

MORTALIDAD DE HUEVOS Y LARVAS DE ANASTREPHA OBLIQUA (MACQUART) Y A. LUDENS (LOEW)(DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN ATMOSFERAS CONTROLADAS Y TEMPERATURA ALTA EN MANGO (*MANGIFERA INDICA*) CV. 'MANILA'

DORA ALICIA ORTEGA ZALETA Y ELHADI M. YAHIA K.

Departamento de Investigación y Postgrado en Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas S/N. CP 76050. Querétaro, Querétaro, MEXICO.

RESUMEN. Se evaluó la eficiencia de la atmósfera controlada (AC) de 0% O₂ + 50% CO₂ a diversas temperaturas por 160 min sobre la mortalidad de huevos y larvas de *Anastrepha obliqua* y *A. ludens* en frutos de mango cv. Manila. Las dos especies se expusieron simultáneamente en frutos infestados artificialmente con larvas de tercer estadio a la AC a 35, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 y 49°C por 160min. Frutos infestados de manera natural con larvas de primer estadio se expusieron a con la AC a 37, 39, 40, 42, 43, 44 y 45°C por 160min con huevos de 48h de desarrollo se trataron con la AC a 37, 39, 40, 42, 43°C y aire a 43°C por 160min. En frutos infestados artificialmente con larvas de tercer estadio, para las dos especies, el 100% de mortalidad se obtuvo con la AC a temperatura $\geq 39^\circ\text{C}$. En frutos de infestación natural con larvas de primer estadio y otros con huevos, el 100% de mortalidad ocurrió a temperatura $\geq 40^\circ\text{C}$, el mismo resultado se obtuvo con huevos expuestos en aire a 43°C. Se concluyó que la combinación de la AC (0% O₂ + 50% CO₂) a temperatura $\geq 40^\circ\text{C}$ por 160 min ocasionan el 100% de mortalidad de huevos y larvas de *A. obliqua* y *A. ludens* en frutos de mango Manila.

PALABRAS CLAVE: *Anastrepha obliqua*, *A. ludens*, mango, atmósferas controladas, temperatura, tratamiento cuarentenario.

ABSTRACT. The controlled atmosphere (CA) of 0% O₂ + 50% CO₂ during 160 min at several temperatures was evaluated on the mortality of eggs and larvae of *Anastrepha obliqua* and *A. ludens* in artificially and naturally infested 'Manila' mango fruits. Both species were simultaneously exposed to different treatments. Fruits artificially infested with third-instar larvae were exposed at CA at 35, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 and 49°C. Fruits naturally infested with first-instar larvae were exposed at the CA at 37, 39, 40, 42, 43, 44 and 45°C. Fruits infested with 48-h eggs were treated with the CA at 37, 39, 40, 42, 43°C and air at 43°C. The CA applied at $\geq 39^\circ\text{C}$ caused the 100% mortality of third stadium of both species. The CA applied at $\geq 40^\circ\text{C}$ effected the 100% mortality of eggs and first stadium larvae, same mortality was recorded with only air at 43°C. It was concluded that the CA (0% O₂ + 50% CO₂) applied at temperature greater than 40°C during 160 min caused 100% of mortality on eggs and larvae of *A. obliqua* and *A. ludens* in infested Manila mango fruits.

KEY WORDS: *Anastrepha obliqua*, *A. ludens*, mango, controlled atmospheres, temperature, quarantine treatment.

En el cultivo de mango aunque se aplica un manejo integrado contra las moscas de la fruta *Anastrepha obliqua*(Macquart) y *A. ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae), las

Ortega y Yahia: Mortalidad de huevos y larvas de *A. obliqua*

normas fitosanitarias de exportación exigen tratamientos cuarentenarios postcosecha. En México, los productores comunmente aplican el tratamiento hidrotérmico para la fruta de exportación, el cual fue originalmente desarrollado para las variedades de mango Haden, Tommy Atkins, Kent que son tolerantes al calor (Sharp, 1986).

Para implementar los sistemas cuarentenarios en mango contra moscas de la fruta, se han realizado investigaciones diversas como la aplicación del calor. Para controlar larvas de *A. suspensa* (Loew) en mangos de la Florida, USA como son Keitt, Tommy Atkins, Jubilee y Kent, las temperaturas que se recomendaron fueron 46.1 a 46.7°C por 90 min (Sharp *et al.* 1989). Mango importado del Perú infestado con larvas de *A. obliqua* y *A. distincta* (Greene) se trató con agua caliente a $46.1 \pm 0.25^\circ\text{C}$ por 90 min (Sharp & Picho-Martínez, 1990). Para controlar *Bactrocera tryoni* (Froggatt) y *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) en mango cv. Kensington producido en Australia, se utiliza un sistema de aire caliente a 47°C por 15 min (Heather *et al.*, 1997). Otro sistema es el de aire seco forzado a 48.1°C por 101-213 min para controlar *A. obliqua* en mango Haden, Tommy Atkins, Kent y Keitt (Mangan & Ingle, 1992). Todos estos sistemas utilizan temperaturas mayores de 46°C.

Como alternativa al tratamiento hidrotérmico se han considerado las atmósferas controladas (AC), las cuales no disminuyen la calidad organoléptica del mango debido a la baja concentración del oxígeno y el fruto madura normalmente (Yahia y Tiznado, 1993; Yahia y Vazquez-Moreno, 1993).

Con las AC se han efectuado experimentos en manzana para control de *Rhagoletis mendax* (Loew), con una atmósfera de concentración de CO₂ mayor que 45% a 21°C por 2 días (Prange & Lisdter, 1992). Para control de *Cydia pomonella* (L) en nuez inglesa (*Juglans regia*) se experimentó con AC de 0% O₂; 0.5% O₂ + 10% CO₂ con N₂, 98% CO₂ en aire, combinados con las temperaturas de 39, 41, 43 y 45°C (Soderstrom *et al.*, 1996). Sin embargo, para el género *Anastrepha* las AC solo se han probado para *A. ludens* en toronja 1% O₂ en aire a 46°C por 4 h y 1% O₂ + 20% CO₂ por 2.0, 3.0, 3.5 h, sin obtener la eficiencia cuarentenaria Probit 9 (Shellie *et al.*, 1997). Hasta la fecha no existe un sistema cuarentenario eficiente contra moscas de la fruta que se base en la combinación de AC con temperaturas altas.

En trabajos realizados en este laboratorio se determinó que las larvas de las especies *A. obliqua* y *A. ludens* mueren al exponerlas a la AC de 0% O₂ + 50% CO₂ por lo tanto, el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la eficiencia de la AC de 50 % de bióxido de carbono y deficiente de oxígeno, bajo diferentes temperaturas altas por 160 min, para el control de huevos y larvas de *A. obliqua* y *A. ludens* en frutos de mango Manila infestados de manera artificial y natural.

MATERIALES Y METODOS

Insectos. Las larvas y pupas de las dos especies fueron proporcionadas por la planta MOSCAFRUT, (SAGAR-IICA) ubicada en Metapa de Domínguez, Chis. México. Larvas de 13 días de desarrollo criadas en dieta artificial a temperatura de 27°C se trasladaron al laboratorio y 2 días después se utilizaron para los ensayos. Las pupas próximas a emerger se trasladaron al laboratorio y se colocaron en jaulas bajo condiciones controladas (25°C, 75% HR y un período de iluminación de 14h luz).

Frutos. Los frutos de Mango Manila fueron proporcionados por el Campo Experimental Cotaxtla del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (SAGAR) en el estado de Veracruz. Los frutos se cosecharon cuando presentaron la madurez fisiológica (90 días después del amarre) y se trasladaron al laboratorio donde se tomó una muestra de 30 frutos para establecer el porcentaje de infestación de campo. Para la infestación artificial, los frutos se almacenaron a 10°C por 24h y para infestación natural se almacenaron por 12 días. Después, los frutos se retiraron de la cámara de enfriamiento y cuando alcanzaron la temperatura ambiente se lavaron para proceder a la infestación.

Infestación Artificial de Frutos. Los frutos de mango Manila fueron seleccionados uniformemente con base en el tamaño, cuyo peso promedio fue de 181.0 ± 32.5 g y se agruparon en 24 lotes por especie de mosca y estos a su vez en dos, uno para el tratamiento y otro para el testigo (Cuadro 1).

Cada fruto fue perforado dos veces en una cara, del ecuador hacia la parte basal, con un sacabocados (# 7, 1.5 cm de diámetro). En cada perforación se introdujeron 10 larvas, después se cerró con la porción de fruto que se le había sacado al cual se le retiró una parte de la pulpa para dejar espacio para las larvas, ambas perforaciones se sellaron con silicón térmico (Mangan e Ingle, 1994) y se sometieron a los diferentes tratamientos.

Los frutos tratados se enfriaron en agua a temperatura ambiente durante media hora, se disectaron y se registró el número de larvas sobrevivientes. Las larvas sobrevivientes fueron las que conservaron su movilidad y las larvas que se consideraron muertas se colocaron en agua a temperatura ambiente por 30 min, para comprobar que habían perdido su movilidad.

Infestación Natural de Frutos. Se construyeron jaulas metálicas, de dimensiones de 1 X 0.6 X 0.6 m (alto, ancho y largo) y forradas con malla mosquitera de plástico. En la parte superior de la jaula se hicieron 20 perforaciones de 15cm de diámetro para coser bolsas de media de nylon de 50cm de largo; en cada bolsa se colocaron los frutos para que pudieran ser infestados (Leyva *et al*, 1991). Cada jaula tenía una abertura en un costado para colocar las pupas, el agua y el alimento.

Ortega y Yahia: Mortalidad de huevos y larvas de A. obliqua

Las pupas (50,000 de la especie *A. obliqua* y 30,000 de *A. ludens*) se colocaron en dos jaulas para cada especie con agua y alimento, en un cuarto con condiciones ambientales controladas (25°C, 75% HR y período de iluminación de 14 h luz) y cuando emergieron los adultos se alimentaron a base de proteína torula preparado en la planta MOSCAFRUT. Se permitió que los adultos alcanzaran su madurez sexual para que se efectuara la cópula y 3 días después, cuando la mayor proporción de hembras había iniciado la oviposición se efectuó la infestación de frutos.

En las bolsas de nylon de las jaulas se colocaron, en promedio 5 frutos con peso promedio de $187 \pm 46g$ y se expusieron a las moscas durante 12h. Después de la infestación, los frutos de cada jaula se dividieron aleatoriamente en dos lotes, uno para el tratamiento y otro para el testigo (Cuadros 2 y 3). Para el total de tratamientos se infestaron 24 lotes de frutos por especie con 119 939 insectos (70 481 larvas de primer estadio y 49 458 huevos) de las dos especies (Cuadros 2 y 3).

Los tratamientos se aplicaron 48h después de la infestación para que los huevos tuvieran el 50% de desarrollo o cuando tuvieron 96 h para las larvas de primer estadio. Los frutos tratados y los testigos se colocaron en bolsas de polietileno (70 X 50cm), que en la parte superior de un lado tenían una perforación (40 x 20cm) cubierta con tela de algodón. Después de 9 días de aplicados los tratamientos se diseccionaron los frutos y se registró el número de larvas por lote.

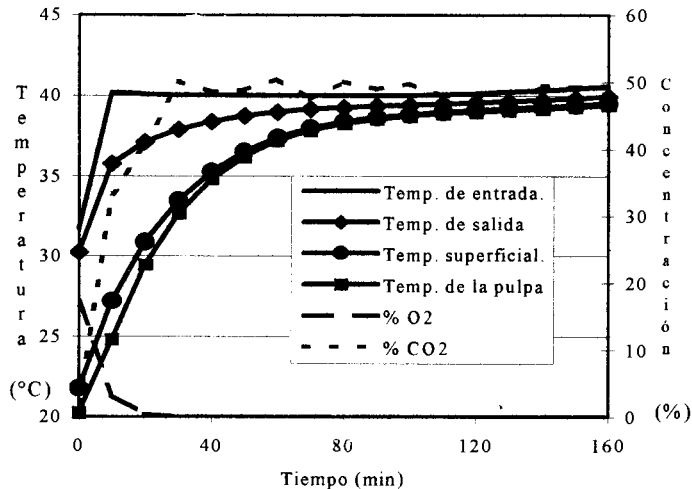


Figura 1. Evaluación de AC (0% O₂ + 50% CO₂) a 40°C por 160 min para controlar larvas del primer estadio de *A. obliqua* and *A. ludens* en mango Maniia.

Registro de condiciones ambientales en la cámara. En la cámara de AC se registraron las condiciones de temperaturas de entrada y salida del aire, de la superficie y la pulpa cerca de la semilla del fruto, así como la concentración de O₂ y CO₂. Los perfiles de los registros se muestran en la Fig.1.

La cámara está construida de acero inoxidable con dimensiones de 177 x 100 x 132cm (alto, ancho y profundidad). Tiene espacio para 4 cajas de 60.7 x 36.8 x 17.8cm. Está provista de un panel de control analógico y digital con interfaces de entrada y salida para un transmisor de aire, analizador de O₂ y CO₂, sondas de temperatura, válvula solenoide, ventilador y calentador. El control y registro se desarrolla por un sistema computarizado.

Control y registro de gases. Las concentraciones de O₂ y CO₂ son directamente controladas por inyección de aire, N₂ y CO₂ para mantener las concentraciones requeridas. El analizador de O₂ (David Bishop electrochemical) proporciona lecturas en un rango de 0 a 25% y el analizador de CO₂ (Valtronic infrarrojo) proporciona lecturas en un rango de 0 a 80%; ambos son controlados con una exactitud del 0.1%.

Control y registro de temperatura. La temperatura se suministra por 4 calentadores de 1000 watts, 230 volts y se mantiene con una exactitud de ± 0.1 % en un rango de 20-60°C. Cada calentador es encendido automáticamente y controlado por el sistema. La temperatura de la cámara se muestra y registra continuamente. Tres sondas (termistros) miden la temperatura de la superficie y el centro de la fruta.

Flujo de aire. El flujo de aire es generado por un ventilador centrífugo de una sola fase, de 230 volts y una fuerza de 1.5 caballos.

Fuente y control de humedad. La humedad es provista a través de cuatro boquillas atomizadoras, cada una consta de dos partes, una para gas comprimido y la otra para agua. Cuando el gas comprimido pasa por la boquilla sale agua destilada del depósito de agua, por medio del efecto Venturi. Cuando se requiere más humedad, dos válvulas solenoides se abren simultáneamente, una permite comprimir el flujo de aire a través de las dos boquillas. Dos boquillas adicionales inyectan N₂, o CO₂ y una tercera inyecta aire con el atomizador de agua.

Análisis de Datos. En los experimentos con infestación artificial para larvas de tercer estadio los tratamientos consistieron en la combinación de la AC (0% O₂ + 50% CO₂) con las temperaturas de 35, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 y 49°C por 160 min.

La variable de respuesta para los ensayos de infestación artificial fue la mortalidad

Ortega y Yahia: Mortalidad de huevos y larvas de A. obliqua

corregida, calculada a partir de la mortalidad observada y se corrigió con los sobrevivientes del testigo de acuerdo con la fórmula de Abbott (Abbott, 1925) en los frutos infestados artificialmente.

En los experimentos para frutos con infestación natural realizados con larvas de primer estadio los tratamientos de la AC con las temperaturas de 39, 40, 42, 43, 44 y 45°C por 160 min. y en huevos la AC con las temperaturas de 37, 39, 40, 42, 43 y 44°C, así como aire a 43°C, todos por 160 min.

El número de huevos se basó en el número de larvas de cada lote testigo. El número de larvas o huevos en el lote tratado se calcularon de la manera siguiente:

$$\text{No. Larvas o Huevos del lote tratado} = (\text{larvas del lote testigo correspondiente}) \times (\text{No. de frutos del lote tratado}) / (\text{No. de frutos del lote testigo})$$

El porcentaje de mortalidad fue la variable de respuesta y se calculó con la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de mortalidad} = (\text{No. total de larvas o huevos} - \text{los sobrevivientes})100 / \text{No. total de larvas o huevos}$$

RESULTADOS

Mortalidad de larvas en frutos con infestación artificial. En los frutos con infestación artificial, La mortalidad de las larvas de tercer estadio de *A. obliqua* fue del 100% con la AC (0 % O₂ + 50% CO₂) a temperaturas $\geq 35^\circ\text{C}$. Sin embargo, hubo larvas de *A. ludens* sobrevivientes a 35 y 39°C; lo que se atribuyó a que las condiciones de temperatura no fueron estables durante los 160 min de exposición (Cuadro 1).

Mortalidad de huevos y larvas en frutos infestados naturalmente. La mortalidad de larvas de primer estadio de *A. obliqua* y *A. ludens* fue del 100% al exponerlas a la AC (0 % O₂ + 50% CO₂) combinada con las temperaturas de 39-45°C por 160 min (Cuadros 2 y 3). Así mismo, se obtuvo 100% de mortalidad cuando los huevos fueron expuestos en frutos infestados, al aire a 43°C (Cuadro 3).

DISCUSION

La eficiencia de la AC (0 % O₂ + 50% CO₂) a 40°C para controlar huevos y larvas

Cuadro 1

Mortalidad de larvas de tercer estadio de *A. obliqua* y *A. ludens* con 0% O₂ + 50% CO₂ a diversas temperaturas por 160 min en frutos de mango "Manila" infestados artificialmente

Temp (°C)	<i>A. obliqua</i>					<i>A. ludens</i>				
	No. frutos		Mortalidad (%)			No. frutos		Mortalidad (%)		
	Trat	Test	Test	Obs	Corrg	Test	Trat	Test	Obs	Corrg
35	50	20	86.0	100	100	48	22	41.9	99.6	98.2
37	50	20	91.4	100	100	52	20	81.2	100	100
39	50	20	78.2	100	100	50	20	63.6	99.2	98.6
40	50	20	61.7	100	100	50	20	32.3	100	100
42	46	24	91.9	100	100	47	22	53.3	100	100
43	47	23	83.9	100	100	46	23	46.5	100	100
44	44	29	24.5	100	100	48	25	24.6	100	100
45	46	23	11.8	100	100	47	22	12.5	100	100
46	46	23	87.3	100	100	46	23	15.7	100	100
47	47	26	41.7	100	100	45	28	33.6	100	100
48	48	25	43.0	100	100	48	25	39.1	100	100
49	46	23	14.7	100	100	46	23	25.8	100	100

Trat = Tratamiento Test= Testigo Obs = Observada Correg = Corregida

Ortega y Yahia: Mortalidad de huevos y larvas de A. obliqua

de *A. obliqua* y *A. ludens* fue semejante a la mostrada por la AC enriquecida de CO₂ (98%) combinada con calor ($\geq 38^{\circ}\text{C}$) que causó la mortalidad de larvas de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Soderstrom *et al.*, 1992). La eficiencia también es semejante a obtenida con las AC de aire, 0.5% O₂ y 98% CO₂ cada una a 43°C que controló el 97.6, 96.1 y 97.6% respectivamente, de larvas de *Cydia pomonella* (L.) en nuez inglesa (*Juglans regia*) (Soderstrom *et al.* 1996a).

Los altos porcentajes de mortalidad obtenidos con la combinación de la AC (0% O₂ + 50% CO₂) y la temperatura de 40°C por 160min puede atribuirse a la influencia que la AC tiene sobre el fruto y el insecto (Ke *et al.*, 1994; Ke *et al.*, 1995; Hartsell *et al.*, 1981). Es probable que en el fruto se hayan generado metabolitos volátiles tóxicos para las larvas, como etanol, acetaldehído, acetato de etilo y otros (Mitcham y McDonald, 1993; Mitcham y col. 1997), que no disminuyen la calidad organoléptica del fruto (Yahia y Tiznado, 1993; Yahia y Vazquez-Moreno, 1993). Sin embargo, posiblemente la concentración de dichos metabolitos sobrepasó los umbrales tolerables para el insecto y los efectos fueron letales (Aharoni *et al.*, 1979; Leal & Barbancho, 1992; Rohitha *et al.*, 1993). Los efectos letales pudieron ser mayores tanto al incrementarse la concentración de los metabolitos en el fruto y en el insecto mismo, como por la aceleración del metabolismo del insecto debido a la temperatura.

En este trabajo cuando la AC se aplicó a 43°C por 160min, la temperatura de la superficie del fruto fue de 41.6 – 42.8°C por 81min y el mismo rango en la pulpa próxima a la semilla por 57min. Estas temperaturas son semejantes a los 43°C por 50min recomendadas cuando se trataron toronjas infestadas con larvas de tercer estadio de *A. suspensa*, sumergidas en agua caliente a 43.3-43.7°C por 252min (Hallman *et al.* 1990).

Los resultados de mortalidad obtenidos con la AC a las temperaturas de 40-44°C pudieron deberse, además de la AC y el calor, a la influencia de otros factores como la densidad larval, el tipo de sustrato y al tamaño del fruto (Hansen 1992; Hansen & Sharp, 1997; Sharp, 1986).

En relación al tamaño, los frutos tuvieron peso promedio de 181 ± 32.5 y $187 \pm 46\text{g}$, que es menor que el de los frutos sobre los que se han controlado a otras especies de *Anastrepha* con tratamiento hidrotérmico o el aire seco forzado y cuyos tamaños han sido de 800-400g (Sharp, 1986; Mangan & Ingle, 1992).

El porcentaje alto de mortalidad (100%) que se obtuvo en este trabajo mostró la eficiencia de la AC (0% O₂ + 50% CO₂) a temperaturas $\geq 40^{\circ}\text{C}$ por 160 min. Esto es importante, ya que las temperaturas de 40°C son condiciones más suaves que las utilizadas en los sistemas cuarentenarios autorizados actualmente, como son 46.1°C para el sistema hidrotérmico y 48 °C para el aire seco forzado (Sharp, 1986; Mangan & Ingle, 1992). La AC y 40°C podrían ser probados conocer si son tolerados por frutos y hortalizas de igual o mayor sensibilidad que el mango Manila.

Cuadro 2

Mortalidad de larvas de primer estadio de *A. obliqua* y *A. ludens* en frutos de mango "Manila" expuestos a 0% O₂ + 50% CO₂ y diversas temperaturas por 160 min.

Temperatura (°C)	Testigo		Tratados		Mortalidad (%)**
	No. de frutos	No. larvas ^a	No. frutos	No. larvas ^b	
<i>A. obliqua</i>					
45	31	1 021	65	2 141	100
44	31	1 979	66	4 213	100
43	31	2 035	57	3 742	100
42	29	1 521	56	2 937	100
40	26	1 412	53	2 878	100
39	26	1 010	53	1 373	100
<i>A. ludens</i>					
45	31	1 332	65	2 793	100
44	32	2 770	64	5 540	100
43	32	2 381	53	3 944	100
42	29	2 453	56	4 737	100
40	26	3 644	53	7 428	100
39	25	2 237	56	5 010	100

(a) Registradas (b) Calculados a partir de las registradas

* En frutos tratados

Cuadro 3

Mortalidad de huevos de *A. obliqua* y *A. ludens* en mango "Manila" expuestos a 0% O₂ + 50% CO₂ y diversas temperaturas por 160 min.

Temperatura (°C)	Testigo		Tratados		Mortalidad (%) *
	No. de frutos	No. larvas ^a	No. frutos	No. larvas ^b	
<i>A. obliqua</i>					
43	36	1 076	69	2 062	100
42	35	1 115	69	2 198	100
40	22	1 017	52	2 404	100
39	16	9 50	56	3 325	100
37	19	1 190	41	2 568	98.8
Aire 43**	19	1 136	41	2 451	100
<i>A. ludens</i>					
43	34	1 130	70	2 326	100
42	35	1 486	69	2 929	100
40	19	1 185	53	3 305	100
39	18	1 254	55	3 832	100
37	18	1 334	44	3 261	99.9
Aire 43**	15	1 558	42	4 362	100

(a) Registrados (b) Calculado a partir del registrado * En

frutos tratados ** Sin modificación atmosférica.

Ortega y Yahia: Mortalidad de huevos y larvas de A. obliqua

Por lo tanto, se considera que la combinación de la AC (0% O₂ + 50% CO₂) a 40°C se debe evaluar para determinar el menor tiempo de aplicación y realizar las pruebas confirmatorias; para que pudiera ser un sistema cuarentenario que cause la muerte de larvas de *A. obliqua* y *A. ludens* en frutos de mango Manila.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece profundamente el apoyo proporcionado por los departamentos de producción de *A. obliqua* y *A. ludens* de la Planta MOSCAFRUT (SAGAR-IICA), Tapachula Chis. México y al Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC-INIFAP-SAGAR, Veracruz, Ver. México por los frutos de mango Manila. Así mismo, se agradece al Dr. Jorge L. Leyva V. por las observaciones y la revisión del presente escrito.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- AHARONI, Y., P.L. HARTSELL, J.K. STEWART. Y D.K. YOUNG, 1979. Control of western flower thrips on harvested strawberries with acetaldehyde in air, 50% carbon dioxide or 1% oxygen. *Journal of Economic Entomology* 72:824-822
- HALLMAN, G.J, J.J. GAFFNEY Y J.L. SHARP, 1990. Vapor heat treatment for grapefruit infested with Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 83:1475 – 1478.
- HANSEN, J.D. 1992. Heating curve models of quarantine treatments against insect pests. *Journal of Economic Entomology* 85: 1846-1846.
- HANSEN, J.D. Y J.L. SHARP, 1998. Thermal death studies of third-instar Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 91:968-973.
- HARTSELL, P.L., Y. AHARONI, J.K. STEWART Y D.K. YOUNG, 1981. Acetaldehyde toxicity to the green peach aphid on harvested head lettuce in high carbon dioxide or low oxygen atmospheres. *Journal of Economic Entomology* 72:904-905.
- HEATHER, N.W., R.J. CORCORAN Y R.A. KOPITKE, 1997. Hot air disinfestation of Australian 'Kensington' mangoes against two fruit flies (Diptera:Tephritidae). *Postharvest Biology and Technology* 10:99-105.
- KE, D., E. YAHIA, M. MATEOS Y A. KADER, 1994. Ethanolic fermentation of 'Bartlett' pears as influenced by ripening stage and atmospheric composition. *Journal American Society Horticultural Science* 119:976-982.
- KE, D., E. YAHIA, B. HESS, L. ZHOU Y A. KADER, 1995. Regulation of fermentative metabolism in avocado fruit under oxygen and carbon dioxide stresses. *Journal American Society Horticultural Science* 120:481-490.
- LEAL, J.F.M. Y M. BARBANCHO, 1992. Acetaldehyde detoxification mechanisms in *Drosophila melanogaster* adults involving aldehyde dehydrogenase (ALDH) and alcohol dehydrogenase (ADH) enzymes. *Insect biochemistry and Molecular Biology* 22:885-892.
- LEYVA, J.L., H.W. BROWNING Y F.E. GILSTRAP, 1991. Development of *Anastrepha ludens* (Diptera:Tephritidae) in several host fruit. *Environmental Entomology* 20:1160-1165.
- MANGAN, R.L. Y S.J. INGLE, 1992. Forced hot-air quarantine treatment for mangoes infested with West Indian fruit fly (Diptera:Tephritidae). *Journal Economic Entomology* 85: 1860-1864.
- MANGAN, R.L. Y S.J. INGLE. 1994. Forced hot-air quarantine treatment for grapefruit infested with Mexican

Folia Entomol. Mex. 109 (2000)

- fruit fly (Diptera:Tephritidae). *Journal Economic Entomology* 87: 1574-1579.
- PRANGE, R.K. Y P.D. LIDSTER, 1992. Controlled-atmosphere effects of blueberry maggot and lowbush blueberry fruit. *HortScience* 27:1094-1096.
- ROHITHA, B.H., R.M. McDONALD, R.A. HILL Y A.K. KARL, 1993. A preliminary evaluation of some naturally occurring volatiles on codling moth eggs. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 22:269-276.
- SHARP, J.L. 1986. Hot-water treatment for control of *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) in mangoes. *Journal of Economic Entomology* 79:706-708.
- SHARP, J.L. M.T. OUYE, R. THALMAN, W. HART, S. INGLE Y V. CHEW, 1988. Submersion of 'Francis' mango in hot water as a quarantine treatment for the West Indian fruit fly and the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 81:1431-1436.
- Sharp, J.L. M.T. Ouye, W. Hart, S. Ingle, G. Hallman, W.Y. Gould y V. Chew, 1989. Immersion of Florida mangos in hot water as a quarantine treatment for Caribbean fruit fly (Diptera:Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 82:186-188.
- SHARP, J.L. Y H. PICO-MARTINEZ, 1990. Hot-water quarantine treatment to control fruit flies in mangoes imported into United States from Peru. *Journal of Economic Entomology* 83:1940-1943.
- SHELLIE, K.C., R.L. MANGAN Y S.J. INGLE, 1997. Tolerance of grapefruit and Mexican fruit fly to heated controlled atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 10:179-186.
- SODERSTROM, E.L., D.G. BRANDL Y B. MACKEY, 1992. High temperature combined with carbon dioxide enriched or reeduced oxygen atmospheres for control of *Tribolium castaneum* (Herbet) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal Stored Products Research* 28:235-238.
- SODERSTROM, E.L., D.G. BRANDL Y B. MACKEY, 1996. High temperature alone and combined with controlled atmospheres for control of diapausing codling moth (Lepidoptera:Tortricidae) in walnuts. *Journal of Economic Entomology* 89:144-147.
- SODERSTROM, E.L., D.G. BRANDL Y B. MACKEY, 1996a. High temperature and controlled atmospheres treatments of codling moth (Lepidoptera:Tortricidae) infested walnuts using a gas thight treatment chamber. *Journal of Economic Entomology* 89:712-714
- STEWART, J.K., Y. AHARONI, P.L. HARTSELL Y D.L. YOUNG, 1980. Symptoms of acetaldehyde injury on head lettuce. *HortScience* 15:148-149.
- YAHIA, E. Y H.M.TIZNADO, 1993. Tolerance and responses of harvested mango to insecticidal low-oxygen atmospheres. *HortScience*. 28:1031-1033.
- YAHIA E.M. Y L. VAZQUEZ-MORENO 1993. Responses of mango to insecticidal oxygen and carbon dioxide atmospheres. *Lebns-Wiss u Technol.* 26, 42-48.

Recibido: 18 enero 2000.

Aceptado: 22 mayo 2000.