo del estudio. En cambio las precipitaciones influyeron sobre la emergencia de *A. obliqua*, de manera que al registrarse las mayores precipitaciones (263 mm) en septiembre (Figura 3) se obtuvieron el mayor número adultos de *A. obliqua* en frutos de *Spondias mombins* (Figura 5).

Las precipitaciones ejercieron influencia sobre la presencia del parasitoide, de manera que a menor precipitación en junio 64.9 mm (Figura 3), menor número de *D. longicaudata* (Figura 4), en frutos de *Spondias spp*; y a mayor precipitación (263 mm) en septiembre, mayor número de parasitoides (Figura 5) en frutos de *Spondias mombins*.



**Figura 2.** Fluctuación mensual de la temperatura mínima y máxima de marzo a noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.



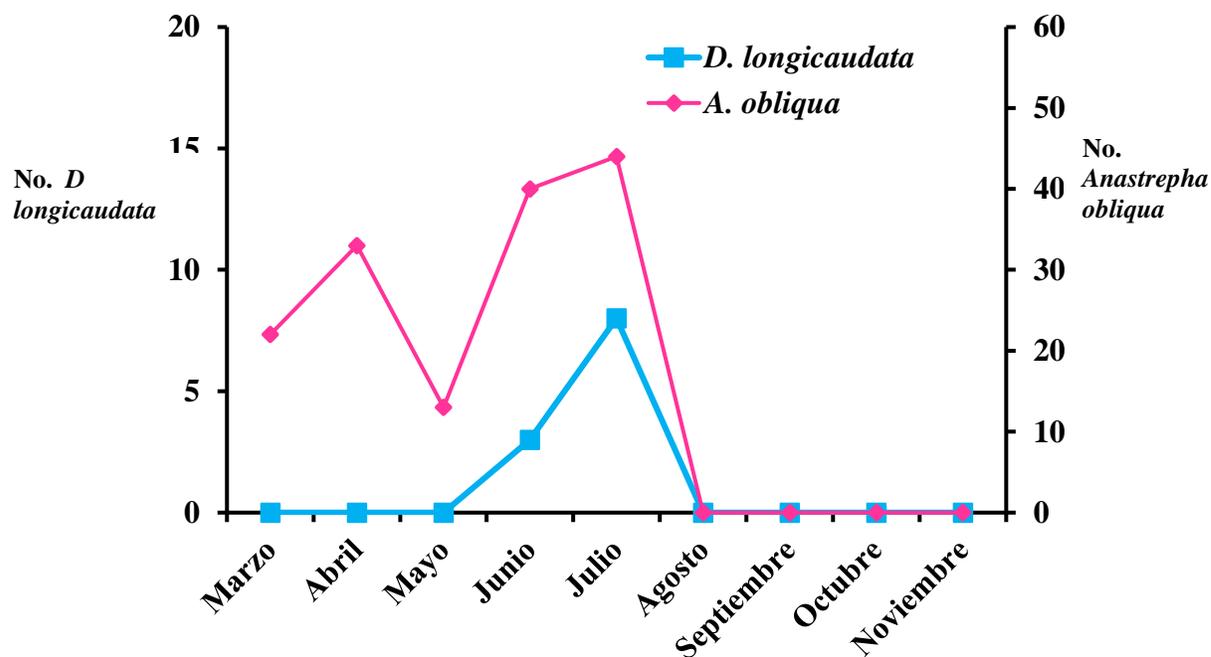
**Figura 3.** Fluctuación mensual de la precipitación (mm) de marzo y noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.

Las temperaturas ejercieron efecto sobre *Diachasmimorpha longicaudata*, de manera que a mayor temperatura (34.6 °C) en junio (Figura 2), menor número de adultos parasitoides que emergieron. A menor temperatura (32.4 °C) en septiembre, mayor número de parasitoides, de marzo a noviembre 2014 Figura (4 y 5) en frutos de *Spondias spp* y *Spondias mombins*.

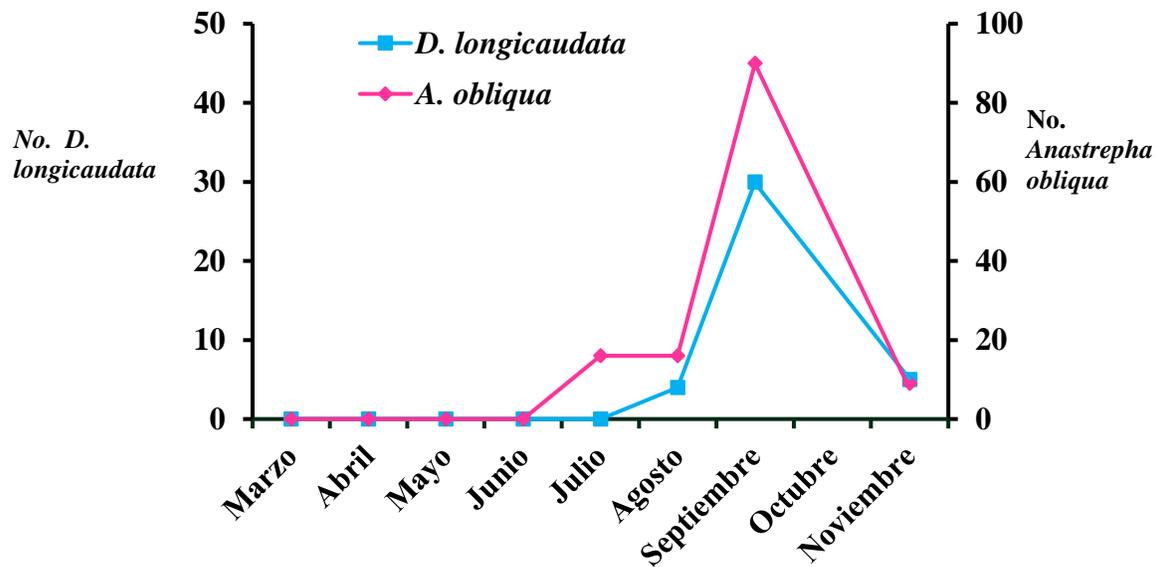
La fluctuación poblacional de *Anastrepha obliqua* fue mayor en los meses de junio, julio en frutos de *Spondias spp* (Figura 4), y en septiembre en frutos de *Spondias mombins* (Figura 5), de marzo a noviembre 2014.

La fluctuación poblacional del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* fue mayor en los meses de julio, septiembre y noviembre (Figuras 4 y 5), en frutos de *Spondias spp* y *Spondias mombins*.

En el mes de octubre no se presentan resultados porque no se realizaron recolectas de frutos (Figura 5)



**Figura 4.** Fluctuación mensual de *Anastrepha obliqua* y *Diachasmimorpha longicaudata*, en *Spondias spp* (Jocote) de marzo y noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.



**Figura 5.** Fluctuación mensual de *Anastrepha obliqua* y *Diachasmimorpha longicaudata*, en *Spondias mombins* (Jocote jobo) de marzo y noviembre del 2014 en los municipios de San Francisco Libre, Managua y el Jicaral, León, Nicaragua.

Los niveles de infestación en jocote (*Spondias spp*), jocote jobo (*Spondias mombins* L), y mango (*Mangifera indica* L), causado por *Anastrepha obliqua*, variaron según la época de marzo a noviembre 2014. Los niveles de infestación en jocote (*Spondias spp*) fueron mayores en los meses de marzo, junio y julio/2014 (Cuadro #2), variaron entre 44 y 136 puparios de *A. obliqua* por kg de fruto procesado.

Los niveles de infestación en Jocote jobo (*Spondias mombins* L) fueron mayores en los meses de julio, agosto y septiembre/2014 (Cuadro #3), variaron entre 29 y 100 puparios de *A. obliqua* por kg de fruto procesado.

En los frutos de mango (*Mangifera indica* L) los mayores niveles de infestación se obtuvieron en los meses de marzo, junio y julio/2014 (Cuadro #4), variaron entre 17 y 58 puparios de *Anastrepha obliqua* por kg de fruto procesado.

El porcentaje de parasitismo de *D. longicaudata* varió entre 7 en el mes de junio y 15.4% en el mes de julio en frutos de jocote (*Spondias spp*) (Cuadro 2). Entre 20 (En la primera quincena de agosto) y 35.7 % (En la segunda quincena de noviembre) en frutos de jocote jobo (*Spondias mombins*) (Cuadro 3). Los porcentaje de emergencia de adultos *A. obliqua* fueron los siguientes, en *Spondias spp* (34%), *Spondias mombins* (56 %) y *Mangifera indica* (34 %).

**Cuadro 2.** Análisis de las muestras con frutos de jocote (*Spondias spp*) recolectadas durante marzo – noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua

Fecha de recolecta	Frutos recolectados		N° de puparios de tephritidae ( <i>A. obliqua</i> )	No de adultos de <i>A. obliqua</i>	Nivel de infestación (No puparios/kg fruto)	% de emergencia de adultos de <i>A. obliqua</i>	N° de parasitoides en <i>A. obliqua</i>	% de parasitismo en <i>A. obliqua</i>
	N°	Peso (kg)		<i>A. obliqua</i>	<i>A. obliqua</i>	<i>A. obliqua</i>		
13 -20/03/14	63	0.91	44	22	48.3	50.0	0	0.0
01 -29/04/14	506	7.00	84	33	12.0	39.3	0	0.0
09 -21/05/14	201	2.52	104	13	41.2	12.5	0	0.0
24/06/2014	94	1.14	106	40	92.9	37.7	3	7.0
02 - 23/07/14	102	2.26	136	44	60.1	32.4	8	15.4

**Cuadro 3.** Análisis de las muestras con frutos de jocote jobo (*Spondias mombins*) recolectadas durante marzo – noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua

Fecha de recolecta	Frutos recolectados		N° de puparios de tephritidae ( <i>A. obliqua</i> )	No de adultos de <i>A. obliqua</i>	Nivel de infestación (No puparios/kg fruto)	% de emergencia de adultos de <i>A. obliqua</i>	N° de parasitoides en <i>A. obliqua</i>	% de parasitismo en <i>A. obliqua</i>
	N°	Peso (kg)		<i>A. obliqua</i>	<i>A. obliqua</i>	<i>A. obliqua</i>		
16 - 23/07/14	64	1.05	45	16	42.8	35.6	0	0.0
13 - 27/08/14	46	0.75	29	16	38.6	55.2	4	20.0
02 - 26/09/14	125	1.95	100	90	51.2	90.0	30	25.0
16/11/2014	52	0.75	21	9	28.0	42.9	5	35.7

**Cuadro 4.** Análisis de las muestras con frutos de mango (*mangifera indica*) recolectadas durante marzo – noviembre 2014, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.

Fecha de recolecta	Frutos recolectados		N° de puparios de tephritidae ( <i>A. obliqua</i> )	No de adultos de <i>A. obliqua</i> .	Nivel de infestación (No de puparios/ kg de fruto) .	% de emergencia de adultos de <i>A. obliqua</i>
	No	Peso (kg)		<i>A. obliqua</i>	<i>A. obliqua</i>	<i>A. obliqua</i>
12 - 19/03/14	46	5.5	17	11	3.0	64.7
01- 28/04/14	49	9	11	1	1.2	9.1
06 - 21/05/14	6	1.5	0	0	0.0	0.0
24/06/2014	13	2.5	46	15	18.4	32.6
02 - 23/07/14	48	7	58	17	8.2	29.3

## **4.2. Identificación de Hymenóptera parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) y su hospedero en frutales de San Francisco Libre y El Jicaral.**

En el presente trabajo la única especie de Hymenoptera identificada fue *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) perteneciente a la familia Braconidae, sub familia Opiinae. Se obtuvieron 50 individuos, con una proporción sexual de 58% hembra y 42% por macho. Este parasitoide se obtuvo únicamente de puparios de *Anastrepha obliqua*, criados en frutos de jocote (*Spondias spp*) y jocote jobo (*Spondias mombins* L).

Los resultados del presente trabajo, demuestran que *Anastrepha obliqua* es el hospedero de *Diachasmimorpha longicaudata*, concuerda con el estudio propuesto por Avendaño (2006) en México, quien obtuvo parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata*, los cuales emergieron únicamente de puparios de *A. obliqua*.

En el laboratorio se observó que el estado pupa del parasitoide *D. longicaudata* fueron desarrollados tanto dentro de puparios de *Anastrepha obliqua* (Tephritidae) o de manera independiente, por lo que este resultado propone que es un parasitoide que afecta tanto el estado de larva como pupa de *A. obliqua*.

### **4.2.1 *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead)**

#### **Diagnóstico:**

El reconocimiento de adultos parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* es de acuerdo a las claves presentadas por Cave (1995), y las de Senasica (2003?), considerando fundamentalmente las características morfológicas de las antenas, alas posteriores y anteriores, confirmándose lo siguiente: longitud de 4 – 5mm de color anaranjado, antenas con más de 40 segmentos. Alas con venación desarrollada y estigmas bien definidos, ovipositor siempre largo (Figuras 6, 7, 8).



Figura 6. Hembra *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead).

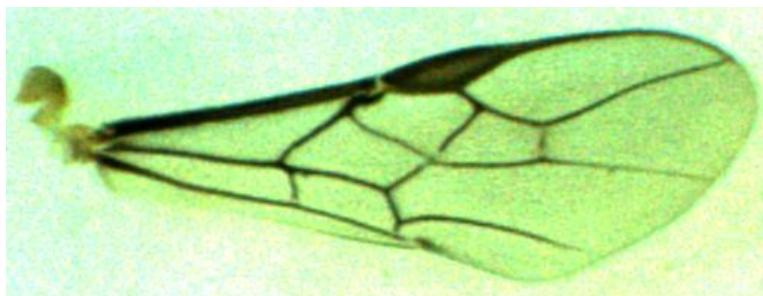


Figura 7. Ala anterior de *D. longicaudata* (Ashmead).



Figura 8. Ala posterior de *D. longicaudata* (Ashmead).

### 4.3 Descripción y comparación morfológica de puparios de *Anastrepha obliqua* Macquart.

En el presente trabajo se describieron la forma y medida de pupas de *Anastrepha obliqua*, las cuales concuerdan con la forma y medida propuesta por Nacimiento *et al* (2005). En la forma: cilíndrica, de color café amarillo obscuro, once segmentos sin espinas presentes. (Figura 9). Región caudal dividida por dos áreas distintas. En cada área se encuentra una placa espiracular en forma de triángulo, cada placa espiracular con tres hendiduras de color amarillo, cada una ubicadas en una cresta bien definida (peritrema). (Figura 10). En el centro de las placas espiraculares una proyección que se extiende hacia abajo entre los extremos superiores de las placas espiraculares y figurando un botón. (Figura 11, 2 A.L).

En la medida (largo y ancho) se realizó midiendo 100 pupas procedentes de las mismas muestras de *A. obliqua*, para obtener la media del largo de la pupa (5.7 mm) y media del ancho (2.5 mm), encontrándose entre el rango propuesto por (Nacimiento *et al*, 2005) en el largo de la pupa (5.9 -5.3 mm) y el ancho (2.8- 2.3 mm), respectivamente.



Figura 9. Puparios de *Anastrepha obliqua* Macquart



Figura 10. Vista frontal de espiráculo posterior en la región caudal de pupario de *Anastrepha obliqua* Macquart.

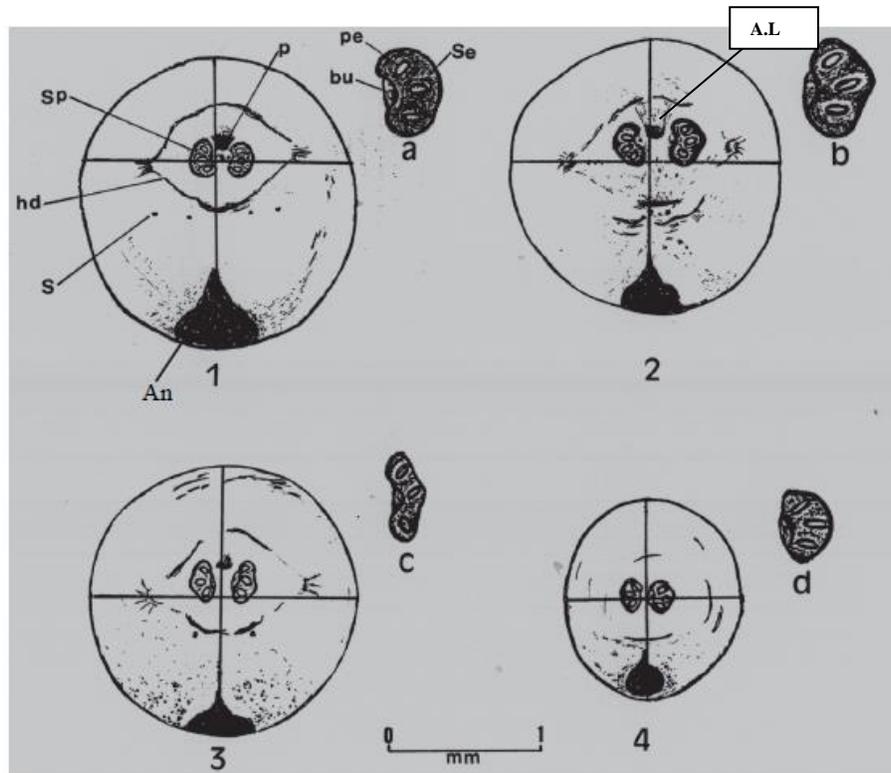


Figura 11. Vista frotal de espiráculo posterior de pupario de *Anastrepha obliqua*: (2), y placa espiracular (b) propuesta por (Nacimiento *et al*, 2005).

#### **4.4 Identificación de Moscas de la fruta del género *Anastrepha* en frutales de San Francisco Libre y El Jicaral entre marzo a noviembre 2014.**

En este estudio se identificaron 408 Tephritidae de la fruta perteneciente al género *Anastrepha*, de los cuales 393 individuos emergieron de muestras de frutos y 15 especímenes de muestras de suelo que fue tamizado. Del total de adultos de *Anastrepha* se identificaron cuatro especies correspondiente a: *Anastrepha obliqua* (Macquart) 83.2%, *Anastrepha alveata* (Stone) 9.9%, *Anastrepha striata* (Shiner) 1.5% y *Anastrepha distincta* (Green) 5.3%.

De las *Anastrepha* que emergieron, *A. obliqua* fue la especie predominante, con 327 adultos del total de moscas adultas que emergieron de muestras de frutos. Esta información es consistente con los datos reportados por (Avendaño, 2006) en México donde la especie predominante fue *A. obliqua* (Macquart) representada en un 84.36% del total de adultos.

El diagnóstico y reconocimiento de moscas adultas de *A. obliqua*, *A. alveata*, *A. striata*, *A. distincta*, concuerda con las clave presentadas por (Korytkowski, 2003, 2014) y Senasica (2012), en lo cual llegamos a confirmar las siguientes características morfológicas

##### **4.4.1 *Anastrepha obliqua* (Macquart)**

###### **Diagnosis:**

Hembra adulta: alas tórax y abdomen de color amarillo, funda del ovipositor más corta que el abdomen. Longitud 5 – 8 mm, subescutelo completamente amarillo, solo el medioterguito presenta manchas negras laterales; mancha en la sutura escudo – escutelar ausente.

Patrón alar: banda costal, S y V unidas. Ovipositor: de 1.4 a 1.7mm, con dientes grandes y puntiagudos (Figuras 12, 13).



Figura 12. Hembra *Anastrepha obliqua* (Macquart).

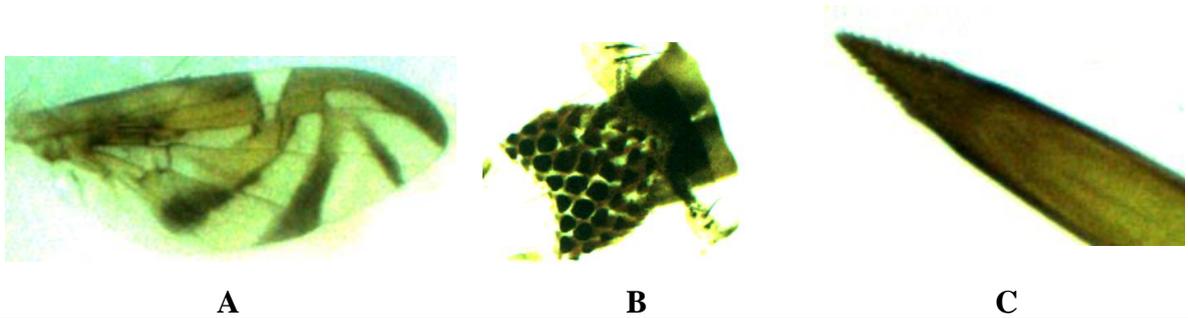


Figura 13. *Anastrepha obliqua* (Macquart). A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Punta del aculeus.

#### 4.4.2 *Anastrepha striata* (Schiner)

##### **Diagnóstico:**

Hembra adulta: Coloración alar amarilla. Funda del ovipositor más larga que el abdomen y muy corpulenta en su base. Patrón alar: Bandas costal y S siempre unidas de manera amplia. Bandas S y V siempre separadas. Subescutelo y medioterguito ampliamente negros. Punta del ovipositor de 2.1 a 2.3 mm, ancho y con una constricción notable y sin dientes (Figuras 14, 15).



Figura 14. Hembra *Anastrepha striata* (Schiner).

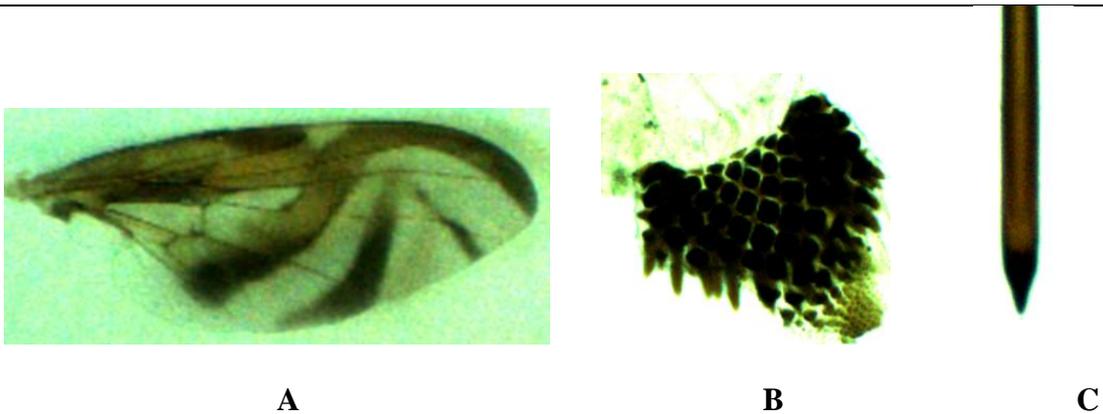


Figura 15. *Anastrepha striata* (Schiner). A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Ovipositor.

#### 4.4.3 *Anastrepha alveata* (Stone):

##### Diagnóstico:

Hembra adulta: coloración amarillo, funda del ovipositor más corta que el abdomen. Banda costal y S unidas, banda S y V generalmente separada. Subescutelo y medioterguito sin manchas oscuras. Ovipositor de 1.3 a 1.5mm con números dienteillos acerrados (Figuras 16, 17).



Figura 16. Hembra *Anastrepha alveata* (Stone)

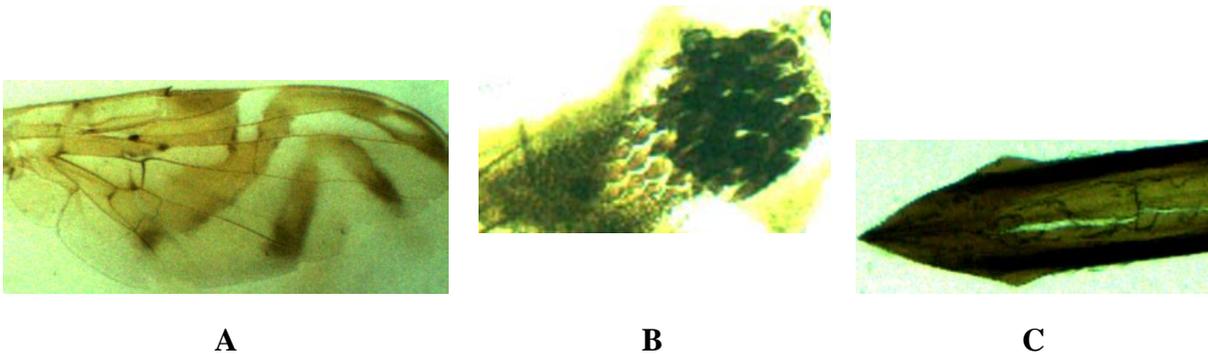


Figura 17. *Anastrepha alveata* (Stone). A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Ovipositor.

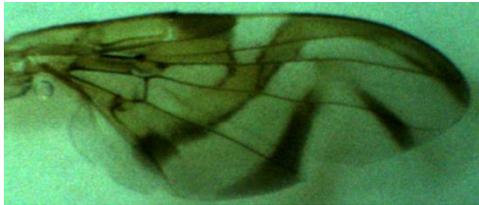
#### 4.4.4 *Anastrepha distincta* (Greene)

##### Diagnostico

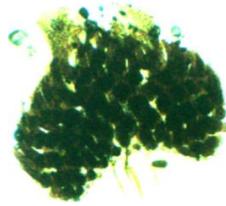
Hembra adulto: tórax color amarillo, funda del ovipositor más larga que el abdomen. Bandas costal y S ligeramente unidas, banda S y V poco separadas. Ovipositor de 2.3 a 2.7mm, delgado con denticillos redondeados (Figuras 18, 19).



Figura 18. Hembra de *Anastrepha distincta* (Greene).



A



B



C

Figura 19. *A. distincta* (Greene). A) Ala derecha, B) Ganchos esclerotizados, C) Ovipositor.

## V. CONCLUSIONES

*Mangifera indica* (mango), *Spondias spp* (jocote), *Spondias mombin* (jocote jobo) (Anacardiaceae), *Psidium guajava* (Myrtaceae), *Ximenia americana* (Olacaceae) fueron infestados por larvas de *Anastrepha*, de marzo a noviembre en San Francisco Libra y El Jicaral, Nicaragua.

Las precipitaciones influyeron en la fluctuación poblacional de *A. obliqua* Maquart al registrarse la mayor precipitación (263 mm) en septiembre, mayor número de adultos.

Las temperaturas ejercen efecto sobre *D. longicaudata*, a mayor temperatura (34.6 °C) en junio, menor número de parasitoides, a menor temperatura (32.4 °C) en septiembre, mayor número de parasitoides, de marzo a noviembre 2014.

Las precipitaciones influyeron sobre las poblaciones de *D. longicaudata*, a mayor precipitación (263 mm) en septiembre, mayor número de parasitoides, a menor precipitación en (24.20 mm) en julio menor número de parasitoides, entre marzo a noviembre 2014.

Los niveles más altos de infestación de *A. obliqua* fueron en *Spondias spp* (jocote) con 44 y 136 puparios por kg de fruto procedo, y en *Spondias mombins* (jocote jobo) con 29 y 100 puparios por kg de fruto procesado. En *Mangifera indica* (mango) de 17 y 58 pupas por kg de fruto procesado.

El parasitismo de *Diachasmimorpha longicuada* en *Anastrepha obliqua* se obtuvo entre 7 y 15.4% en frutos de jocote (*Spondias spp*) en los meses de junio y julio 2014. Entre 20 y 35.7 % en frutos de jocote jobo (*Spondias mombins*), en los meses de agosto – noviembre 2014.

*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) es un parasitoide que afecta los estados larva y pupa de *Anastrepha obliqua* en los meses de junio, julio (en *Spondias Spp*), en agostos, septiembre y noviembre en frutos de *Spondias mombins* L (jocote jobo) en San Francisco Libre y El Jicaral, Nicaragua.

## VI. RECOMENDACIONES

Los resultados del presente estudio muestran la importancia del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), un enemigo natural que afecta el estado larva y pupa de *Anastrepha obliqua* Maquart, ante esto, es muy apropiado implementar la conservación de *D. longicaudata* en frutos de *Spondias spp* (jocote) y *Spondias mombin* L (jocote jobo), (Anacardiaceae) en san Francisco Libre y El Jicaral.

Estudiar a nivel de laboratorio la cría de *Diachasmimorpha longicaudata* para determinar la factibilidad de producción, haciendo uso de la metodología empleada en el presente trabajo.

Realizar el estudio en otras zonas de Nicaragua donde se encuentren frutales para conocer si reporta otros enemigos naturales de *Anastrepha* (Tephritidae).

## VII. LITERATURA CITADA

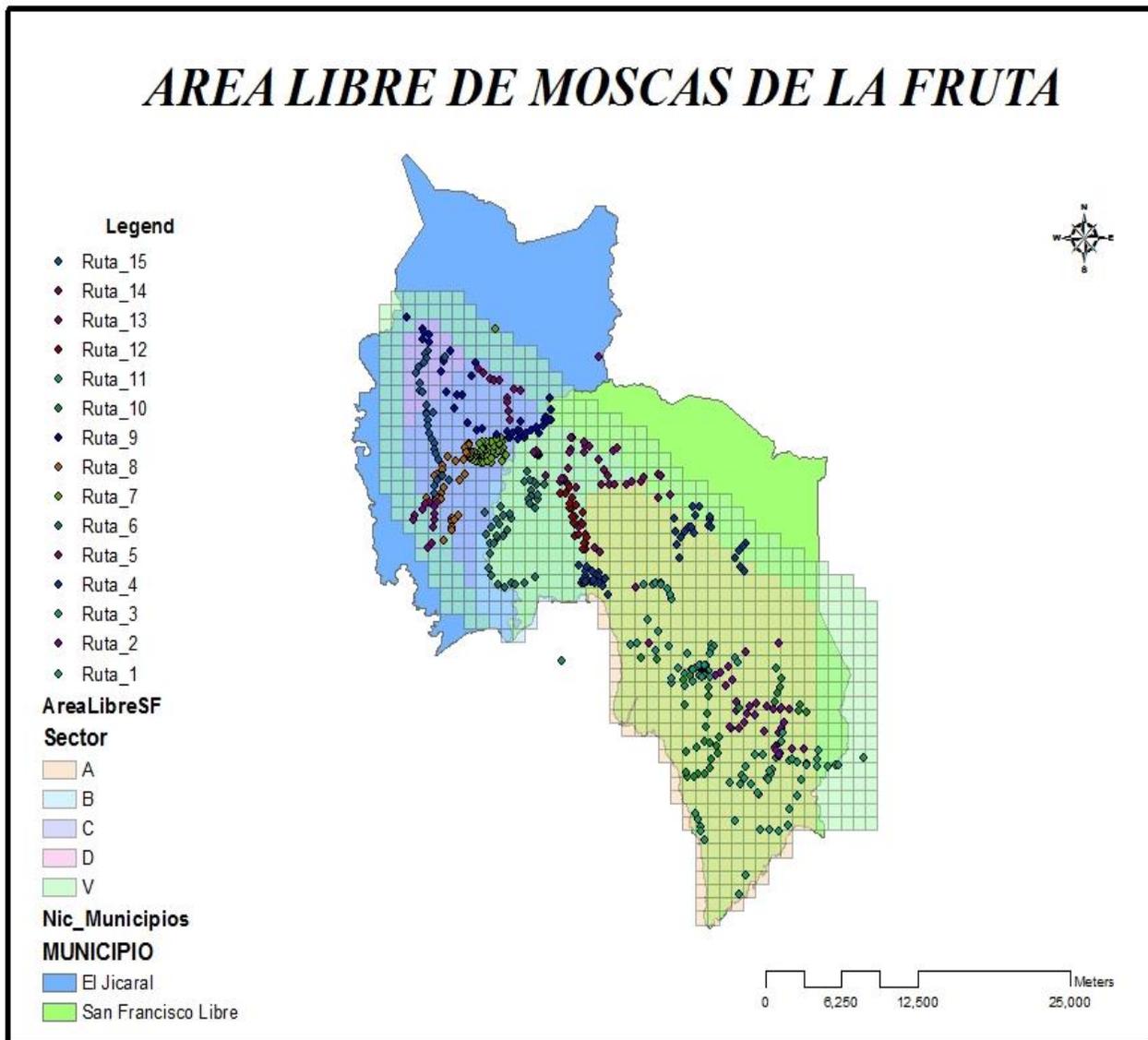
- Arrendo, J., Días, F., & Pérez, D. (2010). Biología y comportamiento de la mosca de la fruta. En P. Montoya, J. Toledo, & E. Hernández, *Moscas de la Fruta, Fundamentos y Procedimientos para su manejo* (pág. p93). México, MX.
- Avendaño, S. (jun de 2006). *BÚSQUEDA DE PARASITOIDES ASOCIADOS A ANASTREPHA SPP N FRUTALES DE LA REGIÓN DE TAPANATEPEC, OAXACA*. Recuperado el 5 de dic de 2015, de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3377/BUSQUEDADEPARASITO.pdf?sequence=1>
- Cano, E. (1992b). (en línea). *Revista nica entomológica*, 1-14.
- Cano, E., & SWEZEY, S. L. (1992a). (en línea). *Revista nica entomológica*, p 1-17.
- Cave, R. (1995). *Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en américa central*. Honduras, HN.
- CETREX (CENTRO DE TRAMITES DE LAS EXPORTACIONES). (2014). (en línea). Recuperado el 12 de nov de 2015, de <http://www.cetrex.gob.ni/website/servicios/tproduc14.html>
- Volosky; D. (2010). LAS MOSCAS DE LA FRUTA. Ed. Programa Mosca de la Fruta. Segunda ed. Santiago, CL. 94 p.
- Espinoza, A. (2015). Exportacion de Mango. (*Entrevista*), MANGO S.A. El Jicaral, León, NI.
- Hernández, V. (2010). Generalidades de moscas de la fruta. En Montoya, *Moscas de la fruta. Fundamentos y procedimientos para su manejo*. (págs. 49,52). MX.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (21 de Mayo de 2005). *Productos agrícolas admisibles en los estados unidos*. (D. Granda, Editor) Obtenido de *Productos agrícolas admisibles en los estados unidos*.: <http://repiica.iica.int/docs/B0415e/B0415e.pdf>
- IPSA (INSTITUTO DE PROTECCION Y SANIDAD AGROPECUARIA). (2012). *Informe de monitoreo de moscas de la fruta*. IPSA, DISAVE-SEMILLAS (DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL Y SEMILLAS), Managua, NI.
- Jirón, L. F. (1987). Las moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae) en Costa Rica: Situación actual. (en línea). Obtenido de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v11n02\\_255.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v11n02_255.pdf)

- Katlyar, K. (1995). Parasitoides hymenópteros de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en la región occidental de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia*.
- Korytkowski, C. (2003). *Taxonomía y ecología de Mosca de la Frusta*. MIDA (MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO), Programa Mosca de la Fruta, Panamá, PA.
- Korytkowski, C. (2014). *Manual par la identificación de moscas de la fruta Anastrepha Shiner*. MIDA (MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO), Programa Mosca de la Fruta, Panamá, PA.
- LA GACETA DIARIO OFICIAL. (2008). (*en línea*). Recuperado el 15 de dic de 2015, de <http://sajurin.enriquebolanos.org/vega/docs/G-2008-08-04.pdf>
- LA GACETA, DIARIO OFICIAL. (2009). (*en línea*). Recuperado el 15 de dic de 2015, de <http://www.magfor.gob.ni/legislacion/compendio/acuerdos/ACUERDO%20014-09.pdf>
- Martínez, J. (2007). New records in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) for colombia. *Revista Colombiana de Entomología*.
- MEDIANERO, E., KORYTKOWSKI, C. A., CAMPO, C., & LEON, C. D. (2006). Hymenoptera Parasitoides Asociados a *Anastrepha* (Diptera: tephritidae) en Cerro Jefe y Altos de Pacora, Panamá. *SCIELO*.
- Morales, P., Cermeli, M., Godoy, F., & Salas, B. (2004). Lista de hospederos de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) basada en los registros del Museo de Insectos de Interés Agrícola del INIA – CENIAP. *Entomotrópica*.
- NASCIMENTO, B.-S., BARBOSA1, M. C., & TOVAR, F. J. (dic de 2005). morphological and Molecular Characterization of three species *Anastrepha* Schiner and of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Recuperado el 15 de abr de 2016, de <http://www.scielo.br/pdf/ne/v34n6/28211.pdf>
- OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica). (2005). (*en línea*). Recuperado el 2 de dic de 2015, de <http://www-naweb.iaea.org/nafa/ipc/public/trapping-web-sp.pdf>
- Ovruski, S., Aluja, M. S., & Wharton, R. (2000). (*en línea*). Obtenido de <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1009652431251#page-2>
- Rohrig, E., Sivinski, J., Teal, P., Stuhl, C., & Aluja, M. (23 de enero de 2008). A Floral-Derived Compound Attractive to the Tephritid Fruit Fly Parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). Florida, Estados Unidos.

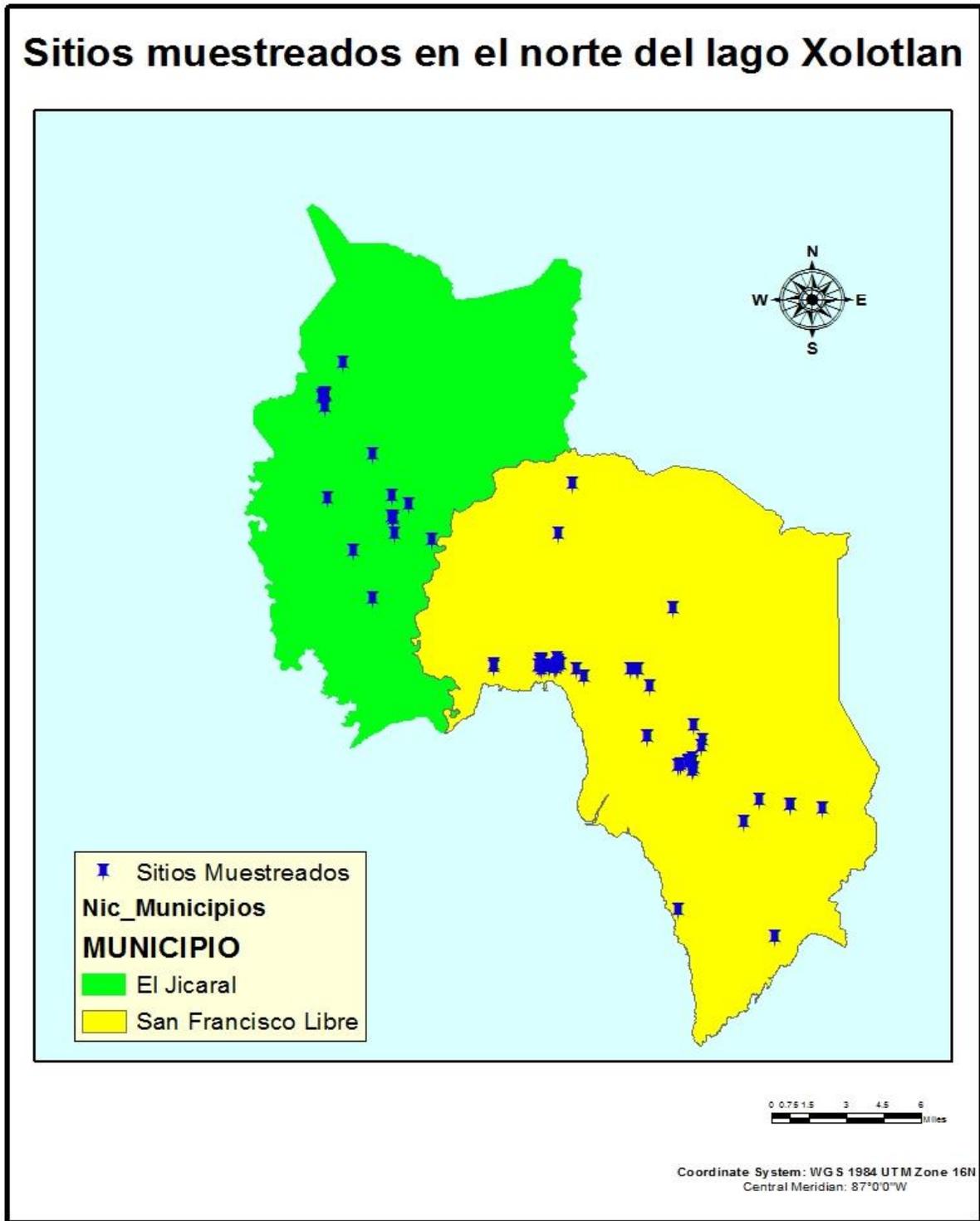
- Sánchez, C; Trujillo, J., & Gutierrez, J. (2009). Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta. Chiapas, México.
- Schliserman, P., & Ovruski, S. (2004). (*en línea*). Recuperado el 12 de oct de 2015, de [https://www.researchgate.net/profile/Sergio\\_Marcelo\\_Ovruski/publication/228686661\\_Incidencia\\_de\\_moscas\\_de\\_la\\_fruta\\_de\\_importancia\\_economica\\_sobre\\_Citrus\\_aurantium\\_%28Rutaceae%29\\_en\\_Tucumn\\_Argentina/links/00b7d52d93caaa0f78000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Marcelo_Ovruski/publication/228686661_Incidencia_de_moscas_de_la_fruta_de_importancia_economica_sobre_Citrus_aurantium_%28Rutaceae%29_en_Tucumn_Argentina/links/00b7d52d93caaa0f78000000.pdf)
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2012). *Guía de campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del género Anastrepha*. México, ME.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2003?). Clave para el reconocimiento de parasitoides de moscas de la fruta. Chiapas, México.
- Sivinski, J., Piñero, J., & Aluja, M. (15 de mar de 2000). the distributions of parasitoides (Hymenoptera) of Anastrepha Fruit flies (Diptera: tephritidae) along an Altitudinal Gradient in Veracruz, Mexico. Recuperado el 20 de sep de 2016, de <https://www.ars.usda.gov/sp2userfiles/person/5208/distributions%20of%20parasitoids.pdf>

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Distribución de Rutas de trampeo en el área libre, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.



**Anexo 2.** Sitios muestreados entre marzo y noviembre 2014, en frutales de San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.



**Anexo 3.** Recolecta y selección de frutos, entre marzo a noviembre 2016, en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua.



**Anexo 4.** Rotulación de muestras de frutos.



**Anexo 5.** Recolecta de pupas en el suelo.



**Anexo 6.** Identificación y diagnóstico de parasitoides y moscas de la fruta, laboratorio CENAPROVE (Centro Nacional de Protección Vegetal) del IPSA (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria).



**Anexo 7.** Ciclo biológico clásico de *Anastrepha spp.*

Las moscas de la fruta presentan una metamorfosis completa u holometábola, es decir, atraviesan cuatro estados biológicos diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto. El ciclo de vida se inicia cuando una hembra grávida deposita sus huevecillos en el epicarpio o mesocarpio de un fruto. (Arredondo *et al.*, 2010).

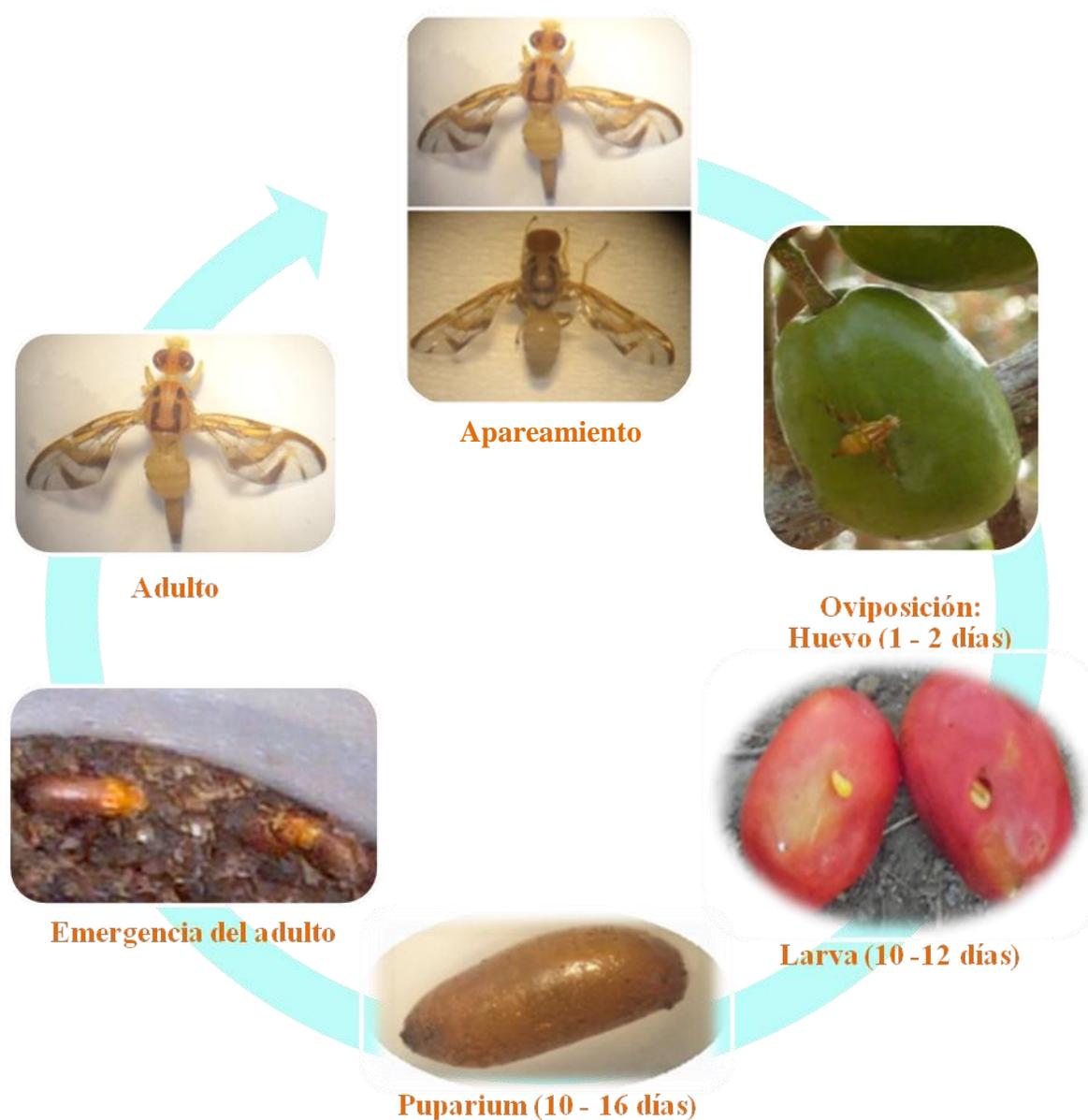


Foto: AL Salmerón, 2014.

**Anexo 8.** Etiqueta de uso para el registro del origen y procedencia de muestras de frutos recolectados en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua, entre marzo a noviembre 2014.

<b>Propietario:</b>
<b>Procedencia:</b>
<b>Hospedante:</b> ____ árbol ____ suelo ____
<b>Georeferencia:</b>
<b>No frutos:</b> ____ <b>Peso kg:</b> ____ <b>No Larvas</b> ____
<b>Fecha colecta:</b> _____
<b>Fecha disección:</b> _____
<b>No muestra</b> ____

**Anexo 9.** Etiqueta de uso para el registro del origen y procedencia de muestras de suelo recolectadas en 20 sitios en San Francisco Libre, Managua y El Jicaral, León, Nicaragua, entre marzo a noviembre 2014.

<b>Fecha colecta:</b>
<b>Procedencia:</b>
<b>Tipo suelo:</b>
<b>Georeferencia:</b> _____
<b>Peso kg</b>
<b>Propietario:</b> _____
<b>No de puparios:</b>
<b>Fecha incubación:</b> _____

