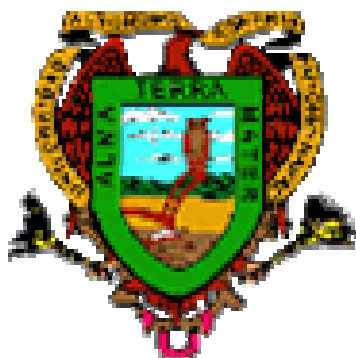


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Efecto de la edad, apareamiento y alimentación en la respuesta de
Anastrepha obliqua (Macquart) a los volátiles de jobo de pava
(*Spondias mombin* L.) en túnel de vuelo.**

Por:

LUIS WILBER MÉNDEZ MORALES

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre del 2006.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**Efecto de la edad, apareamiento y alimentación en la respuesta de
Anastrepha obliqua (Macquart) a los volátiles de jobo de pava
(*Spondias mombin* L.) en túnel de vuelo.**

Por:

LUIS WILBER MÉNDEZ MORALES

**Tesis Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por:

Asesor Principal

Biol. Sofía Comparán Sánchez

**Dr. Sergio René Sánchez P.
Primer Sinodal**

**Dr. José Ángel Villarreal Q.
Segundo Sinodal**

**Biol. Joel Luna Martínez
Tercer Sinodal**

**M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre del 2006.**

DEDICATORIA

A Dios Nuestro Señor, por darme la oportunidad de vivir y porque con su ayuda tomé con amor, esperanza y sabiduría las cosas que me aquejaron durante todo este tiempo que pasé lejos de todo lo que he amado.

A ellos, mi madre y mi padre, **Seledonia Morales González** y **Marcos Méndez Juárez**, que con su gran esfuerzo, dedicación y comprensión han hecho posible la culminación de mi carrera profesional y a quienes con el presente trabajo brindo un pequeño tributo de admiración, respeto y cariño.

A mis hermanos: **Javier Alberto**, **Guillermo Antonio**, **Fabiola Yazmín**, **Norma del Rocío**, **Juan Ángel** e **Isela Noemí** por ser fuente de motivación y por la confianza que siempre me brindan; espero que este logro sirva de ejemplo para ustedes. Aunque hemos compartido buenos y malos momentos, a todos y cada uno les deseo lo mejor en la vida. Y a ti, **Greisi Marissa** (†) me hubiera gustado conocerte, estés donde estés Dios esta contigo pequeño ángel.

A mi esposa **Nancy Patricia Velázquez Sánchez** por su amor, apoyo y porque esto y todo lo que tú tienes lo compartes conmigo; necesito ser mejor para ti cada día.

A mi hija **Jansy Alitzel Méndez Velázquez** por ser un hermoso regalo de Dios ya que nos ha llenado de dicha y felicidad con sus risas y travesuras; que Dios me otorgue la dicha de verte crecer.

A mis suegros, **Florencio Velázquez Velázquez** y **Marilú Sánchez Ramos**, por brindarle a mi nueva familia apoyo incondicional en todo momento y guiarnos con sus sabios consejos en el camino de la vida.

A todos los que compartieron conmigo sus conocimientos, creyeron en mí e hicieron posible la realización y culminación de este trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**, por la oportunidad brindada y por los conocimientos que en ella recibí para mi formación profesional. En especial al personal académico del departamento de Botánica por servir de vínculo en nuestra relación con otras instituciones enfocadas a la investigación.

A la **Biol. Sofía Comparán Sánchez** porque durante mi formación como profesionalista siempre me tendió la mano y me brindó su amistad; gracias por su valiosa colaboración y asesoría en la conclusión de este trabajo de investigación.

Al **Dr. Sergio René Sánchez Peña** por los conocimientos esenciales aportados en la revisión y mejora de este trabajo que hoy concluyo. Gracias por su apoyo y por la orientación en el camino del saber.

Al **Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla** por sus sugerencias y puntos de vista en la revisión de este trabajo.

Al **Biol. Joel Luna Martínez** por compartir sus experiencias laborales profesionales y por su gran sentido humano.

Al **Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)** unidad Tapachula, por el apoyo incondicional y las facilidades brindadas en la realización de este trabajo de investigación. Esta experiencia será inolvidable, muchas gracias.

Al **técnico Armando Virgen** por sus valiosos consejos para mi formación profesional y como persona, principal instructor en las actividades de laboratorio realizadas.

Al **técnico Antonio Santiestéban** por compartir momentos gratos durante mi estancia en el ECOSUR.

A mis amigos Jairo Enrique, Reynaldo de Jesús, Floriberto, Fray Bendramín, Ciro Aldrín, Luis Alberto, Begalí, Daniel Gómez, Maynor, Carlos, Sergio Germán e Ismael. A mis amigas Carina Robledo, Yessenia Maribel. Por compartir experiencias de la vida y ser parte fundamental en mi formación como ser humano.

A mis compañeros de generación XCIX de la carrera de Ing. en Agrobiología, porque juntos pasamos momentos de pena, tristeza y alegría. Siempre nos tendimos la mano uno al otro cuando alguien la necesito, somos una gran familia.

A mis compañeros de la Rondalla Universitaria de la U.A.A.N; porque siempre y en todo momento dimos nuestro mejor esfuerzo en cada presentación; gracias a ella nuestras vidas quedaron fuertemente unidas. Y porque hicimos de esas noches de serenatas momentos de alegría irrepetibles e inolvidables que han quedado grabados en el fondo de mi alma.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al **Dr. Investigador Julio César Rojas de León (ECOSUR)** por brindar parte de su tiempo en el asesoramiento y revisión de las principales actividades de laboratorio realizadas, hasta la conclusión final de este trabajo de investigación; admirable es su ayuda desinteresada e inmensa entrega. Mil Gracias por compartir conmigo su valiosa amistad, por ser una persona honesta, emotiva, comprensible y con un gran sentido humano trascendental.

ÍNDICE DE CUADROS

No.		Pág.
3.1	Duración en días de cada una de las cuatro etapas biológicas de moscas de la fruta de importancia económica.	13

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
2.1	Daños causados por larvas de <i>Anastrepha obliqua</i> en mango vista de un corte transversal.	5
2.2	Apariencia física de los daños producidos por la oviposición en la cáscara del mango por <i>A. obliqua</i> .	5
3.1	Descripción de cada una de las cuatro etapas del ciclo de vida de <i>A. obliqua</i> .	14
3.2	Morfología de los huevecillos de <i>A. obliqua</i> (parte superior derecha) y de otras especies de moscas de la fruta.	17
3.3	Características morfológicas del tercer estadio larvario de <i>A. obliqua</i> .	18
3.4	Hembras y machos de en estado adulto de <i>A. obliqua</i> .	19
3.5	Cabeza en vista lateral y frontal de <i>A. obliqua</i> .	19
3.6	Tórax en vista dorsal de <i>A. obliqua</i> .	20
3.7	Tórax en vista lateral de <i>A. obliqua</i> .	20
3.8	Ala derecha de <i>A. obliqua</i> .	21
3.9	Vista dorsal del abdomen de <i>A. obliqua</i> mostrando los terguitos abdominales y la terminalia de la hembra.	21
3.10	Trampa McPhail utilizada actualmente para el monitoreo por trampeo de moscas de la fruta.	34

5.1a	Efecto de la edad en la respuesta de atracción de <i>A. obliqua</i> (Macquart) a los volátiles de jobo de pava (<i>Spondias mombin</i> L.).	42
5.1b	Efecto de la edad en la respuesta de aterrizaje de <i>A. obliqua</i> (Macquart) a los volátiles de jobo de pava (<i>S. mombin</i> L.).	45
5.2	Efecto del apareamiento en la respuesta de atracción y aterrizaje de hembras y machos de <i>A. obliqua</i> a los volátiles de jobo de pava (<i>S. mombin</i> L.).	47
2.3a	Efecto de tres tipos de dietas alimenticias en la respuesta de atracción y aterrizaje de hembras de <i>A. obliqua</i> a los volátiles de jobo de pava (<i>S. mombin</i> L.).	49
2.3b	Efecto de tres tipos de dietas alimenticias en la respuesta de atracción y aterrizaje de machos de <i>A. obliqua</i> a los volátiles de jobo de pava (<i>S. mombin</i> L.).	52

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO ESPECIAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	4
Impacto en la fruticultura mexicana por la incidencia de las moscas de la fruta.	4
Pérdidas económicas por <i>Anastrepha obliqua</i> a nivel nacional.	4
Sintomatología en los frutos	5
Principales plantas hospederas de <i>Anastrepha obliqua</i>	6
Uso de volátiles de frutos hospederos como atrayentes en el monitoreo por trampeo de moscas de la fruta.	6
Justificación del trabajo de investigación.....	8
OBJETIVOS	10
HIPÓTESIS	10
REVISIÓN DE LITERATURA	11
GENERALIDADES DE <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart).....	11
Origen.	11
Importancia.....	11
Clasificación Taxonómica.....	12
Distribución geográfica.	12
Ciclo Biológico.....	13
Características morfológicas	15
Huevecillos	15
Larva.....	15
Pupa	16
Adulto.....	16
ASPECTOS ECOLÓGICOS.....	22
Factores Ambientales.	22
Humedad.....	22
Temperatura.....	22
Luz.....	23
Alimento.....	23
Enemigos Naturales.....	24
Hábitos de Comportamiento.....	24
Alimentación.....	25
Cortejo y Apareamiento.....	25
Oviposición.....	26
PROBLEMÁTICA ACTUAL POR <i>A. obliqua</i> Y OTRAS MOSCAS DE LA FRUTA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA.	28
Producción de mango en el estado de Chiapas.....	28
Panorámica internacional y acciones necesarias.	29

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.....	30
Manejo Integrado de la mosca de la fruta en México.....	30
Control Químico.....	31
Control Biológico.....	31
Control Autocida.....	32
Control Cultural.....	32
Control Legal.....	33
Control Etológico.....	33
Perspectivas del control etológico para moscas de la fruta del género <i>Anastrepha</i>	34
Monitoreo utilizando trampas con atrayentes alimenticios.....	34
Semioquímicos.....	35
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
Lugar de la investigación.....	37
Material biológico.....	37
Bioensayos.....	37
Efecto de la edad en la respuesta de <i>A. obliqua</i> a los volátiles de jobo de pava.....	38
Efecto del apareamiento en la respuesta de <i>A. obliqua</i> a los volátiles de jobo de pava.....	39
Efecto de la alimentación en la respuesta de <i>A. obliqua</i> a los volátiles de jobo de pava.....	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES.....	55
RESUMEN.....	56
LITERATURA CITADA.....	58
APÉNDICE.....	64

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios la producción de frutales en regiones tropicales y subtropicales del mundo, en general, ha tenido diversos problemas de sanidad, principalmente plagas y enfermedades.

Las moscas de la fruta, que pertenecen al orden Díptera y familia Tephritidae, son un grupo de insectos ampliamente distribuidos en la tierra, y tienen gran importancia económica por el daño directo que pueden producir a los frutos por cosechar.

Entre las plagas más importantes de los frutales mexicanos se encuentran cuatro especies del género *Anastrepha*. La mosca Mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens* (Loew), se le encuentra asociada primordialmente a naranja, mandarina y toronja; mientras que *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) ataca a una gran variedad de zapotes, entre los que destacan el mamey y el chicozapote; a *Anastrepha striata* (Schiner) se le considera que únicamente ataca a guayaba; y la mosca de la fruta de las Indias Occidentales, *Anastrepha obliqua* (Macquart), es más común en mango, ciruela, cítricos y jobo.

Ésta última especie es un organismo muy dinámico, con alta capacidad de adaptación y multiplicación; representa una gran amenaza para la comercialización de estos productos agrícolas en los mercados nacionales e internacionales; ya que ésta es regulada por estrictas normas internas y externas que exigen un minucioso control de calidad. La incidencia de esta plaga en los huertos afecta seriamente las condiciones de vida de los productores que de alguna u otra manera dependen de esta actividad. Actualmente se han estimado pérdidas de hasta el 25% de la producción nacional.

El principal método de control de *A. obliqua* lo constituye el uso de insecticidas, pero las desventajas de este método han llevado a plantear la necesidad de un Manejo Integrado de Plagas (MIP). Sin embargo, para lograr que los métodos de control enfocados al MIP sean más viables y eficientes es indispensable conocer a fondo y comprender la complejidad de su desarrollo biológico así como también las relaciones que guardan o la manera en que estos interactúan con su medio ambiente a través del tiempo y del espacio.

Uno de los componentes del control etológico, dentro del MIP, lo constituye el trapeo de las moscas de la fruta. Tradicionalmente las moscas de la fruta se han monitoreado utilizando trampas especiales cuya fuente principal de atracción es una fuente proteica (trampa McPhail). Sin embargo, debido a que la proteína hidrolizada y otros cebos sintéticos no son tan específicos y pierden su capacidad de atracción en menos de dos semanas (Robacker y Heath, 1996), se están buscando atrayentes alternativos tales como semioquímicos naturales o sintéticos propios de plantas hospederas (altamente volátiles) o feromonas de insectos; que son detectados a grandes distancias y aprovechados por estos insectos fitófagos para encontrar sitios de alimentación, oviposición y refugio (Aluja y Prokopy, 1992). También se estudian características que las estimulan visualmente como color, tamaño, forma y movimiento hasta el hecho de ser atrapadas.

No obstante, en campo, la respuesta de comportamiento o fisiológica de las moscas de la fruta siempre va a estar influenciada por el tiempo y por los diversos factores que integran su hábitat: abióticos (variaciones de temperatura, luz solar, agua y viento), y bióticos (tipo y disponibilidad de fuentes alimenticias ricas en azúcares y proteínas propias de plantas hospederas preferenciales, así como también los enemigos naturales que los acechan).

La disposición de métodos precisos para el monitoreo de las poblaciones de mosca de la fruta es una condición previa clave para tomar decisiones efectivas en relación con el inicio y término de los programas de control en áreas amplias

destinados a suprimir las plagas, así como con los destinados a establecer áreas libres o de baja prevalencia de la mosca de la fruta.

En este trabajo de investigación se evaluó si la edad, el apareamiento y la alimentación de *A. obliqua* (Macquart) afecta su respuesta a una mezcla sintética de jobo de pava (*Spondias mombin* L.), más el estímulo visual consistente de un fruto artificial. Los bioensayos se realizaron en laboratorio utilizando un túnel de vuelo similar al descrito por Robacker y Fraser (2002).

ANTECEDENTES

Impacto en la fruticultura mexicana por la incidencia de las moscas de la fruta.

La incidencia de esta plaga en los huertos frutícolas afecta seriamente las condiciones de vida de los productores que de alguna u otra manera dependen de esta actividad. Actualmente se han estimado pérdidas de hasta el 25% de la producción nacional. Esta plaga afecta a más de 30 especies de frutales que se cultivan en forma comercial y a 60 que se cultivan en menor escala.

Además el nivel de daño económico es muy alto pues al momento de la comercialización internacional infestaciones muy bajas pueden causar el rechazo total de embarcaciones completas.

Pérdidas económicas por *Anastrepha obliqua* a nivel nacional.

Para el monitoreo y control de *Anastrepha obliqua*, tan solo en el cultivo del mango, los productores exportadores invierten alrededor del 10 al 15% de los ingresos brutos de producción en tratamientos hidrotérmicos, químicos e inspecciones. Los grandes productores pueden implementar modernos y tecnificados sistemas de producción, pero los pequeños y medianos productores a veces ni siquiera realizan controles; debido a que algunos de los insumos son costosos y de importación, convirtiéndose sus frutales en focos de infestación.

Actualmente en México las pérdidas económicas anuales estimadas superan los 740 millones de pesos. Un 10% de esta cifra corresponde a la producción en la región Soconusco de Chiapas, donde se registran 170 000 hectáreas afectadas con

esta plaga; de las cuales 18 559 están cultivadas con mango, papaya, cítricos y chicozapote, entre otros (SENASICA 2004).

Sintomatología en los frutos

A. obliqua daña los frutos al depositar en ellos sus huevecillos, ya que conforme se van desarrollando los tres estadios larvarios y alimentándose, producen una serie de galerías en la pulpa del fruto, que al oxidarse producen la proliferación de bacterias y otros microorganismos que “pudren la fruta”; creando zonas necróticas, fibrosas y endurecidas, y de color café oscuro en frutos maduros (Figura 1).



Figura 2.1. Daños causados por larvas de *A. obliqua* en mango vista de un corte transversal.

Muchas frutas con larvas aceleran su proceso de maduración y son fácilmente identificadas, porque se forman manchas o puntos cafés en el sitio donde la hembra insertó su ovipositor o porque aparecen manchas amarillas en frutas verdes; de esta forma a veces es posible separar los frutos dañados antes y después de la cosecha (Figura 2).



Figura 2.2. Apariencia física de los daños producidos por la oviposición en la cáscara del mango por *A. obliqua*.

Es indispensable atacar estos focos de infestación para detener la propagación, sumando esfuerzos del productor con la ayuda del gobierno; de lo contrario, y en particular al producto chiapaneco que alcanza ingreso de hasta 15 millones de dólares, podrían cerrarse fronteras de comercialización con Estados Unidos de América y otros países que son potenciales compradores.

Principales plantas hospederas de *Anastrepha obliqua*

A. obliqua prefiere y ataca principalmente plantas hospederas tropicales de la familia Anacardeaceae. Es la mayor plaga del mango (*Mangifera indica* L.) y jobo de pava (*Spondias mombin* L.). Así mismo, Norrbom y Kim (1998) mencionan que han sido detectadas en almendra (*Prunus dulcis* Miller), café arábigo (*Coffea arabica* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), marañón (*Anacardium occidentale* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), granadilla gigante (*Passiflora quadrangularis* L.), uva (*Citrus paradisi* Macfad), pera (*Pyrus communis* L.), toronja (*Citrus grandis* Osbek), naranja agria (*Citrus aurantium* L.), naranja dulce (*Citrus sinensis* L. Osbeck) y lima dulce (*Citrus limetta* Risso). También *A. obliqua* se encuentra relacionada con hospederos de las familias Annonaceae, Bignonaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Myrtaceae como la pomarroza (*Eugenia jambos* L.), y Rosaceae.

Uso de volátiles de frutos hospederos como atrayentes en el monitoreo por trampeo de moscas de la fruta.

Las plantas tienen la capacidad de generar una variedad de compuestos orgánicos volátiles que desempeñan diversos papeles fisiológicos y de transmisiones de señales, algunos de estos compuestos orgánicos son emitidos en cantidades suficientemente grandes como para producir un impacto en el medio

ambiente. Por ejemplo, algunos monoterpenos inducen la producción de ozono, el geraniol es un atrayente de polinizadores, ciertos aldehídos actúan como defensas químicas contra el ataque de microorganismos y otros señalan sitios de alimentación.

Entre los atrayentes más utilizados actualmente, desarrollados a partir de los volátiles de una planta hospedera, se encuentra el de la mosca de la manzana, *Rhagoletis pomonella*.

Fein *et al.* (1982) en bioensayos de laboratorio descubrieron que una mezcla de seis componentes identificados en el olor de la manzana (acetato de hexilo, hexanoato de hexilo, hexanoato de propilo, butanoato de hexilo, 2-metilbutanoato de butilo y el propanoato de hexilo) fue altamente atractiva a ambos sexos de *R. pomonella*. Con la eficacia de esta mezcla como atrayente verificada en pruebas de campo (Averril *et al.* 1988), se produjo comercialmente un atrayente para usarlo en trampas tipo esferas pegajosas de color rojo.

Para el caso de moscas de la fruta del género *Anastrepha*; varios estudios han demostrado que de los volátiles extraídos del fruto chapote amarillo (*Sargentia greggii*) hospedero importante de *A. ludens* en una mezcla de 4 componentes (1,8-cineole, hexanoato de etilo, hexan-ol y octanoato de etilo) probó ser 12 veces más atractiva que el agua para esta especie de moscas en condiciones de campo. Pero solo 29-56% más atractiva que la torula, que es un producto usado para trampeo de moscas de la fruta (Robacker *et al.*, 1992).

Nigg *et al.* (1994) evaluaron en bioensayos de laboratorio la atractividad de 22 extractos de frutos hospederos de *Anastrepha suspensa*, ellos encontraron que el extracto de naranja fue el más atractivo. Este análisis químico identificó 19 compuestos, y de los 8 compuestos más atractivos el bisaboleno, 3-careno, farnesol, α -felandreno y β -pineno fueron muy atractivos para ambos sexos.

Eismman & Rice (1992) probaron una gran cantidad de compuestos individuales volátiles comunes de frutas en laboratorio y demostraron que muchos compuestos de cuatro átomos de carbón (ácido butírico, butanoato de etilo y 2-butanona), el lactato de etilo y el α -farneseno actuaron como atrayentes de oviposición de *Dacus tryoni*. La oviposición de *Dacus oleae* fue influenciada por volátiles de olivos semi-maduros, principalmente por α -pinene en bioensayos hechos en el laboratorio (Scarpati *et al.*, 1993).

En el mango se identificaron tres compuestos volátiles que atraen a *C. capitata* utilizando cromatografía de gases acoplada a electroantenografía (CG-EAD), CG-Espectrometría de masas (EM) y ensayos de estándares por electroantenografía (EAG). Los tres compuestos fueron identificados como: (1S)-(-)- β -pineno, octanoato de etilo, y β -cariofileno. Las amplitudes de las respuestas electroantenográficas tanto para hembras como para machos a los tres volátiles del mango fueron significativamente mayores que la del hexanol usado como control. Para los machos y las hembras la mayor respuesta antenal fue producida por el β -cariofileno, seguido del octanoato de etilo. La respuesta electroantenográfica de las hembras al β -cariofileno y (1S)-(-)- β -pineno fue significativamente mayor que la de los machos (Cossé *et al.*, 1995).

Rojas *et al.* (2004) trabajando con los volátiles del jobo de pava (*Spondias mombin*) encontraron que hembras y machos de *A. obliqua* fueron atraídos y aterrizaron con mayor frecuencia en una mezcla sintética de 8 ésteres y 1 alcohol; sin embargo, las hembras fueron antenalmente más activas a estos compuestos.

Justificación del trabajo de investigación.

Desde años atrás se han realizado trabajos de investigación con el objetivo principal de identificar nuevos atrayentes a partir de los volátiles de frutos de plantas hospederas que son seriamente atacadas por *A. obliqua*, principalmente mango,

chicozapote y jobo de pava. Algunos resultados muestran que los frutos nativos hospederos de moscas de la fruta son una fuente potencial de atrayentes.

En la región del Soconusco Chiapas el fruto nativo comúnmente conocido como jobo de pava o ciruela amarilla es atacado fuertemente por individuos de *A. obliqua*.

Este árbol es de importancia económica ya que se usa en la agricultura como cercas vivas; en la industria para elaborar bebidas alcohólicas, su pulpa para fabricar papel y como suplemento alimenticio para el hombre y animales; se emplea como medicina para curar hemorragias y granos; en carpintería con su madera se hacen muebles, cajas y embalajes, mangos para herramientas, palillos dentales y para helados, y comúnmente empleado como leña.

Investigaciones recientes usando la técnica “Headspace” dinámico han aislado e identificado a nueve componentes (8 esteroides y 1 alcohol) de los volátiles de *S. mombin*, que son altamente atrayentes para ambos sexos de *A. obliqua* en pruebas de laboratorio y jaulas de campo (Rojas et al., 2004; Cruz-López et al., 2006).

De acuerdo a lo anterior, la finalidad de este trabajo de investigación fue determinar si los factores edad, apareamiento y tipo de alimentación influyen en el comportamiento de respuesta de *A. obliqua* a los volátiles sintéticos del jobo de pava en condiciones de laboratorio.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el efecto de tres factores en el comportamiento de respuesta de *A. obliqua* a volátiles de jobo a través de bioensayos en túneles de vuelo.

Objetivos específicos

1. Evaluar si la edad de *A. obliqua* influye en su respuesta a los volátiles de jobo.
2. Evaluar si la condición sexual (apareada o virgen) de *A. obliqua* influye en su respuesta a los volátiles de jobo.
3. Evaluar si la alimentación de *A. obliqua* influye en su respuesta a los volátiles del jobo.

HIPÓTESIS

1. Las moscas de *A. obliqua* de mayor edad responden más intensamente a los volátiles de jobo.
2. La respuesta de moscas de *A. obliqua* a los volátiles de jobo incrementa conforme éstas alcanzan su madurez sexual.
3. La escasez de fuentes proteicas en la dieta alimenticia de *A. obliqua* determina una mayor respuesta hacia los volátiles de jobo.

REVISIÓN DE LITERATURA

GENERALIDADES DE *Anastrepha obliqua* (Macquart)

Origen.

La mosca de la fruta *A. obliqua* fue descubierta por primera vez en Florida, Estados Unidos en 1930; como resultado de ese descubrimiento, a partir de 1930 hasta 1936, se implemento una amplia y rigurosa campaña para la erradicación de esta especie. Las acciones de erradicación comenzaron en 1934 e incluyeron el retiro y la destrucción extensa de frutos dañados así como la aplicación bisemanal de insecticidas en aerosol. Durante este tiempo, numerosos individuos de *A. obliqua* fueron eliminados y extraídos en toda esa región.

Importancia.

Esta mosca es considerada como la principal plaga de los frutales en México, particularmente a miembros de la familia *Anacardeaceae* (Whervin 1974), debido a que por su poder destructivo dañan directamente a las especies frutícolas ya que provoca reducción de su vitalidad, destrucción de frutos, dando como resultado una cosecha pobre, de baja calidad y con un alto costo de producción; lo que restringe su producción y comercialización nacional e internacional.

Los nombres con los que se les conoce comúnmente a *A. obliqua* le son atribuidos debido al tipo de hospedero vegetal que prefiere o por la región donde esta distribuida. Por ejemplo se le conoce como mosca del mango, del ciruelo, de los cítricos, del jobo, mosca de la fruta de las Indias Occidentales o de las Antillas.

Clasificación Taxonómica.

Siguiendo a Borror *et al.*, (1981) la clasificación taxonómica de *A. obliqua* es la siguiente:

Phyllum	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Díptera
Familia	Tephritidae
Género	<i>Anastrepha</i>
Especie	<i>obliqua</i>

Distribución geográfica.

De acuerdo con Foote *et al.* (1993), *A. obliqua* ocurre a lo largo de las Antillas Mayor y Menor. También es encontrada en más partes del mundo que ninguna de las otras especies del género *Anastrepha*. Por ejemplo ha sido registrada en América Central (Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá) y América del Sur (Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam, Venezuela). (White y Elson-Harris, 1992).

En México los estados afectados por la incidencia de esta especie de mosca (**fase bajo control fitosanitario**) son Colima, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Chiapas, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala y Yucatán.

Los estados con poca presencia (**fase de baja prevalecía**) son Aguascalientes, Durango, Nuevo León, Sinaloa (centro y sur), Tamaulipas (norte y centro) y 48 municipios de Zacatecas.

Ciclo Biológico.

A. obliqua es un insecto holometábolo (metamorfosis completa), es decir, que durante el desarrollo de su ciclo de vida pasa por 4 etapas; las cuales son huevecillo, larva, pupa y adulto.

La hembra grávida inserta su ovipositor en el fruto y deposita una serie de huevecillos por debajo de la cáscara o en la pulpa. De los huevecillos emergen las larvas o gusanos las cuales se alimentan de la pulpa hasta completar tres etapas de desarrollo en la misma. La maduración de la larva generalmente coincide con la maduración del fruto y la caída del mismo. Una vez madura, la larva abandona el fruto y se entierra a pocos centímetros de profundidad (4-8 cm), se convierte en pupa; después de algún tiempo, emerge el adulto que iniciará un nuevo ciclo de vida (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1.- Duración en días de cada una de las 4 etapas biológicas de moscas de la fruta de importancia económica.

ESPECIE	CICLO BIOLÓGICO (Días)			Capacidad oviposición (Huevos)	Generaciones por Año
	Huevo	Larva	Pupa		
<i>Caratitis capitata</i>	2-7	6-11	9-15	300-800	12
<i>Anastrepha fraterculus</i>	3	8-9	12-14	400-800	8-10
<i>Anastrepha striata</i>	1-4	10-25	10-15	100-800	4-8
<i>Anastrepha serpentina</i>	1-4	10-25	10-15	100-800	4-8
<i>Anastrepha obliqua</i>	1-4	10-25	10-15	100-800	4-8

La duración de cada etapa del Ciclo Biológico depende directamente de las condiciones ambientales. Datos obtenidos en el Centro de Producción y Esterilización de Moscas de la fruta. La Molina-Perú.

Cuando el adulto emerge de la pupa se moviliza por entre el sustrato de pupación, si es tierra toma ventaja de los espacios de la estructura del suelo. Las moscas, recién emergidas, son blandas y húmedas por lo que buscan un refugio (hojas secas caídas, troncos, etc.) donde permanecen estáticas, secándose y

extendiendo las alas. Sus alas aún no adquieren la coloración típica y su vuelo es corto. Una vez secas, se activan y vuelan a la parte superior de algún árbol (generalmente el mismo que está cubriéndolas) donde buscan alimento. Este lo encuentran en néctares, frutos maduros que presentan heridas (aunque estén tirado sobre el suelo), en secreciones de troncos y hojas y en las secreciones de áfidos y otros insectos chupadores (Boscán, 1992). De tres a diez días después, llegan a su madurez sexual, la cópula tiene lugar y el ciclo se repite (Figura 3.1).

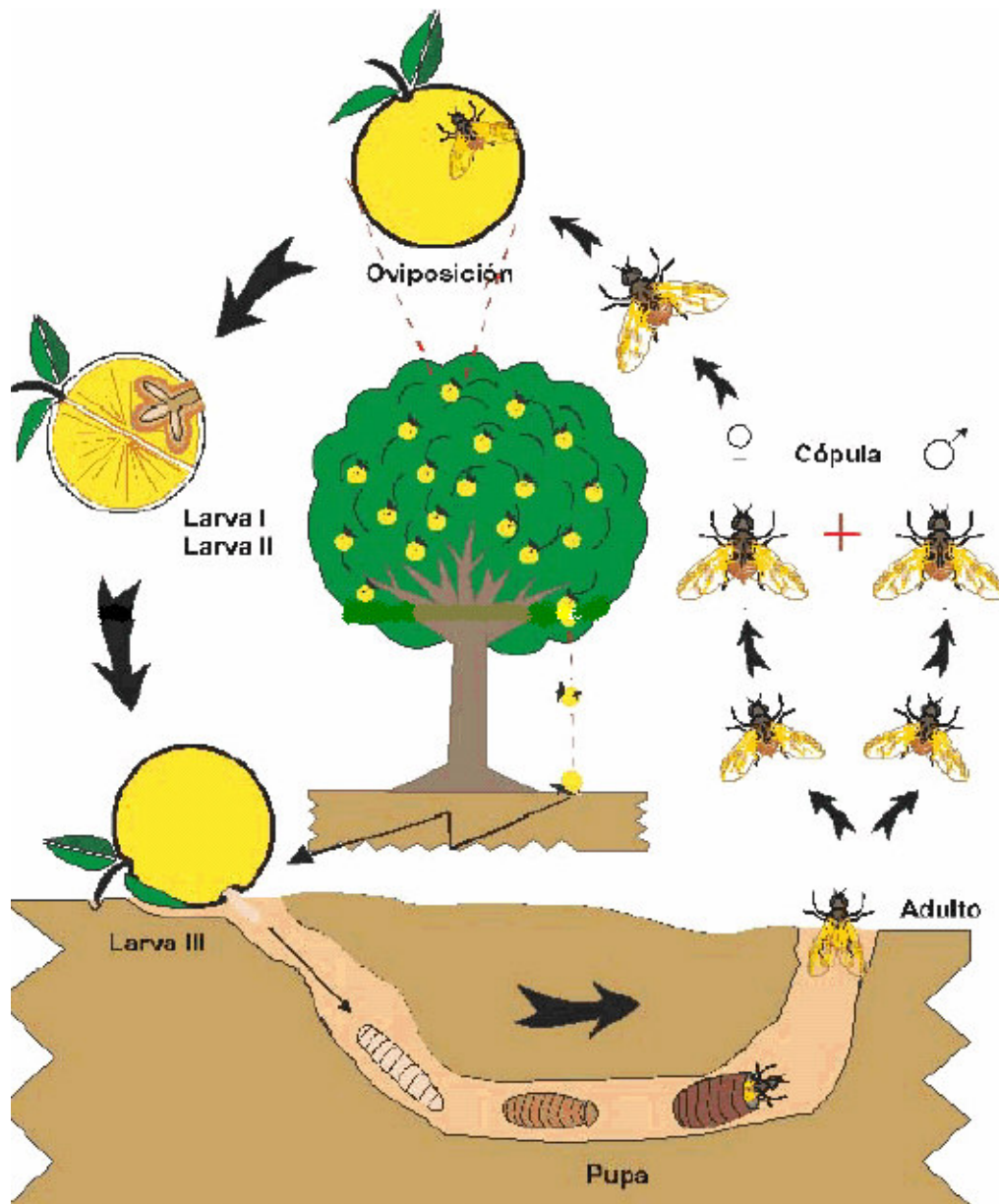


Figura 3.1. Descripción de cada una de las 4 etapas del ciclo de vida de *A. obliqua*.

Características morfológicas

Cada una de las etapas del ciclo biológico presenta las siguientes características:

Huevecillos

Son de color blanco, alargados, ligeramente curvados, son muy susceptibles a la deshidratación, el lapso de tiempo en esta etapa generalmente es de 1-4 días dependiendo de las condiciones en que se encuentren (Figura 3.2).

Larva

La longitud de la larva varía de 3 a 15 mm, presenta forma muscidiforme, es decir ensanchada en la parte caudal y va adelgazándose gradualmente hacia la cabeza. El color de la larva recién nacida es de color blanco cremoso, pero de acuerdo a su desarrollo adquiere un color amarillento, su duración en ésta etapa es de 10-25 días aproximadamente (Berg, 1979; Aluja, 1984). Presenta 3 estadíos larvarios, las características más notorias se dan en el tercer estadío (Figura 3.3).

El cuerpo está compuesto por 11 segmentos; tres corresponden a la región del tórax y 8 al abdomen, además de la cabeza.

En el primer segmento del tórax, se encuentran un par de espiráculos anteriores con prolongaciones tubulares que salen de sus bordes libres y están perforados en el ápice, se conocen con el nombre de dígitos, por su forma parecida a dedos.

La cabeza no se encuentra esclerosada, es pequeña retráctil en forma de cono. En su parte anterior lleva las antenas y papilas sensoriales. Las mandíbulas son dos ganchos esclerosados paralelos que se distinguen fácilmente en la abertura

oral y casi completamente cubiertos por los labios, los cuales forman una serie de membranas carnosas con la apariencia de abanico llamadas carinas bucales.

En el segmento caudal se observa otro par de espiráculos llamados posteriores, muy diferentes a los anteriores, cada uno tiene tres aberturas rodeadas por un peritrema; estructura esclerosada y hacia el exterior nacen de ellos una serie de proyecciones en forma de rayas o pelos denominados “procesos interespiraculares” que varían en forma y tamaño según la especie.

Pupa

Es una cápsula cilíndrica, teniendo primero un color pardo claro que se va oscureciendo gradualmente conforme avanza de edad a pardo rojizo. El lapso de tiempo en ésta etapa es de 20-25 días.

Adulto

Es de tamaño medio siendo la hembra más grande que el macho, y la coloración que alcanza es café amarillo (Figura 3.4). Generalmente presenta la siguiente morfología:

La cabeza con genas y el vértice amarillos, carina facial medianamente desarrollada y sin protuberancia; sedas ocelares muy cortas y débiles; dos pares de sedas orbitales presentes; longitud antenal moderada (Figura 3.5).

El tórax con macrosedas castaño negruzcas, con el mesonoto de color amarillo naranja, con una franja central ensanchándose posteriormente y con otras dos franjas laterales iniciándose desde poco antes de la sutura transversal al escutellum; escutelo amarillo pálido sin ninguna mancha en la parte media de la sutura escuto-escutelar; el medio tergito ó metanoto es amarillo naranja y con dos

manchas negras a los lados; vellosidades del tórax de color café oscuro, excepto sobre la franja central donde es de color amarillo pálido (Figura 3.6 y 3.7).

Las bandas de las alas de color café-naranja-amarillo, las bandas S y Costal tocándose en la vena R4+5, y con la mancha hialina en el ápice de R1 presente; la banda en V generalmente unida a la banda en S, pero en raras ocasiones se encuentran ligeramente separadas por lo tanto la banda V siempre completa; curvatura apical de la vena M moderada y la vena R4+5 casi recta. La longitud del ala varía desde 5.85-7.5 mm. En el abdomen con los terguitos son de un solo color (Figura 10).

El ovipositor o aculeus en hembras mide 1.3 a 1.6 mm de longitud y presenta de 9 a 11 dientes por lado, en forma de espinas de rosal. Funda del ovipositor o segmento VII generalmente de tamaño menor que el resto del abdomen. Ver esquemas (Figura 3.8).

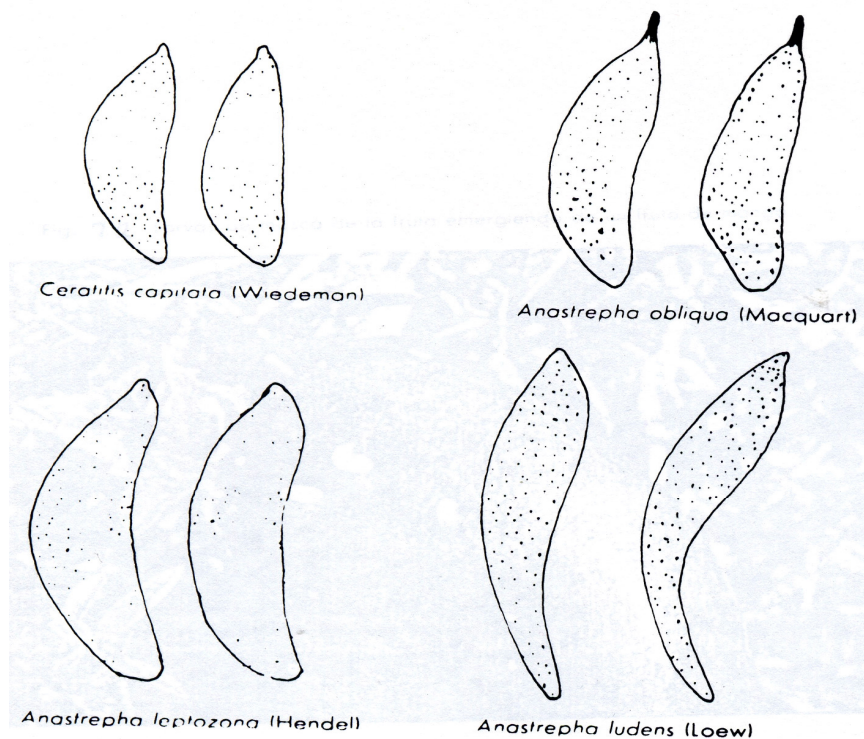


Figura 3.2. Morfología de los huevecillos de *A. obliqua* (parte superior derecha) y de otras especies de moscas de la fruta (tomada de Fernández, 1995).

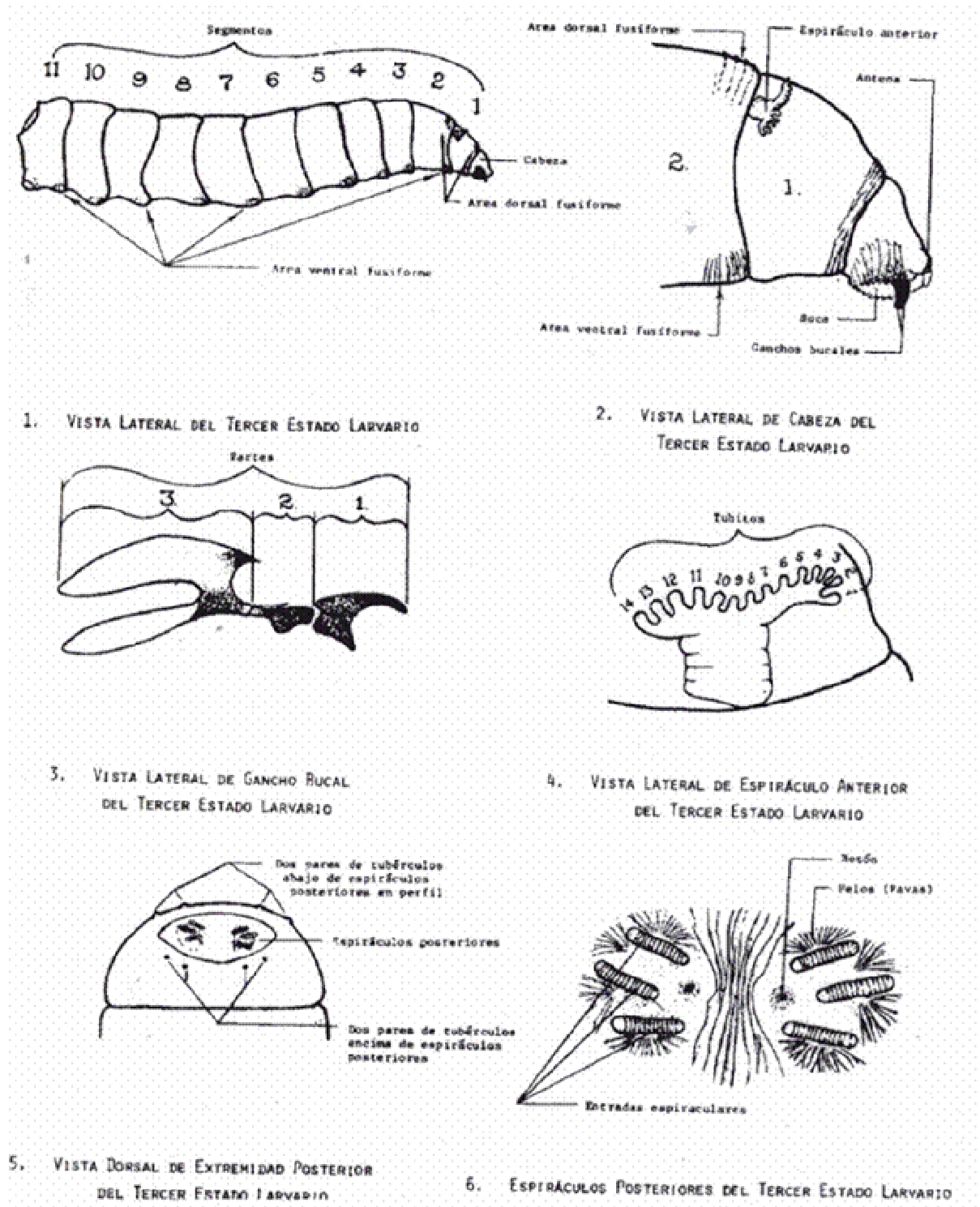


Figura 3.3. Características morfológicas del tercer estadio larvario de *A. obliqua*. Tomada del Apéndice Técnico para la identificación de moscas de la fruta (SENASICA 2004).



Figura 3.4. Hembras y machos en estado adulto de *A. obliqua*.

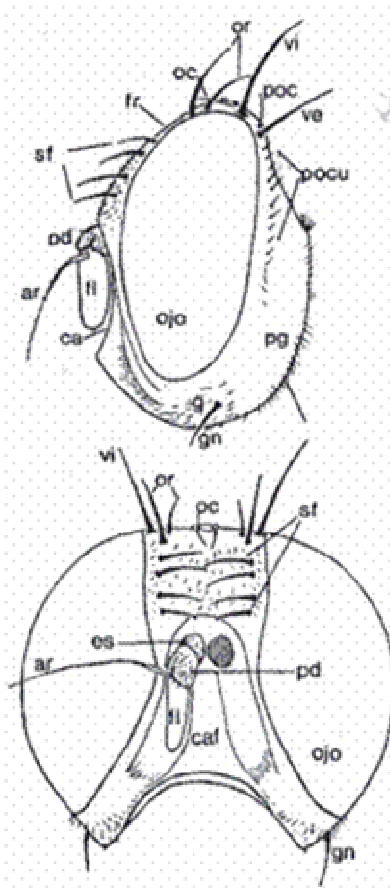


Figura 3.5. Cabeza en vista lateral y frontal de *A. obliqua*: **ar** = arista; **ca** = cara; **caf** = carina facial; **es** = escapo; **fl** = flagelo; **fr** = frente; **g** = gena; **gn** = seda genal; **oc** = sedas ocelares; **or** = sedas orbitales; **pd** = pedicelo; **pg** = postgena; **poc** = sedas postocelares; **pocu** = sedas postoculares; **sf** = sedas frontales; **ve** = sedas verticales extremas; **vi** = sedas verticales internas. (Fig. 4-8 Tomadas de Hernández, 1992).

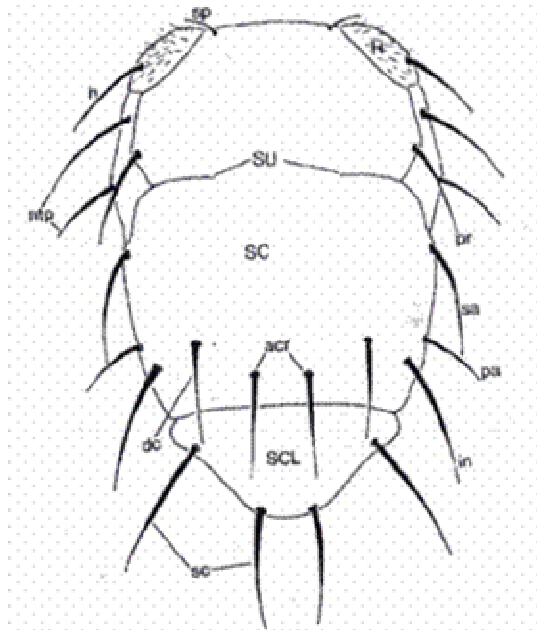


Figura 3.6. Tórax en vista dorsal de *A. obliqua*: **acr** = sedas acrosticales; **dc** = sedas dorsocentrales, **h** = sedas humerales (pospronotales); **H** = humeros, **in** = sedas intraalares; **ntp** = sedas notopleurales, **pa** = sedas postalares, **pr** = sedas presuturales; **sa** = sedas supraalares; **SC** = escudo (Scutum); **sc** = sedas escutelares; **SCL** = escutelo (Scutellum); **sp** = sedas escapulares; **SU** = Sutura transversa.

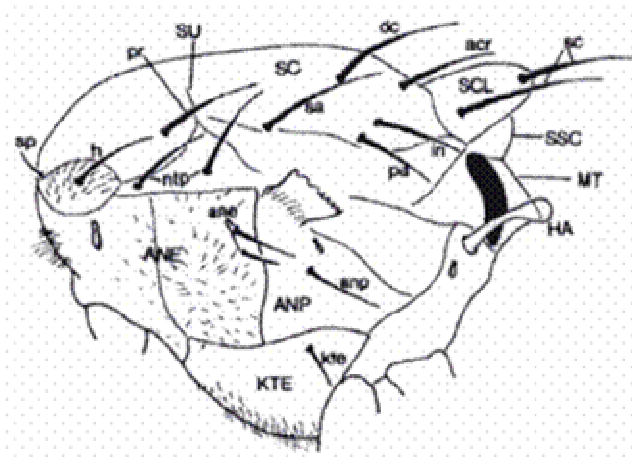


Figura 3.7. Tórax en vista lateral de *A. obliqua*: **ANE** = Anepisterno; **ane** = sedas anepistemales; **ANP** = Anepimeron; **anp** = seda anepimeral; **HA** = Halterales, **KTE** = Katepisterno; **kte** = seda katepisternal; **MT** = Medioterguito (Metanono); **SSC** = Subcutelo (Postescutelo).

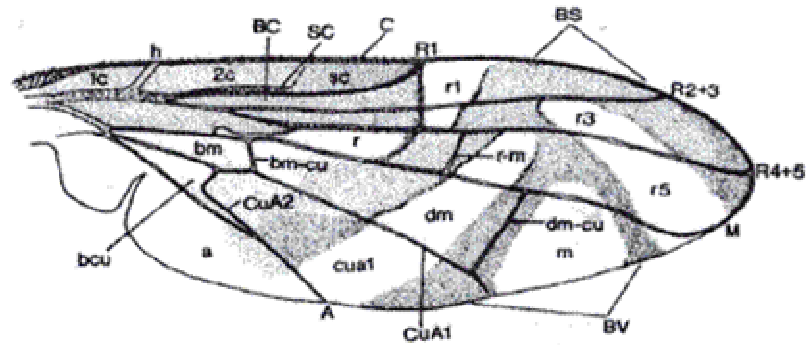


Figura 3.8. Ala derecha de *A. obliqua*: **A** = Vena anal; **BC** = Banda Costal; **BS** = Banda S; **bcu** = celda basal cubital; **bm** = celda basal media; **bm-cu** = vena cruzada bm-cu; **C** = vena Cruzada dm-cu; **M** = vena Media; **R1** = vena Radial 1; **R2+3** = vena radial 2+3; **R4+5** = vena Radial 4+5; **r-m** = vena cruzada radial media.

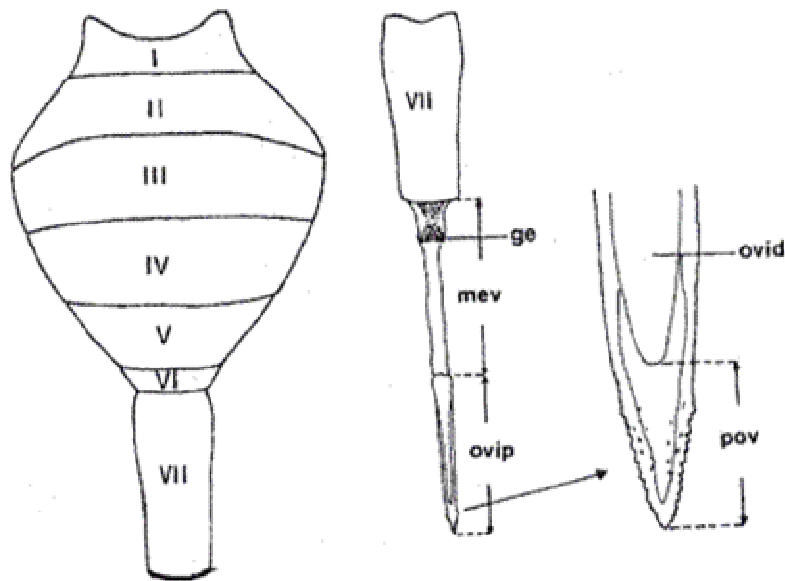


Figura 3.9. Vista dorsal del abdomen de *A. obliqua* mostrando los terguitos abdominales y la terminalia de la hembra: **ge** = ganchos esclerosados (rasper); **mev** = membrana eversible; **ovid** = oviducto; **ovip** = ovipositor (aculeus); **pov** = punta del ovipositor.

ASPECTOS ECOLÓGICOS

A. obliqua es un organismo muy dinámico, presenta una gran adaptabilidad en los agroecosistemas frutícolas con condiciones óptimas para su desarrollo, y su grado de infestación y multiplicación es masiva. De acuerdo con las exigencias del ambiente y la época del año, se desplazan de una planta a otra, manteniendo niveles de población muy elevados. Cuando una planta hospedera preferida, en la que pueden terminar su ciclo, termina su fructificación emigran a otra, lo que les permite completar una nueva generación. A veces atacan simultáneamente tres o cuatro hospederos.

Factores Ambientales.

Bateman (1972) observó que los factores ambientales que influyen en los sistemas de vida de los tefrítidos son: humedad, temperatura, luz, enemigos naturales y alimento.

Humedad.

Factor determinante de la abundancia para muchas especies de tefrítidos; raramente se encuentran en partes extremadamente secas, los adultos y larvas son susceptibles a bajos porcentajes de humedad relativa (deseccación). La humedad influye en la supervivencia de las pupas en el suelo, ya que a baja humedad las pupas se deshidratan y con humedad alta se ahogan, siendo atacadas por entomopatógenos.

Temperatura.

Tiene un papel dominante en la determinación de los rangos de desarrollo, y tal vez es la responsable mayor de la regularización poblacional y su sincronización

con los cambios en el ambiente (mediador directo e indirecto a través de sus efectos en los rangos de desarrollo, mortalidad y fecundidad). La temperatura óptima para la actividad de vuelo es de 25 ± 2 °C.

Luz.

Juega un papel importante en la determinación de fecundidad, pero tiene un efecto menos directo en los rangos de desarrollo y mortalidad. Afecta a la fecundidad en dos formas principales: la primera por influencia en la actividad general de hembras adultas (especialmente actividad de alimentación y oviposición); y segunda por su importante papel en la sincronización del comportamiento de apareamiento, como lo señala Bateman (1972). Aluja *et al.*, (1982) determinaron que el comportamiento sexual de *A. obliqua* es durante el día presentando su pico máximo a las 10:00 A.M.

Alimento.

Bateman (1972), considera que la disponibilidad y el requerimiento alimenticio en los estados de larvas y adultos de moscas de la fruta influyen en la abundancia, desarrollo, fecundidad y mortalidad de los adultos. Los carbohidratos son la fuente principal de nutrientes en la dieta de los insectos y desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la vida de las demás especies (Dadd, 1985).

Estos nutrientes son una gran fuente de energía, participan en la composición estructural de la quitina, son fago-estimulantes, regulan la cantidad de dieta ingerida y estimula la oviposición (Nayer y Saurman, 1974; Cangussu y Zucoloto, 1995; Joachim-Bravo y Zucoloto, 1997).

Los efectos específicos de la deficiencia de carbohidratos sobre las moscas de la fruta no han sido completamente entendidos, pero; en general, la ausencia de estos nutrientes reduce sus actividades tales como en el comportamiento de

dispersión y alimentación; probablemente debido a la escasez de energía. (Landolt y Davis-Hernández, 1993). Las proteínas son la otra fuente principal de alimento, pueden sobrevivir hasta cuatro semanas o meses sin proteína; sin embargo, el nivel de fecundidad es muy bajo. Las fuentes típicas de proteína son mielecillas, granos de polen, exudados de plantas, heces de pájaros y microorganismos. A menudo, la proteína es un nutriente limitado y las moscas hembras continuamente agotan sus reservas cuando producen y ovipositan huevecillos, también gastan una gran cantidad al tratar de buscar otras fuentes iguales o alternas de nutrientes.

Enemigos Naturales.

Las etapas de vida de moscas de la fruta que están más expuestas a la acción de los enemigos naturales son los asociados al suelo (larvas maduras, después de que han dejado al fruto; pupas y adultos recién emergidos), los huevecillos y el estado larvario están relativamente protegidos dentro del hospedero (fruto); aunque pueden ser atacados por avispas parásitas, ácaros y microorganismos patógenos (Bateman 1972).

Hábitos de Comportamiento

Las moscas de la fruta son organismos muy dinámicos con un poder de adaptación extraordinaria, que han encontrado en los predios frutícolas condiciones óptimas para su desarrollo y multiplicación. Pueden ser divididas en dos grandes grupos: especies univoltinas (una generación al año), que habitan regiones de clima templado con una fluctuación estacional marcada, como las moscas del género *Rhagoletis* y las especies multivoltinas (varias generaciones al año), comunes en regiones con clima subtropical y tropical como las moscas del género *Anastrepha*.

Matthews y Matthews (1978) refieren al comportamiento como las vías en las cuales un organismo se ajusta o interacciona con el medio. Dentro de las principales

actividades exhibidas dentro del comportamiento por adultos de *Anastrepha* son: alimentación, cortejo, apareamiento y oviposición.

Alimentación.

El alimento como elemento del ambiente, regula el número de individuos de una población y es el factor determinante de la distribución y abundancia de poblaciones de insectos. Así mismo posee una doble función, inducir a su búsqueda y ofrecer los nutrientes que puedan proveer toda la energía necesaria para todas las otras actividades, como para la producción de progenie. Las moscas de la fruta poseen requerimientos nutricionales específicos, que deben ser cubiertos por el alimento disponible en forma cualitativa y cuantitativa tanto para larvas como para adultos (Tsitsipis, 1989). Los carbohidratos, lípidos y agua resultan ser los requerimientos necesarios para el mantenimiento y longevidad, mientras que las proteínas, minerales, vitaminas y esteroides son necesarios en la reproducción de los adultos (Hendrichs y Prokopy, 1994). Los sustratos en la naturaleza de donde obtienen probablemente estos nutrientes son los jugos de frutos, exudados glandulares y néctares de flores, granos de polen, mielecillas, heces de aves y bacterias (Drew *et al.*, 1983; Hendrichs y Prokopy, 1990).

Cortejo y Apareamiento.

En el cortejo y apareamiento intervienen complejas y variadas interacciones entre estímulos químicos, visuales y auditivos. El sistema de apareamiento -no basado en recursos- que se presenta en estas moscas de la fruta es el de "lek" polígamo, el cual consiste en un agrupamiento de machos en un pequeño espacio donde se libera feromona con la finalidad de "llamar" a las hembras, generalmente este sitio es una hoja, lugar donde se lleva a cabo una fuerte competencia intrasexual entre los machos por un territorio para establecer una dominancia, exhibiendo al mismo tiempo un cortejo para intentar copular a las hembras que hayan sido atraídas a los alrededores (Shelly y Whittier, 1997). Toda esta conducta

coincide tanto con la producción de feromona por las glándulas pleurales localizadas al final del abdomen de los machos de *Anastrepha* (Nation, 1981), como de señales auditivas producidas por el constante abanicar de las alas.

Cuando las moscas de la fruta alcanzan la madurez sexual están listas para cumplir con la cópula, la cual realizan después de un complejo cortejo sexual, mediante el cual la hembra selecciona al macho más apto. En especies de *Ceratitis* como de *Anastrepha* una simple cópula es suficiente para toda su vida y además resisten intentos de cópula después de iniciada la oviposición.

Oviposición.

Normalmente a la oviposición precede un comportamiento de exploración del potencial hospedero. Las hembras caminan sobre la superficie de los frutos evaluando sus propiedades físicas y químicas para ser aceptado o rechazado como sitio de oviposición. En adición a la visión, la inspección es realizada por receptores olfatorios y táctiles localizados en antena, aparato bucal, tarsos y ovipositor (Rice, 1989). La decisión de ovipositar puede ser fuertemente influenciada por feromonas de marcaje u otros marcadores depositados por hembras que previamente hayan visitado el fruto, por los estímulos olfatorios debido a la presencia de larvas y por el estado fisiológico o experiencias previas de las moscas. Los huevos son depositados directamente dentro de los frutos por las hembras y estos no tienen movimiento entre los frutos. Así, la reproducción está fuertemente influenciada por la habilidad de las hembras de localizar y ovipositar en frutos de la especie de hospedero apropiada y que se encuentre en un estado que permita sobrevivencia y desarrollo de las larvas (Fletcher y Prokopy, 1991). El comportamiento de marcaje de hospederos básicamente consta del arrastre del ovipositor alrededor del orificio de oviposición, existiendo una probable relación de aspectos como la duración del marcaje y cantidad depositada de feromona con el tamaño del fruto (Papaj y Aluja, 1993).

El mayor estímulo de hospedantes a ambos sexos de las moscas de la fruta lo constituyen los compuestos volátiles de los frutos en maduración. Hay que considerar la relación planta-insecto.

PROBLEMÁTICA ACTUAL POR *A. obliqua* Y OTRAS MOSCAS DE LA FRUTA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Producción de mango en el estado de Chiapas.

De acuerdo a información de la Junta Local de Sanidad Vegetal, la importancia socio-económica del cultivo de mango "ataulfo" estriba en que tiene un valor estimado en más de 600 millones de pesos anuales, al cultivarse 18 mil hectáreas en los municipios de Suchiate, Frontera Hidalgo, Metapa, Tuxtla Chico, Cacahoatan, Tapachula, Mazatlán, Huehuetan y Tuzantán, donde genera 930 mil empleos directos e indirectos en huertos, empaque, transporte y comercialización.

Según información del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA 2004) esta en riesgo la exportación de 15 mil toneladas de mango hacia Estados Unidos, pues se detectaron, por lo menos 18 lotes con larvas vivas. También está en riesgo la comercialización de 45 mil toneladas que se venden en el mercado nacional, pues se correría el riesgo de que se infesten zonas libres del país.

La industria chiapaneca del mango, no se ve respaldada por el gobierno; pues en los últimos cuatro años la Federación y el Estado han aportado al Programa Alianza Contigo solamente la cantidad de 16.65 millones de pesos, cuando lo previsto eran 33 millones de pesos. De no aplicarse el "Proyecto de Baja Prevalencia de Moscas de la Fruta" para las regiones Costa y Soconusco de Chiapas, se corre el riesgo de perder el potencial de producción y exportación del mango, traduciéndose en graves problemas socioeconómicos para la región.

Problemática de este tipo presentan estados como Nayarit, Sinaloa, Veracruz y Oaxaca, ya que, no siempre la implementación de modernos sistemas tecnológicos de producción no garantiza una cosecha de calidad, suficiente ni redituable.

La implementación de un programa fitosanitario tripartita, ayudará a los productores de mango a abrirse fronteras que, por falta de sanidad en los productos han tenido cerradas, tal es el caso de Japón; y coadyuvaría a incrementar las exportaciones de mango a países como Canadá y Estados Unidos, principalmente.

Según la Secretaría de Desarrollo Rural (2005), al país fomentar un programa de control y erradicación de la mosca de la fruta en cultivos de mango, dependiendo de la zona geográfica e insumos, tiene un costo aproximado de 10 millones de pesos para / 20 mil hectáreas.

Panorámica internacional y acciones necesarias.

Como parte de la globalización, el comercio de frutas y hortalizas frescas se está liberalizando gradualmente en todo el mundo y es objeto de debate en muchos foros, entre ellos la OMC, la Comisión del Codex Alimentarius del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) de la FAO, y otras organizaciones para las que las normas sanitarias y fitosanitarias son temas de interés primordial. Para exportar sus productos, todos los países deben cumplir medidas sanitarias y fitosanitarias cada vez más rigurosas.

Es necesario encontrar mecanismos que permitan cumplir esos requisitos de producción con más facilidad y que de esa manera brinden oportunidades comerciales a todos los países.

La detección de la mosca de la fruta de importancia económica es fundamental para la sostenibilidad de la agricultura. El desarrollo de sistemas de trampeo es un proceso en evolución que conduce a una agricultura mejorada. Los sistemas de trampeo requieren un enfoque holístico que englobe las especies endémicas e invasivas, las necesidades humanas y las presiones económicas.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Según la FAO, el Manejo Integrado de Plagas es un sistema de manejo de plagas que, en el contexto de ambiente asociado y la dinámica poblacional de las especies bajo estudio, utiliza todos los métodos y la tecnología adecuada de manera compatible para mantener la densidad poblacional de la plaga a niveles sub-económicos, a la vez conservando la calidad del ambiente.

Manejo Integrado de la mosca de la fruta en México

Para que un programa de Manejo Integrado de Moscas de la fruta logre ser eficiente es fundamental la identificación exacta de la especie, aunque en todos los casos el daño es el mismo al encontrar larvas dentro del fruto, cada especie tiene características particulares que las hacen ser diferentes. Sin embargo, es necesario explorar más a fondo la biología y la interrelación que guardan las moscas de la fruta con las plantas hospederas, y la manera en como influye el medio ambiente en las respuestas de comportamiento.

En 1977 se firmó un programa de cooperación entre el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por su siglas en ingles), y los gobiernos de México y Guatemala. La idea era que mediante el Programa Moscamed se controlara en la frontera sur a la mosca del mediterráneo, una especie llegada de África a Centroamérica que podría emigrar como larva en la fruta de exportación; y a algunas especies de moscas de la fruta del complejo *Anastrepha*.

La tendencia mundial al mejoramiento de la calidad de los alimentos y al aumento de las fuentes de ingreso y del comercio de frutas y hortalizas han generado un mayor movimiento de las especies de mosca de la fruta en todo el mundo y hacen necesario el perfeccionamiento de los sistemas de monitoreo.

Actualmente en México los programas de Moscafrut enfocados a la erradicación estas moscas de la fruta emplean cinco o seis métodos de control, que combinados constituyen la base del Manejo Integrado de esta Plagas. Cada método al ser aplicado, interviene en diferente estado fisiológico de la mosca y de la planta hospedera.

Control Químico

Es utilizado como la última alternativa viable, siempre y cuando los demás sistemas de control hayan fallado y las poblaciones de moscas de la fruta alcancen niveles elevados de infestación. Está basado en el comportamiento alimenticio, por lo cual se aplican vía terrestre o aérea una mezcla de un insecticida (generalmente malatión) más un atrayente proteínico, a la que se le denomina “cebo tóxico”.

Control Biológico

Se fundamenta en la identificación, evaluación y uso de los principales enemigos naturales de moscas de la fruta como son parasitoides, algunas especies de entomopatógenos, así como depredadores. El manipuleo de estos agentes de mortalidad se realiza mediante tres técnicas: importación y establecimiento en nuevas localidades de especies exóticas; aumentación de especies establecidas, ya sea en forma considerable o en condiciones masivas inundativas; y la conservación de especies como agentes biológicos mediante el manipuleo de su ambiente.

Los parasitoides de larvas y pupas más estudiados y empleados pertenecen al orden **Himenóptera**: de la familia **Braconidae** *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead, *Doryctobracon aerolatus* Szépligeti y *Doryctobracon crawfordi* Ashmead;

de la familia **Diafriidae** *Coptera haywardi* Ogloblin y de la familia **Eucoilidae** *Aganaspis pelleranoi* Bréthes.

Entre los entomopatógenos que atacan a las moscas de la fruta se mencionan los hongos *Stigmatomyces aciurae* y *Beauveria bassiana* que afectan el estado de pupa. Los depredadores furtivos de moscas de la fruta reportados hasta ahora son *Xenophygus analis* (Er) (**Coleoptera: Staphylinidae**) y *Solenopsis geminata* (**Hymenoptera: Formicidae**), que se alimentan de larvas y pupas.

Control Autocida

Aplicación de la técnica de la mosca estéril que consiste en la esterilización en laboratorio de un gran número de pupas utilizando la radiación emitida por rayos gamma, para obtener machos estériles que compitan en apareamiento con los machos silvestres o normales en una población natural. Como consecuencia, la población natural se reduce o pierde su capacidad de reproducción. La magnitud de la pérdida de la capacidad de reproducción está en relación con la proporción de insectos esterilizados y su capacidad de competencia, respecto a los insectos normales presentes.

Control Cultural

Es la eliminación de frutos infestados por estas moscas antes y después de la cosecha; ya sea que estén sobre el árbol o suelo. Se cava un hoyo de 50 cms de profundidad, se colocan estos frutos, se les agrega cal y se entierran. Uso de cultivos trampa silvestre o comercial, podas oportunas y libre aireación entre árboles, así como el aclareo y barbecho del suelo ayudan a eliminar pupas y larvas.

Control Legal

Un elemento esencial en todo programa de control fitosanitario son las medidas de tipo legal que se ejecutan a través de cuarentenas, permisos para movilización de frutas (guías fitosanitarias), certificados de origen, certificados de huertos, tratamientos postcosecha, y casetas de control y vigilancia fitosanitaria (Puntos de Verificación Interna). Este control se basa en el cumplimiento de disposiciones de carácter obligatorio para los productores, empacadores, transportistas, comerciantes y para el público en general, establecidas en la Ley Federal de Sanidad Vegetal y en las Normas Oficiales emitidas por SAGARPA.

Norma Oficial Mexicana **NOM-023-FITO-1995**, Por la que se establece la Campaña Nacional Contra Moscas de la Fruta.

Norma Oficial Mexicana **NOM-075-FITO-1997**, Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos hospederos de moscas de la fruta.

Norma Oficial Mexicana **NOM-076-FITO-1997**, Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra las moscas exóticas de la fruta.

Control Etológico

Se basa en el aprovechamiento de los hábitos alimenticios principalmente de moscas hembras para atraerlas hacia las trampas mediante el uso de atrayentes. Este control emplea compuestos proteínicos, y sustancias químicas naturales o sintéticas que las atraen al modificar su comportamiento.

Perspectivas del control etológico para moscas de la fruta del género *Anastrepha*.

En relación al control etológico, estrategia novedosa implementada en México para el Programa Nacional contra la Mosca de la fruta, actualmente tanto en campo como en laboratorio, se están desarrollando atrayentes para monitorear por trampeo la fluctuación de poblaciones, utilizando trampas que las atraen generalmente por estímulos visuales u olfatorios. Estos atrayentes podrían incorporarse en estaciones de alimentación para la eliminación eficiente de esta plaga; esta técnica puede emplearse como un método de control alternativo y de menor impacto en el ambiente (Rojas *et al.*, 2004).

Monitoreo utilizando trampas con atrayentes alimenticios

Para estas moscas, se han diseñado trampas cuyo nombre depende de la manera en que retienen a los insectos: forma líquida, pegajosa y seca; independientemente del tipo de atrayente utilizado (Liedo, 1995).

La trampa líquida a base de proteína hidrolizada (trampa McPhail), captura preferentemente hembras por la necesidad que tiene de ingerir nutrientes para asegurar su ovogénesis (Sharp y Chambers, 1984). Las desventajas de este sistema de monitoreo consiste en presentar baja eficiencia, baja especificidad de captura y un limitado radio de acción (Calkins *et al.*, 1984; Aluja *et al.*, 1998).

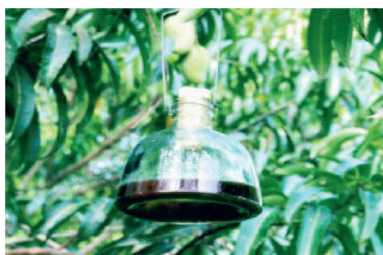


Figura 3.10. Trampa McPhail utilizada actualmente para el monitoreo por trampeo de moscas de la fruta.

La trampa pegajosa retiene a los insectos que llegan a su superficie mediante una sustancia pegajosa adherida a la misma. En estas trampas existe la posibilidad de incrementar su efectividad ya que permite agregarle diferentes colores o formas (McEwen, 1997). Sin embargo, con el clima y el polvo el pegamento pierde funcionalidad y se ve reducida la superficie de captura.

La trampa seca atrae y retiene insectos en su interior mediante una nube de insecticida formada por un liberador sólido; ésta es más práctica en cuanto a la preservación y fácil colecta de los insectos capturados (trampa Steiner).

Generalmente los atrayentes para moscas de la fruta son los cebos con base alimenticia, las paraferomonas y las feromonas sexuales (Liedo, 1995). Los cebos más empleados son las fermentaciones de soluciones azucaradas, la proteína hidrolizada y levaduras; siendo un elemento importante en la atracción a este tipo de sustancias la descomposición provocada por microorganismos que promueven una alta producción de volátiles estimulantes para el arribo de las moscas a la fuente (Malo, 1992).

Semioquímicos.

Las sustancias que median las interacciones de comportamiento entre insectos y las relaciones con su entorno, reciben el nombre de semioquímicos (Griego semeon = señal, marca) (Law y Regnier, 1971). Estas sustancias pueden proveer nuevos métodos en el manejo de plagas (Pickett y Woodcock, 1993). Se dividen en dos grupos:

- a) Feromonas, si mediatizan algún tipo de comportamiento intraespecífico.
- b) Aleloquímicos, si se trata de una relación interespecífica. Básicamente existen tres tipos de aleloquímicos: las kairomonas son sustancias químicas producidas o

adquiridas por un organismo que afecta el comportamiento o la fisiología de otro organismo y que va a ser favorable al organismo receptor; las alomonas son sustancias químicas producidas o adquiridas por un organismo; que afecta el comportamiento o la fisiología de otro organismo y que va a ser favorable al organismo emisor; y sinomonas que son sustancias químicas producidas o adquiridas por organismo que afecta el comportamiento o la fisiología de otro organismo y que va a ser favorable al emisor como al receptor.

Los semioquímicos también pueden clasificarse por la clase de efecto que genera: atrayentes, si promueven una respuesta de orientación hacia la fuente de olor (volátiles de frutos nativos o mezclas sintéticas de compuestos antenálmente activos); repelente, si provoca un movimiento contrario de la fuente emisora; y estimulantes, si su función es ser promotores de forrajeo, cópula u oviposición después de atracción a la fuente (Matthews y Matthews, 1978).

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de la investigación.

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la línea Ecología Química de Insectos Tropicales, en las instalaciones de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Chiapas, México; en los meses de Enero-Mayo del 2005.

Material biológico.

Las moscas (estériles por irradiación) fueron proporcionadas en estado de pupa por la planta MOSCAFRUT (SAGARPA-IICA) ubicada en Metapa de Domínguez, Chiapas. Estas pupas, para su posterior y fácil manejo, fueron colocadas en jaulas de alambazón de 60 x 60 x 40 cm forradas con tela de tul. Las moscas fueron mantenidas a una temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de humedad relativa y con un fotoperíodo artificial de 12h luz/12h oscuridad. El alimento principal fue una mezcla de proteína + azúcar y agua.

Bioensayos

La evaluación de la respuesta de *A. obliqua* a los volátiles de jobo se realizó dentro de laboratorio, utilizando un túnel de viento, similar al descrito por Robacker y Fraser (2002), el cual consiste en una caja de acrílico de forma rectangular (1.20 m de largo x 0.30 m de ancho y alto). En la parte superior de se encuentran dos tapas móviles, una localizada a 20 cms. de la orilla izquierda y la otra a 20 cms. de la orilla derecha. Estas tapas sirven para introducir los insectos y los materiales a evaluar. En el extremo izquierdo se encuentra localizado un filtro prepurificador de aire consistente de una malla con carbón activado, y en el centro del extremo derecho

esta conectado un tubo de plástico de 20 cms. de diámetro proveniente de un ventilador extractor a través del cual succiona el aire después de pasar por el filtro prepurificador. La iluminación fue provista por seis lámparas fluorescentes (2380 lux) colocadas sobre el túnel de viento a un m de altura.

Una esfera de unicel pintada de color naranja, simulando ser un fruto de jobo de pava, fue sujeta dentro del túnel en el extremo izquierdo con hilo a una altura de 20 cm. sobre el piso. En un orificio que se le hizo a la esfera se le colocó un septo de caucho, el cual contenía un microlitro de la mezcla de los 9 componentes volátiles del jobo (Cruz-López *et al.*, 2006), esta misma cantidad fue utilizada para cada bioensayo cambiando periódicamente de septo. La liberación de las moscas se realizó en el otro extremo del túnel donde los volátiles de jobo son succionados por el ventilador extractor.

La duración de cada bioensayo fue de diez minutos, después de cada bioensayo se limpió con papel y alcohol el interior del túnel. Todos los bioensayos se realizaron en días despejados, con horarios de 8:00–13:00 hrs. Se evaluaron las variables de atracción y aterrizaje.

Efecto de la edad en la respuesta de *A. obliqua* a los volátiles de jobo de pava.

La influencia de la edad sobre la respuesta de *A. obliqua* a volátiles de jobo fue evaluado utilizando moscas machos y hembras de 5, 10, 15, 20 y 30 días de edad después de la emergencia. Todas éstas fueron alimentadas con proteína + azúcar en una relación 3:1, y agua. Un día antes de cada fecha se colocaron 200 machos y 200 hembras en ayuno 24 horas dentro de una caja de vidrio de 30 x 30 cm., sólo se les proporciono agua antes de ser bioensayadas. En la evaluación de cada edad se realizaron 6 repeticiones por tratamiento por día, cada repetición consistió de 25 moscas. Las hembras y los machos fueron evaluados

independientemente y el orden de cómo fueron evaluados fue completamente al azar. Los resultados fueron analizados por una prueba de análisis de varianza y separación de los promedios de los diferentes tratamientos fue hecha con la prueba de Tukey.

Efecto del apareamiento en la respuesta de *A. obliqua* a los volátiles de jobo de pava.

La influencia del apareamiento sobre la respuesta de *A. obliqua* a volátiles de jobo fue evaluado utilizando moscas hembras y machos de 10-20 días de edad. Una vez emergido más del 50% de la población se separaron por sexo en tres lotes, cada uno en una caja de vidrio de 30 x 30 cm.; en la primera se depositaron 300 hembras, en la segunda 300 machos, y en la tercera 300 hembras y 300 machos. Todas estas moscas fueron alimentadas con una sola dieta consistente en una mezcla de proteína + azúcar en una relación 3:1, además de agua de la llave. Se consideraron cuatro tratamientos: 1) hembras vírgenes, 2) hembras apareadas, 3) machos vírgenes y 4) machos apareados. Por cada tratamiento se realizaron 10 repeticiones, cada repetición consistió de 25 moscas. Diariamente se realizaron dos repeticiones de cada tratamiento. El orden de cómo los tratamientos fueron evaluados fue completamente al azar. Una prueba de t fue utilizada para comparar la respuesta de los insectos vírgenes contra la de los insectos apareados (p. ej. hembras vírgenes vs. hembras apareadas).

Efecto de la alimentación en la respuesta de *A. obliqua* a los volátiles de jobo de pava.

El efecto de la alimentación sobre la respuesta de *A. obliqua* a los volátiles de jobo fue realizado utilizando moscas machos y hembras. Desde que emergieron como adultos se les proporciono la dieta de proteína + azúcar en una relación 3:1, y

agua. A los siete días de edad, las moscas fueron separadas en tres lotes conteniendo igual número de machos y hembras. A un lote de moscas se les proporciono solamente proteína + agua (hambreadas de azúcar), a otro se le ofreció solo azúcar + agua (hambreadas de proteína) y al restante se le proporciono proteína + azúcar + agua (control). Las moscas fueron evaluadas tres días después de establecido los diferentes regimenes alimenticios. Antes de ser bioensayadas, las moscas fueron separadas por sexo, por lo que en total se consideraron seis tratamientos: 1) machos hambreados de azúcar, 2) hembras hambreadas de azúcar, 3) machos hambreados de proteína, 4) hembras hambreadas de proteína, 5) machos sin hambre de proteína y azúcar y 6) hembras sin hambre de proteína y azúcar. Por cada tratamiento se realizaron 10 repeticiones, cada una consistente de 25 moscas. Diariamente se realizo una repetición de cada tratamiento. El orden de cómo los tratamientos fueron evaluados fue completamente al azar. Los resultados fueron analizados por medio de una prueba de análisis de varianza y los promedios separados usando la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta de atracción en el momento del vuelo tanto de hembras y machos de *A. obliqua* fue delimitada por un área cercana hacia la fuente volátil, con una distancia aproximada de 40 cms. y evaluada contando el número de moscas que cruzaban el área mencionada y exploraban la superficie interna del del túnel de vuelo. La respuesta de aterrizaje fue evaluada contando el el número de moscas que en vuelo directo en forma de zigzag que se posaron sobre la superficie del fruto artificial.

La siguientes figuras muestran como los factores edad, estado sexual o de apareamiento y el contenido energético y proteico de dietas alimenticias influenciaron el comportamiento de respuesta de *A. obliqua* a los volátiles de jobo de pava.

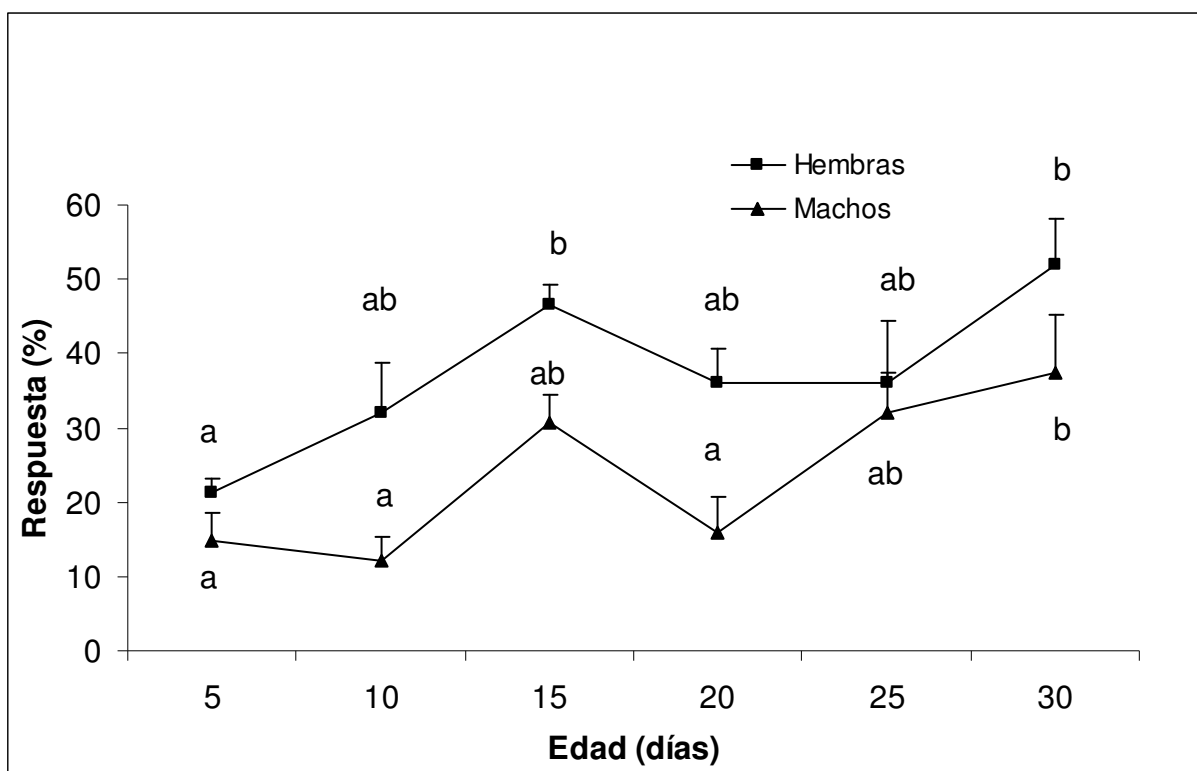


Figura 5.1a. Efecto de la edad en la respuesta de atracción de *A. obliqua* (Macquart) a los volátiles de jobo de pava (*S. mombin* L.).

La figura 5.1a muestra que la edad de las hembras influyo en la respuesta de atracción hacia los volátiles de jobo de pava, valores estadísticamente superiores a la respuesta de los machos. Las hembras de 5 días de edad mostraron una respuesta menor en comparación con las hembras de 15 y 30 días de edad. Sin embargo, la respuesta de las hembras de 5 días de edad no fue estadísticamente diferente a la mostrada por las hembras de 10, 20 y 25 días de edad. La respuesta de las hembras de 10, 20 y 25 días de edad fue similar estadísticamente a la mostrada por las hembras de 15 y 30 días de edad. Con respecto a los machos los resultados muestran que la edad también afecto su respuesta de atracción. Se observa que los machos de 5 y 10 días de edad mostraron una respuesta menor en comparación con la respuesta mostrada por los machos de 30 días de edad. La respuesta de los machos de 5 y 10 días de edad fue igual estadísticamente a la

respuesta mostrada por los machos de 15, 20 y 25 días de edad. La atracción de los machos de 15, 20 y 25 días de edad fue estadísticamente similar a la mostrada por los machos de 30 días de edad.

Al momento de ser liberadas las moscas en los túneles de vuelo en la mayoría de los bioensayos, la respuesta de atracción de hembras fue mayor que la de los machos, posiblemente porque las hembras son antenalmente más activas que los machos hacia ciertos volátiles de algunos frutos hospederos. La mayor atracción de las hembras hacia la fuente de los volátiles de jobo de pava se dio en los días 15 y 30.

Robacker y García (1993) en *A. ludens* observaron que la atracción hacia olores bacteriales fue afectada por la edad. Las hembras emergidas recientemente (0 días de edad) no fueron atraídas por el olor; el pico más alto en atracción se dio a los 5-10 días de edad, después disminuyó gradualmente una y otra vez. El pico observado en los 5-10 días de edad probablemente está relacionado con el aumento de hambre tanto de proteína como de otras fuentes nutricionales durante la maduración sexual (Robacker, 1991).

Una posible explicación del por qué las hembras fueron inactivas durante sus primeros días de vida concuerdan con Cresoni-Pereira y Zuculoto (2001), quienes encontraron que las hembras emergidas recientemente usan sus reservas de proteína durante su transformación de insecto inmaduro a adulto, resultando una condición fisiológica similar al observado por moscas desprovistas de proteína después de la emergencia. En este caso, posiblemente la reserva de carbohidratos no se termina durante el proceso de transformación, destacando una similar condición nutricional entre hembras emergidas recientemente y hembras que no fueron desprovistas de azúcar después de la emergencia.

Joachim-Bravo *et al.* (2003) realizando bioensayos en laboratorio encontraron que de cuatro especies de mosca de la fruta, *A. obliqua* presentó el periodo de

longevidad más corto que *A. zenilidae*, *A. sororcula* y *A. fraterculus* al ser alimentadas con agua y una dieta artificial consistente en 6.5 gr. de levadura de cerveza, 11gr. de azúcar, 2 gr. de agar, 1 gr. de ácido cítrico, 1 ml de nipagina y 100 ml. de agua destilada; de esta manera las hembras vivieron más días que los machos, 160 y 100 días, respectivamente, muriendo el 50% de la población entre los 50-80 días en ambos sexos. Sin embargo, con respecto a la producción de huevecillos encontraron que las hembras de *A. obliqua* presentaron los valores más altos a los 18 días de edad después de la emergencia que las otras tres especies de moscas ya mencionadas.

La atracción de oviposición de hembras a olores de frutos hospederos ha sido reportada en muchas especies de moscas de la fruta (Jan y Light, 1996). Wong *et al.* (1991) mencionan que los valores de respuesta incrementan conforme avanza la madurez sexual en los insectos.

La sobrevivencia y la producción de huevecillos indican una fuerte dependencia de fuentes proteicas y sucrosas.

No obstante, en comparación con los días 15 y 30 donde se encontró mayor respuesta tanto en hembras como en machos de *A. obliqua*, muchos autores consideran que ésta es una especie generalista y que durante su fase adulta probablemente es capaz de regular la ingestión de alimentos a medida que la composición de las dietas van alcanzando un valor nutricional adecuado.

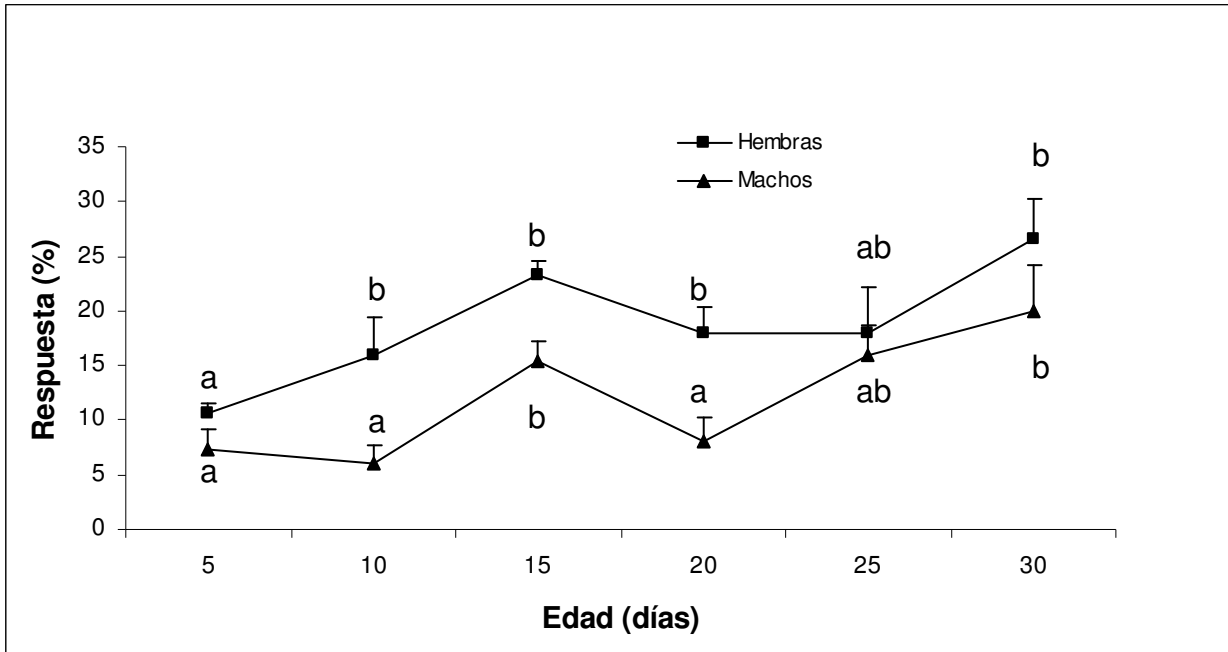


Figura 5.1b.- Efecto de la edad en la respuesta de aterrizaje de *A. obliqua* (Macquart) a los volátiles de jobo de pava (*S. mombin* L.)

La figura 5.1b muestra que la respuesta de aterrizaje de hembras y machos es afectada por la edad. Las hembras de 10, 15, 20 y 30 días de edad aterrizaron mas frecuentemente en los frutos en comparación con las hembras de 5 días de edad, que sin embargo mostraron una respuesta de aterrizaje similar a la mostrada por las hembras de 25 días. El aterrizaje de las hembras de 25 días no fue diferente al desplegado por las hembras de 10, 15, 20 y 30 días. Los machos de 15 y 30 días de edad aterrizaron significativamente más frecuentemente en los frutos en comparación con el aterrizaje mostrado por los machos de 5, 10 y 20 días de edad. El aterrizaje de los machos de estas ultimas tres edades fue similar al mostrado por los machos de 25 días de edad. El aterrizaje de los machos de 25 días de edad no difirió del de los machos de 15 y 30 días de edad.

En los bioensayos se observo que las hembras intentaron ovipositar sobre el fruto artificial mas veces en los últimos días que en los primeros, además de que

exhibieron una mayor actividad de vuelo así como una alta capacidad de exploración dentro del área de atracción así como alrededor del fruto artificial.

Estos resultados de atracción y aterrizaje son similares a los encontrados por Rojas *et al.* (2004) en pruebas de laboratorio, en donde las hembras fueron fuertemente atraídas y aterrizaron más que los machos en la mezcla sintética de los nueve componentes antenalmente activos de jobo de pava.

La longevidad y fertilidad de un insecto son determinadas por las características genéticas de estas especies y por las condiciones ambientales a las cuales están sometidas (capacidad de respuesta en condiciones ambientales inestables). En la naturaleza de acuerdo con Salles (2000), los patrones de longevidad y fertilidad dependen de la capacidad de infestación de frutas hospederas. Los patrones de fertilidad y oviposición no son influenciados solamente por alimentación momentánea y condiciones fisiológicas de los insectos, si no que también por la disponibilidad de frutas hospederas y la flexibilidad que estos adquieren para atacar otras frutas.

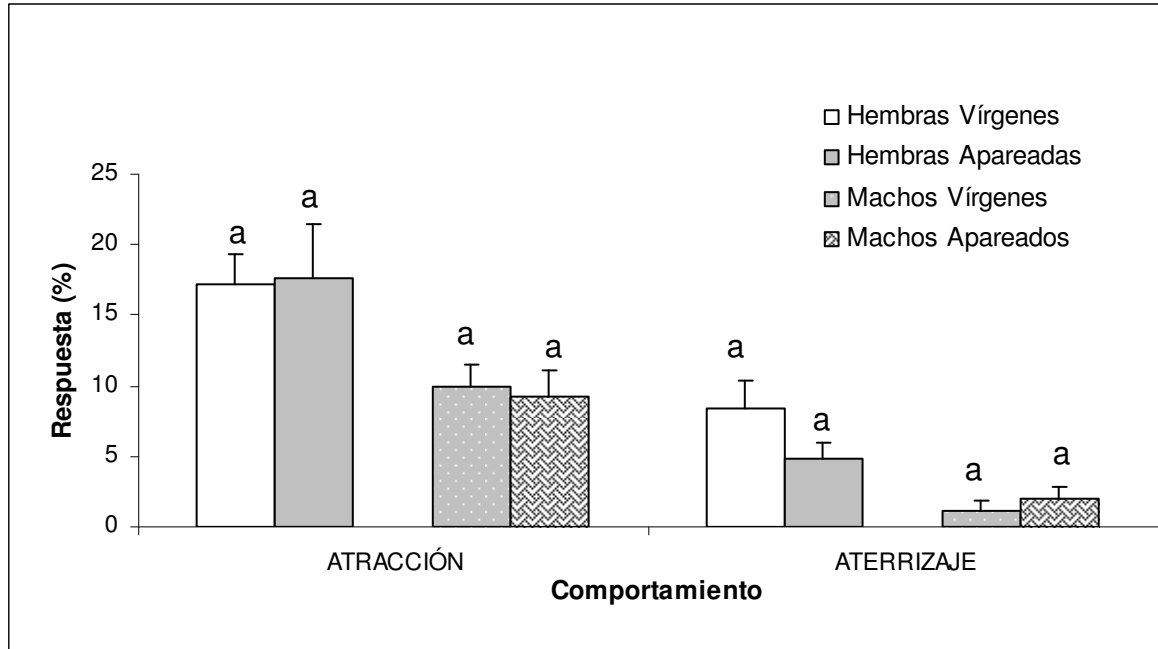


Figura 5.2.- Efecto del apareamiento en la respuesta de atracción y aterrizaje de hembras y machos de *A. obliqua* (Macquart) a los volátiles de jobo de pava (*S. mombin* L.).

La gráfica 5.2 muestra que el apareamiento no afectó la respuesta de los insectos ya que ambos sexos fueron atraídos y aterrizaron en los frutos artificiales conteniendo los volátiles de jobo de pava. Sin embargo, se observa que la respuesta en atracción fue mayor en hembras vírgenes y apareadas que en los machos. Un comportamiento parecido se obtuvo en la respuesta de aterrizaje, pero los valores estuvieron muy por abajo que la atracción. Sin embargo, dentro del aterrizaje el estatus sexual de virgen los valores estuvieron por arriba que en los apareados; pero la diferencia no fue significativa.

Este mismo resultado concuerda con el obtenido por Robacker & García (1990), en donde el apareamiento afectó muy poco la atracción de adultos de *A. ludens* al olor del chapote amarillo fermentado, conocido fruto hospedero atacado fuertemente por esta mosca.

Algo similar se obtuvo en otro experimento, en donde el apareamiento de *Toxotrypana curvicaudata* afectó sutilmente la atracción de las hembras a la feromona sexual, a olores de frutos hospederos y a la combinación de estas dos (Landolt *et al.*, 1992).

Si la respuesta de los insectos vírgenes hubiera sido mas alta que la de los insectos apareados entonces sugeriría que los volátiles de los frutos pudieran ser usados como señales químicas para localizar sitios en donde encontrar el sexo opuesto.

García-Ramírez *et al.*, 2002 observaron que los volátiles de frutos verdes tanto de mango (*Mangifera indica* L. var. Haden) y de naranja (*Citrus aurantium* L. var. Valencia), fueron más atractivos para las moscas *A. ludens* que los amarillos (maduros); aunque estos últimos hayan presentado mayor capacidad de atracción que la proteína. Machos y hembras fueron atraídos de igual manera al fruto verde, cuando se trató de alimentación. La madurez sexual influyó en la atracción ya que las moscas sexualmente maduras respondieron mejor que las inmaduras.

En cuanto al color del fruto en la respuesta por parte de las moscas, se ha comprobado que para las de clima cálido, como *A. ludens*, las señales visuales no son importantes, aunque lo son para los tefrítidos de clima templado como *Rhagoletis pomonella* (Epsky y Heat, 1998). Por otra parte, se ha comprobado que las señales visuales, aunadas a señales químicas (volátiles emitidos por el hospedero) podrían conjugarse para ejercer una atracción mayor (Robacker *et al.*, 1990).

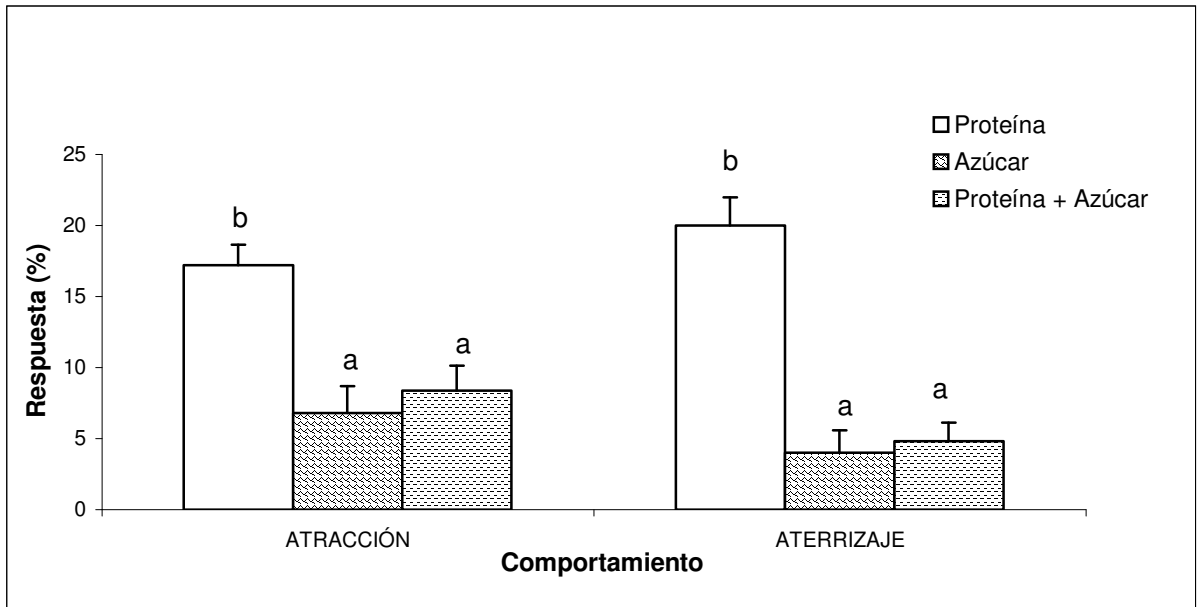


Figura 5.3a.- Efecto de tres tipos de dietas alimenticias en la respuesta de tracción y aterrizaje de hembras de *A. obliqua* (Macquart) a los volátiles de jobo de pava (*S. mombin* L.).

La figura 5.3a muestra la manera en que la alimentación sí influyó en el comportamiento de las moscas. Las hembras alimentadas exclusivamente con proteínas (hambreadas de azúcar) fueron más atraídas y aterrizaron más frecuentemente en los frutos artificiales, que contenían los volátiles de jobo de pava, que las hembras alimentadas con azúcar (hambreadas de proteína), y azúcar + proteína (control).

Tanto en las hembras y machos que fueron alimentadas exclusivamente con proteínas, o sea ayunadas de azúcar, al momento de ser bioensayadas y liberadas en el túnel de vuelo presentaron una mayor actividad de vuelo hacia la fuente emisora del volátil de jobo de pava, esto tal vez en busca de alimento.

Observaciones similares fueron reportados por Robacker & Fraser (2001), quienes encontraron que las hembras de *A. ludens* desprovistas de alimento por 24 hrs. fueron más atraídas hacia los olores de la toronja que las que fueron

alimentadas con toronja; pero las hembras desprovistas de alimento por 48 hrs. no fueron más atraídas como se esperaba, estos resultados sugieren que en el segundo día de ayuno se modificó la estimulación obtenida en las primeras 24 hrs.

En *A. obliqua* se encontró que percibe la más baja cantidad de sacarosa cuando es ayunada de este nutriente después de la emergencia (Simpson & Simpson, 1990). Cangussu & Zucoloto (1995) sugieren que la privación de un cierto nutriente puede cambiar el umbral de discriminación, generalmente incrementa la discriminación para este nutriente.

De acuerdo a este resultado, *A. obliqua* al igual que *C. capitata* no usan proteína o si la usan en cantidades pequeñas como una fuente alterna de energía durante la fase adulta (Cangussu y Zucoloto, 1992). Varios estudios han revelado que *A. obliqua* (Fontellas y Zucoloto, 1999) y *C. capitata* (Nestel *et al.*, 1985) compensan las dietas más bajas de carbohidratos buscando e ingiriendo otras dietas con grandes concentraciones de estos compuestos.

Braga y Zucoloto (1981) reportaron que la ingestión de proteínas en la fase adulta por *A. obliqua* es necesaria para la producción de huevecillos. Además, la ingestión en la fase adulta de alimentos naturales o dietas artificiales con grandes cantidades de proteína incrementa la fertilidad (Pereira, 2001). Las hembras al consumir más proteína pueden aumentar significativamente su fertilidad y así mismo la producción de huevecillos; sin embargo, al ir gastando rápidamente la energía por este proceso su longevidad se hace más corta.

Liedo *et al.* (1992) encontraron que *A. obliqua* puede ser caracterizada como una especie con alta capacidad de colonizar porque presenta un ciclo corto de vida y un periodo de reproducción muy intenso.

El comportamiento de alimentación puede ser alterado por la deficiencia de carbohidratos, porque la estructura y función de los neuroreceptores que son los

responsables de la percepción y la selección de las dietas adecuadas son modificadas (Hendricks *et al.*, 1990; Robacker, 1991). Las hembras adultas de *A. obliqua* no producen huevos si su dieta carece de fuentes de proteínas (Braga y Zucoloto, 1981).

A. obliqua necesita ingerir una dieta de azúcar en una cantidad mayor a 2 gr/100 ml para garantizar que esta sobreviva en su fase reproductiva (Fontellas y Zucoloto, 2003). Particularmente las hembras prefieren dietas con alto contenido de azúcares en esta etapa debido a que su actividad es mayor que en un macho.

Tanto en hembras como en machos de *A. obliqua* el tiempo máximo que pueden sobrevivir desprovistos de azúcar es de 3-4 días, aunque su dieta esta provista de una fuente alta de proteína y agua, esto se ve traducida en una muerte segura. Este mismo resultado concuerda con lo descrito por Fontellas y Zucoloto (1999).

Podemos suponer que cuando las moscas son inactivas durante sus primeros días de vida después de la emergencia se debe a que las hembras desprovistas de proteína después de la emergencia mostraron un umbral de discriminación similar al observado en las hembras recientemente emergidas (Fontellas y Zucoloto, 1999).

En contraste, Romeis y Wackers (2002) han mencionado que las hembras que producen muchos huevecillos tienen más energía para satisfacer sus necesidades metabólicas básicas, mostrando así incremento de la supervivencia.

Blay y Yuval (1999) observaron que las hembras de *C. capitata* que viven más tiempo producen más huevecillos. Así mismo, las hembras de *A. obliqua* mostraron ser capaces de producir más huevecillos después de ser desprovistas de proteína por 60-90 días durante su vida adulta; aunque después hallan sido provistas con alto contenido de levadura.

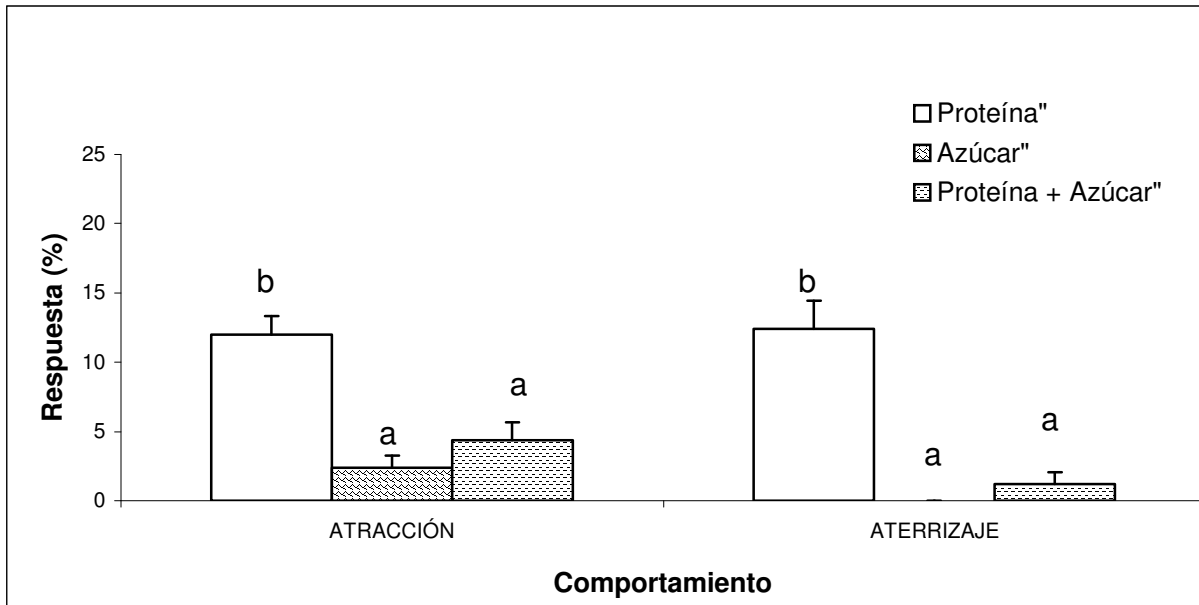


Figura 5.3b.- Efecto de tres tipos de dietas alimenticias en la respuesta de atracción y aterrizaje de machos de *A. obliqua* a los volátiles de jobo de pava (*S. mombin* L.).

La figura 5.3b muestra que el tipo de alimentación influyó el comportamiento de los machos de *A. obliqua*. Los machos alimentados exclusivamente con proteína (hambreados de azúcar) fueron más atraídos y aterrizaron más frecuentemente en los frutos artificiales conteniendo los volátiles de jobo.

Nuestro resultados son similares a los obtenidos por Robacker (1991) quien encontró que las moscas de *A. ludens* hambreadas de proteína y alimentadas exclusivamente con azúcar mostraron una menor respuesta a los volátiles del fruto chapote amarillo (*Sargentia greggii*). En cambio cuando los insectos son ayunados con azúcar muestran una respuesta más alta a los volátiles frutales. Este investigador sugiere que las moscas de la fruta usan los olores de los frutos como una señal para localizar fuentes de alimentación.

Los efectos específicos sobre la deficiencia de carbohidratos en moscas de la fruta no están completamente entendidos, pero generalmente, la ausencia de estos nutrientes reducen sus principales actividades comportamentales tales como la dispersión y la alimentación debido probablemente a la carencia de energía (Landolt y Davis-Hernández, 1993).

La obtención de energía que les garantice larga sobrevivencia tiene varias ventajas: el insecto puede buscar sitios para oviposición por largos periodos de tiempo, tal como han mostrado estudios sobre otras especies de *Anastrepha*; en donde los sitios de oviposición y alimentación no coinciden siempre (Sugayama *et al.*, 1998); las hembras pueden buscar compañeros para apareamiento por largos periodos de tiempo, y la dispersión posiblemente en más grande, así se reduce la susceptibilidad en los periodos de fructificación de los hospederos naturales.

La sacarosa representa un fago-estimulante universal de azúcares para los insectos (Hsiao, 1985); y es de valor nutricional importante para las especies de moscas de la fruta incluida, *A. obliqua* (Fontellas y Zuculoto, 1995).

La levadura de cerveza es rica en proteína y, las fuentes de proteína son importantes para el éxito biológico de los insectos (Brewer *et al.*, 1985); la presencia de proteína en la alimentación de insectos ha demostrado una influencia en la selección de alimentos.

Malo *et al.*, 2005 en bioensayos de laboratorio mostraron que machos y hembras de *A. ludens* fueron significativamente más atraídos y aterrizaron más frecuentemente en los volátiles del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) que en el disolvente colocado en la esfera amarilla usada como control en el túnel de vuelo. De la mezcla de volátiles identificaron que 7 componentes son antenalmente más activos para ambos sexos y que esta respuesta antenal es afectada por compuestos químicos, sexo, dosis y la interacción de compuestos químicos por dosis.

Por aparte y para cada uno de los experimentos, los bioensayos realizados con *A. obliqua* en el túnel de vuelo utilizando como control únicamente la esfera amarilla sin volátiles la respuesta de atracción y aterrizaje en ambos sexos no fue significativa en comparación a la obtenida con los volátiles del jobo de pava.

CONCLUSIONES

Finalmente se observó dentro del laboratorio que la mezcla de compuestos sintéticos del jobo de pava puede ser utilizada eventualmente como un cebo eficaz en trampas para el monitoreo de moscas de la fruta *A. obliqua* en trabajos de campo, tomando en cuenta que:

1. La edad de los machos y las hembras de *A. obliqua* sí influyó en su respuesta a los frutos artificiales.
2. El apareamiento no influyó, ni mostró diferencia significativa en la respuesta a los volátiles de jobo contenidos en los frutos artificiales; entre hembras y machos de *A. obliqua*.
3. El tipo de alimentación sí influyó en la respuesta de ambos sexos de *A. obliqua*; ya que los insectos alimentados exclusivamente con proteína (hambreados de azúcar) fueron más atraídos y aterrizan más frecuentemente en los frutos artificiales que los insectos alimentados exclusivamente con azúcar (hambreados de proteína), y proteína + azúcar (control).

RESÚMEN

Realizar estudios sobre factores bióticos y abióticos que afectan el comportamiento de respuesta hacia fuentes de olores de frutos hospederos nativos o introducidos atacados fuertemente por moscas de la fruta pueden eficientizar los actuales sistemas de monitoreo por trampeo, ya que estos son dan pauta a la aplicación de métodos de control específicos para erradicar de una zona frutícola la presencia de esta plaga, particularmente *Anastrepha obliqua* (Macquart). El empleo de sustancias químicas que modifican el comportamiento de los tefrítidos, componentes de semioquímicos naturales o sintéticos, en trampas McPhail es una alternativa para atraer y matar a las moscas que forrajean en busca de alimento; este sistema disminuye el impacto ambiental causado por los métodos tradicionales cuya arma básica son productos químicos que en dosis elevadas contaminan y destruyen la biodiversidad. Este trabajo de investigación se llevó en los meses de enero a mayo del 2005 en laboratorios de Ecología Química de Insectos Tropicales del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), unidad Tapachula, Chiapas. El objetivo principal fue evaluar sí la edad, el apareamiento y el tipo de alimentación afectan el comportamiento de respuesta de *A. obliqua* (Macquart) a volátiles de jobo de pava (*Spondias mombin* L.), los bioensayos se realizaron cada 10 minutos en túnel de vuelo y las principales variables evaluadas fueron la atracción y el aterrizaje. Las moscas estériles por irradiación fueron proporcionadas en estado pupal por la planta Moscafrut, ubicada en Metapa de Domínguez, Chiapas.

Se encontró que la edad influyó en la respuesta, no hubo diferencia significativa entre los valores obtenidos en atracción y aterrizaje; sin embargo, las hembras fueron más atraídas y aterrizaron más frecuentemente en los frutos artificiales que contenían los volátiles de jobo a los 15 y 30 días de edad (días después de la emergencia) que los machos. El apareamiento no afecto la respuesta de las moscas ya que ambos sexos fueron atraídos y aterrizaron en la fuente volátil. No obstante, se observó que la respuesta en atracción fue mayor en hembras vírgenes y apareadas que en los

machos. Un comportamiento parecido se obtuvo en la respuesta de aterrizaje, pero los valores estuvieron muy por abajo que la atracción. Dentro del aterrizaje el estatus sexual de virgen los valores estuvieron por arriba que en los apareados; pero la diferencia no fue significativa. La alimentación sí influyó en el comportamiento de las moscas. Ambos sexos alimentados exclusivamente con proteínas (hambreadas de azúcar) fueron más atraídos y aterrizaron mas frecuentemente en la fuente volátil, que los alimentados con azúcar (hambreadas de proteína), y azúcar + proteína (control). Sin embargo, el comportamiento de respuesta en hembras fue significativamente mayor que en machos.

El volátil de jobo de pava (*S. mombin* L.) tomando en cuenta los resultados obtenidos puede utilizarse como atrayente eficaz para *A. obliqua*.

LITERATURA CITADA

- Aluja, M. 1984. Manual de manejo integrado de moscas de la fruta. Programa mosca del Mediterráneo. SARH-DGSV. Talleres Gráficos de la Nación. México.
- Aluja, M., M. Cabrera, J. Guillén, H. Celedonio & F. Ayora. 1989. Behaviour of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) on a wild mango tree (*Mangifera indica*) harbouring three McPhail traps. *Insect Sci. Applic.* 10: 309-318.
- Aluja, M. and J. Prokopy. 1992. Host search behavior by *Rhagoletis pomonella* flies: Inter-tree movement patterns in response to wind-borne fruit volatiles under field conditions. *Physiol. Entomol.* 17: 1-8.
- Averril, A. L., W. H. Reissig and W. L. Roelofs. 1988. Specificity of olfactory responses in the tephritid fruit fly, *Rhagoletis pomonella*. *Entomol. Exp. Appl.* 47: 211-222.
- Bateman, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 17: 493-518.
- Berg, G. R. 1979. Pictorial key to fruit fly larvae of the family Tephritidae. San Salvador: Organ. Imemac. Reg. Sanidad Agropecuaria. 36 p.
- Blay, S. & B. Yuval. 1999. Oviposition and fertility in the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): effects of male and female body size and the availability of sperm. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 92: 278-284.
- Braga, M. A. S. & F. S. Zucoloto. 1981. Estudos sobre a melhor concentraçã de aminoácidos para moscas adultas de *Anastrepha obliqua*. *Rev. Brasil. Biol.* 41: 75-79.
- Brewer, W. J., J. L. Capinera, R. E. Deshon Jr. & M. L. Walmsley. 1985. Influence of foliar nitrogen levels on survival, development, and reproduction of Western Spruce budworm, *Choristoneura occidentalis* (Lepidoptera: Tortricidae). *Can. Entomol.* 117: 23-32.

- Borror, D., J. de Long, M. DWIGHT, C. A. Triphelorn. 1981. An introduction to the study of insects. Saunder College Publishing. Philadelphia, USA. Pp. 550-618.
- Boscán de Martínez, N. 1992. Manejo integrado de las moscas de la fruta: Identificación, Biología y Detención del Insecto. No. 41. Julio-Diciembre. FONAIAP-CENIAIAP, Venezuela.
- Calkins, C. O., W. J. Schroeder & D. L. Chambers. 1984. The probability of detecting the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae) with various densities of McPhail traps. J. Econ. Entomol. 77: 198-201.
- Cangussu, J. A. & F. S. Zucoloto. 1992 Nutritional value and selection of different diets by adult *Ceratitis capitata* fruit flies. J. insect Physiol. 41: 223-227.
- Cangussu, J. A. & F. S. Zucoloto. 1995. Self-selection and perception threshold in adult females of *Ceratitis capitata*. J. Insect Physiol. 41: 223-227.
- Cresoni-Pereira, C. & F. S. Zucoloto. 2001. Dietary self-selection and discrimination threshold in wild *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). J. Insect Physiol. 47: 1127-1132.
- Cruz-López, L., E. A. Malo, J. Toledo, A. Virgen, A. del Mazo & J. C. Rojas. 2006. A new potential attractant for *Anastrepha obliqua* from *Spondias mombin* fruits. J. Chem. Ecol. 32: 351-365.
- Dadd, R. H. 1985. Nutrition: Organism, p. 313-389. In G. A. Kerkut & L. I. Gilbert (Eds.), Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology. Pergamon Press, Oxford, IV, 1176 p.
- Drew, R. A. I., A. C. Courtice and D. S. Teakle. 1983. Bacteria as a natural source of food for adult fruit flies (Diptera: Tephritidae). Ecología. 60: 279-284.
- Esiman, C. B. & Rice, M. J. 1992. Attractants for the gravid Queensland fruit fly *Dacus tryoni*. Entomol. Exp. Appl. 62: 125-130.
- Fein. L. B., H. W. Reissig & Roelofs, L. W. 1982. Identification of apple volatile attractive to the apple maggot *Rhagoletis pomonella*. J. Chem. Ecol. 8: 1473-1487.

- Foote, R. H., F. L. Blanc & A. L. Norrbom. 1993. Handbook of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America North of Mexico. Ithaca and London. Com-stock Publishing, Associates. 571 p.
- Fontellas, T. M. L. & F. S. Zucoloto. 1999. Nutritive value of diets with different carbohydrates for adults *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera, Tephritidae). Rev. Bras. Zool. 16: 1135-1147.
- Fontellas, T. M. L. & F. S. Zucoloto. 2003. Effect of sucrose ingestión on the performance of wild *Anastrepha obliqua* (Macquart) Females (Diptera: Tephritidae). Ecology, behavior and bionomics. Neotropicaul Entomology 32 (2): 209-216.
- García-Ramírez M. J., Cibrian-Tovar J., Arzufí-Barrera R., López-Collado J. & Soto-Hernández M. 2002. Preferencia de *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) por volátiles de frutos verdes o amarillos de mango y naranja.
- Hendrichs, J. M., J. Hendrichs, J. Prokopy & R. J. Prokopy. 1990. How do apple maggot flies detect the presence of distant food? Massach, Fruit Notes 55: 3-5.
- Hendrichs, J. & R. J. Prokopy. 1994. Food foraging behaviour of frugivorous fruit flies, pp. 37-55. In: C. O. Calkins, W. Klassen and P. Liedo (eds.). Fruit flies and the sterile insect technique. CRC Press. USA.
- Hsiao, T. H. 1985. Feeding behavior, p. 471-512. In G.A. Kerkut & L. I. Gilbert (eds.), Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology. Pergamon Press, Oxford, IV, 1176 p.
- Jang, E. B. & Light, D. M. 1996. Olfactory semiochemicals of tephritids, pp. 73-90. In B. A. MacPherson, and G. J. Steck (eds.), Fruit fly pests. St. Lucia Press, Delray Beach, FL.
- Joachim-Bravo, I. S. & F. S. Zucoloto. 1997. Oviposition preference in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae): influence of rearing diet. Iheringia Sér. Zool. 82: 133-140.
- Landolt, P. J., H. C. Reed and R. R. Heath. 1992. Atracction female of papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) to male pheromone and host fruit. Environ. Entomol. 21: 1154-1159.

- Landolt, P. J. & K. M. Davis-Hernández. 1993. Temporal patterns of feeding of Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) on sucrose and hydrolyzed yeast. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 86: 749-755.
- Liedo, P. 1995. Bases teóricas y conceptos sobre atrayentes y trampeo, pp. 162-172. **En:** Memorias del Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta con Énfasis en la Técnica del Insecto Estéril. SARH/DGSV-MOSCAMED-MÉXICO-FAO/OIEA.
- Liedo, P., J. R. Carey, H. Celedonio & J. Guillen. 1992. Size specific demography of three species of *Anastrepha* fruit flies. *Entomol. Exp. Appl.* 63: 135-142.
- Malo, E. A. 1992. The effects of bait decomposition on capture of *Anastrepha* fruit flies. *Fla. Entomol.* 75: 272-274.
- Malo, E. A., L. Cruz- López , J. Toledo J., A. Mazo, A. Virgen & J. Rojas. 2005. Behavioral and electrophysiological responses of the Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) to guajava volatiles.
- Junta Local de Sanidad Vegetal de Fruticultores del Soconusco. Manual del Productor: Por una Fruticultura Sana, Inocua y Sostenible. 2004, Chiapas, México.
- McEwen, P. 1997. Sampling, handling and rearing insects, pp. 5-26. **In:** D. R. Dent & M. P. Walton (eds.). *Methods in ecological y agricultural entomology*. CAB International.
- Nayer, J. K. & D. M. Sauerman. 1974. Log-term regulation of sucrose intake by the female mosquito *Aedes taeniorhynchus*. *J. Insect Physiol.* 20: 1203-1208.
- Nestel, D., R. Galun & S. Friedman. 1985. Long-term regulation of sucrose intake by Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *J. Insect Physiol.* 31: 533-536.
- Nigg, H. N., L. L. Mallory, S. E. Simpson, S. B. Callahan, J. P. Toth, S. Fraser, M. Klim, s. Nagy, J. L. Nation & Attaway, J. A. 1994. Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew), attraction to host fruit and host kairomonas. *J. Chem. Ecol.* 20: 727-743.
- Papaj, R. D. & Aluja, M. 1993. Temporary dynamics of host-marking in the tropical fruit fly, *Anastrepha ludens*. *Physiological Entomology.* 18: 279-284.

- Pereira, C. C. 2001. Efeitos da ingestão de uma fonte protéica sobre a performance e selecto de dietas por fêmeas selvagens de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). Tese de doutorado. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP. 74 p.
- Rice, M. J. 1989. The sensory physiology of pest fruit flies: conspectus and prospectus, pp. 249-272. In: A. S. Robinson and G. Hooper (eds.). Fruit flies: Their biology, natural enemies and control. 3 (A). Elsevier. Amsterdam.
- Robacker, D. C. 1991. Specific hunger in *Anastrepha ludens*: effects on attractiveness of proteinaceous and fruit derived lures. Environ. Entomol. 20: 1680-1686.
- Robacker, D. C. & Garcia, J. A. 1990. Responses of laboratory-strain Mexican fruit flies, *Anastrepha ludens*, to combinations of fermenting fruit odor and male-produced pheromone in laboratory bioassays. J. Chem. Ecol. 16: 2027-2038.
- Robacker, D. C. W. C. Warfield & Flat R. A. 1992. A four-component attractant for the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae), from host fruit. J. Chem. Ecol. 18: 1239-1254.
- Robacker, D. C. & J. A. Garcia. 1993. Effects of age, time of day, feeding history, and gamma irradiation on attraction of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae), to bacterial odor in laboratory experiments. Environ. Entomol. 22: 1367-1374.
- Robacker, D. C. and R. H. Heath. 1996. Attractions of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) to lures emitting host fruit volatiles in citrus orchard. The Florida Entomol. 79(4): 600-602.
- Robacker, D. C. & I. Fraser. 2001. Effects of food deprivation on attraction of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) to grapefruit in a wind tunnel. Ann. Entomol. Soc. Am. 94: 954-958.
- Rojas, J., L. Cruz-López, A. Virgen, A. Mazo, J. Toledo y E. Malo. 2003. Atracción de *Anastrepha obliqua* a volátiles de frutos de jobo de pava (*Spondias mombin* L.), pp 115-118. En: Morales M., A., Ibarra González, M., Rivera González, A. del P. & S. Stanford (Eds). Entomología Mexicana Vol 3.
- Romeis J & F. L. Wäckers. 2002. Nutritional suitability of individual carbohydrates and amino acids for adult *Pieris brassicae*. Physiol. Entomol. 27: 148-156.

- Salles, L. A. 2000. Biología e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.), p. 81-86. In Malavasi, A. & R. A. Zuchi (eds.) Moscas-das-frutas de importancia económica no Brasil, Ribeirao Preto, Holos Editora, 327.
- Scarpati, M. L., R. L. Scalzo & Vita G. 1993. Olea europea volatiles attractive and repellent to the olive fruit fly (*Dacus olea*, Gmelin). J. Chem. Ecol. 19: 881-891.
- Simpson, S. J. & C. L. Simpson. 1990. The mechanisms of nutritional compensation by phytophagous insects, pp. 111-160. In: E. A. Bernays (ed.), Insect-plant interactions, CRC Press, Boca Ratón.
- Sharp, J. L. & Chambers, D. L. 1984. Consumption of carbohydrates, proteins and amino acids by *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae) in the laboratory. Environ. Entomol. 13: 768-773.
- Sugayama, R. L. A. Kovaleski, P. Liedo & A. Malavasi. 1998. Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a demographic analysis. Environ. Entomol. 27: 642-648.
- Tsitsipis, J. A. 1989. Nutrition. Pp. 103-109. In A. S. Robinson and G. Hooper (ed.), Fruit flies: their biology, natural enemies and control, vol. 3A. Elsevier, New York.
- Wherlin, L. M. 1974. Some fruit flies (Tephritidae) in Jamaica. PANS 20: 11-19.
- White, L. M., & M. M. Elson-Harris. 1992. Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics. CAB/ACIAR. UK. 543 p.
- Wong, T. T. Y. D. O. McInnis, M. M. Ramadan & J. I. Nishimoto. 1991. Age-related response of male melon flies. *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) to cue lure. J. Chem. Ecol. 17: 2481-2487.

<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fdy1/texto/mosca.htm>

<http://www.conabio.gob.mx>

<http://www.ecologia.edu.mx>

<http://www.mag.gov.es.sv/promsa/Resumen%20IG-CV-031.htm>

<http://www.sdr.gob.mx>

<http://www.senasica.sagarpa.gob.mx>

APÉNDICE

Efecto de la edad en la respuesta de hembras y machos de *A. obliqua* a los volátiles de jobo de pava.

Análisis de Varianza de una Sola Vía (ANVA)

Cuadro 5.1a y 5.1b. Valores promedios obtenidos en las variables atracción y aterrizaje en hembras y machos de *A. obliqua*.

Edad (Días)	Hembras		Machos	
	Atracción	Aterrizaje	Atracción	Aterrizaje
5	6.4	10.66	4.4	7.33
10	9.6	16	3.6	6
15	14	23.33	9.2	15.33
20	10.8	18	4.8	8
25	10.8	18	9.6	16
30	16	26.66	12	20

Análisis de varianza mediante la prueba de Tukey de los datos obtenidos en las variables atracción y aterrizaje de hembras y machos de *A. obliqua*.

Respuesta	gl	F	P
Hembras Atracción	8 53	2.7078	0.015945
Hembras Aterrizaje	5 35	3.8360	0.008336
Machos Atracción	8 53	1.2403	0.298513
Machos Aterrizaje	5 35	4.8053	0.002409

Cuadro A. Separación de medias mediante la prueba de Tukey en la respuesta de atracción de hembras de *A. obliqua*.

Edad (Días)	Promedio	Hembras Atracción	
30	8.00000	A	B
5	8.66667	A	B
25	11.33333	A	B
15	13.33333	A	B
20	14.00000	A	B
10	14.00000	A	B

Cuadro A. Separación de medias mediante la prueba Tukey en la respuesta de aterrizaje de hembras de *A. obliqua*.

Edad (Días)	Promedio	Hembras Aterrizaje	
5	10.66667		B
10	16.00000	A	B
20	16.00000	A	B
25	18.00000	A	B
15	23.33333	A	
30	26.66667	A	

Cuadro B. Separación de media mediante la prueba Tukey en la respuesta de atracción de machos de *A. obliqua*.

Edad (Días)	Promedio	Machos Atracción
30	7.33333	A
20	8.66667	A
5	8.66667	A
10	9.33333	A
15	9.33333	A
25	10.66667	A

Cuadro B. Separación de medias mediante la prueba Tukey en la respuesta de aterrizaje de machos de *A. obliqua*.

Edad (Días)		Machos Aterrizaje	
10	6.00000	A	
5	7.33333	A	
20	8.00000	A	
15	15.33333	A	B
25	16.00000	A	B
30	20.00000		B

Efecto del apareamiento en la respuesta de hembras y machos de *A. obliqua* a los volátiles de jobo de pava.

Cuadro 5.2. Valores promedios obtenidos en las variables de atracción y aterrizaje de hembras y machos de *A. obliqua*.

Estado Sexual	Atracción	Aterrizaje
Hembras Vírgenes	17.2	8.4
Hembras Apareadas	17.6	4.8
Machos Vírgenes	10	1.2
Machos Apareados	9.2	2

Análisis de varianza mediante la prueba de Tukey de la variables atracción y aterrizaje de hembras y machos de *A. obliqua*.

	VIRGENES	APAREADAS	VALOR DE t	gl	P
HEMBRAS ATRACCIÓN	17.20000	17.60000	-0.098639	18	0.922515
MACHOS ATRACCIÓN	10.00000	9.20000	0.332309	18	0.743494
HEMBRAS ATERRIZAJE	8.40000	4.80000	1.546016	18	0.139501
MACHOS ATERRIZAJE	1.20000	2.00000	-0.738549	18	0.469702

Efecto de la alimentación en la respuesta de hembras y machos a los volátiles de jobo de pava.

Análisis de Varianza de una Sola Vía (ANVA)

Cuadro 5.3a y 5.3b. Valores promedios obtenidos en la respuesta de atracción y aterrizaje de hembras y machos de *A. obliqua* a tres tipos de dietas alimenticias.

Dieta alimenticia	Hembras		Machos	
	Atracción	Aterrizaje	Atracción	Aterrizaje
Proteína	17.2	20	12	12.4
Azúcar	6.8	4	2.4	0
Proteína + Azúcar	8.4	4.8	4.4	1.2

Análisis de varianza mediante la prueba de Tukey de los valores medios obtenidos en las variables de atracción y aterrizaje.

	(gl) Grado Libertad	F	P
Hembras Atracción	2 29	10.7780	0.000362
Hembras Aterrizaje	2 29	30.0789	0.000000
Machos Atracción	2 29	18.57940	0.000362
Machos Aterrizaje	2 29	29.23333	0.000000

Cuadro A-B. Separación de medias mediante la prueba de Tukey.

Prueba de Tukey	
Proteína	A
Azúcar	A
Proteína + Azúcar	B

