



## Evaluación de trampas artesanales y cebos naturales para la atracción de la mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew) (Diptera: Tephritidae) en mango (*Mangifera indica* L.)

M<sup>a</sup> Idalia Cuevas Salgado<sup>1</sup>, Carlos Romero Nápoles<sup>2</sup> & Norma Abril Carrillo Cruz<sup>3</sup>

Laboratorio de Entomología, Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Avenida universidad 1001 Colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. México. Código Postal 62209. Teléfono 3297000 Ext. 3216. <sup>1</sup>idalia\_cuesal@hotmail.com <sup>2</sup>napoles\_60@hotmail.com <sup>3</sup>nacc2004@yahoo.com.mx

**Resumen:** Para el monitoreo poblacional de *A. ludens*, regularmente se utiliza la trampa de vidrio McPhail cebada con proteína hidrolizada; sin embargo ésta es costosa. Por tal motivo se evaluaron trampas artesanales, más económicas, fabricadas con botellas de plástico reciclables de color verde, amarillo e incoloro, así como atrayentes naturales a base de piña y guayaba. El resultado de la investigación indica que estadísticamente las mejores trampas fueron la McPhail y la artesanal incolora. Por otra parte, las pruebas experimentales pusieron de manifiesto la ausencia de diferencias significativas en la preferencia de cebos, es decir la piña y guayaba fueron iguales al atrayente comercial *Captor 300*. Asimismo se concluyó que el color amarillo y verde de las trampas artesanales no jugó un papel importante para la atracción de esta especie.

**Palabras clave:** Diptera, Tephritidae, *Anastrepha ludens*, trampas artesanales, colores, cebos naturales, México.

### Evaluation of handcrafted traps and natural baits for the attraction of the Mexican fruit-fly (*Anastrepha ludens* Loew) (Diptera: Tephritidae) on mango (*Mangifera indica* L.)

**Abstract:** *A. ludens* populations are usually monitored by means of McPhail traps baited with hydrolyzed protein; however, this is an expensive procedure. For this reason, handcrafted, more economic traps made with recyclable plastic were tested; these used recycled green, yellow and colourless bottles, and natural baits were used: pineapple and guava. The best results corresponded to the McPhail trap and the colourless plastic bottles. Additionally, no difference could be found in the attractiveness to flies between the natural baits and the commercial *Captor 300* bait.

**Key words:** Diptera, Tephritidae, *Anastrepha ludens*, handcrafted traps, colours, natural baits, Mexico.

## Introducción

La mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew, 1873), es considerada una de las principales plagas de la fruticultura mexicana, ya que ataca una amplia variedad de frutos principalmente mango y cítricos (Aluja, 1984). Su daño es provocado por el estado larvario que barrena túneles en la pulpa de los frutos, ocasionándoles finalmente su pudrición (Toledo *et al.*, 2005); pero además de ello, esta plaga es importante por las medidas cuarentenarias que impiden la exportación de frutos, dañando severamente la economía de los productores (Aluja, 1999; SAGARPA, 2004a). Para detectar y monitorear las poblaciones adultas de *A. ludens* regularmente se utiliza la trampa de vidrio McPhail cebada con proteína hidrolizada (Gutiérrez *et al.*, 1992; Aluja, 1994; Aluja *et al.*, 1996). Tanto la trampa como el atrayente resultan costosos, por lo que es necesario ofrecer alternativas de bajo costo y fácil adquisición, orientadas fundamentalmente a los productores menos tecnificados. Es en este contexto donde la presente investigación intenta contribuir, al evaluar trampas artesanales fabricadas con botellas desechables de plástico cebadas con productos naturales como piña y guayaba. El objetivo del ensayo es contrastar su eficacia de atracción con respecto a la trampa comercial McPhail, así como con el cebo *Captor 300*. La idea que persigue este estudio es la de emplear los instrumentos artesanales no únicamente para el monitoreo de la plaga, sino hacerlo extensivo para desarrollar un trapeo masivo (Canal, 2002; Flores, 2004), prescindiendo con ello de la utilización de aspersiones de productos tóxicos.

## Material y métodos

El trabajo se llevó a cabo bajo condiciones de campo en una parcela de mango criollo (*Mangifera indica*) ubicado en Cuernavaca, Morelos, el cual cuenta con aproximadamente 100 árboles adultos distribuidos en una superficie de 23.554 m<sup>2</sup>. Las trampas artesanales utilizadas en el experimento se fabricaron tomando como base el modelo empleado en las McPhail. Éstas se elaboraron con botellas desechables de plástico de 2 litros de capacidad, a las cuales se les realizaron dos orificios: uno de aproximadamente 11 cm de diámetro en la parte superior (por donde se vierte el cebo), que se cubrió con plástico y sirvió de sujeción a la correa para permitir colgarlas de las ramas, y el otro en la parte inferior de aproximadamente 4 cm de diámetro usado para permitir la entrada de las moscas, el cual se invaginó por medio de calor tratando de darle la apariencia típica de la trampa McPhail (Fig. 1). Para el ensayo se emplearon botellas transparentes, verdes y amarillas (Economopoulos, 1989; Porkopy y Boller, 1971; Robacker, 1992). Los dos primeros tipos presentaban el color de fábrica, en tanto que el último fue forrado con papel celofán de color amarillo.

Para el llenado de trampas se utilizaron tres diferentes cebos atrayentes: dos obtenidos a partir de frutos naturales maduros (1-piña y 2-guayaba) y uno comercial (3- *Captor 300*), que fungió como testigo (Tabla I). Para establecer los tratamientos se combinaron las variables trampa y cebo dando como resultado 12 tratamientos (Tabla II).

Dadas las condiciones heterogéneas de distribución de las unidades experimentales, se optó por emplear un diseño

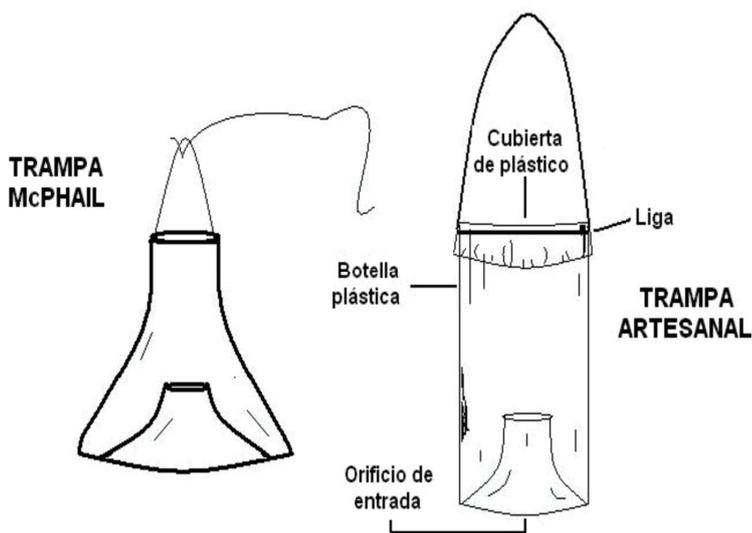


Fig. 1. Esquema de la trampa McPhail y Artesanal.

Tabla I. Formulación de cebos (C).

C	Componentes
1	25 gr de piña ( <i>Ananas comosus</i> ) y 25 ml de jarabe de piloncillo, aforo con agua a 250 ml. El jarabe de piloncillo se obtuvo disolviendo 30 gr de piloncillo en 100 ml de agua.
2	25 gr de guayaba ( <i>Psidium guajava</i> ) y 25 ml de jarabe de piloncillo, aforo con agua a 250 ml. El jarabe de piloncillo se obtuvo disolviendo 30 gr de piloncillo en 100 ml de agua.
3	10 ml de Captor 300 como atrayente y 5 gr de Bórax como conservador e insecticida, aforando a 250 ml.

Tabla II. Tratamientos evaluados.

Tratamientos
1. BOTELLA VERDE + CEBO 1
2. BOTELLA VERDE + CEBO 2
3. BOTELLA VERDE + CEBO 3 (testigo)
4. BOTELLA AMARILLA + CEBO 1
5. BOTELLA AMARILLA + CEBO 2
6. BOTELLA AMARILLA + CEBO 3 (testigo)
7. BOTELLA TRANSPARENTE + CEBO 1
8. BOTELLA TRANSPARENTE + CEBO 2
9. BOTELLA TRANSPARENTE + CEBO 3 (testigo)
10. TRAMPA McPhail + CEBO 1
11. TRAMPA McPhail + CEBO 2
12. TRAMPA McPhail + CEBO 3 (Testigo Absoluto)

Tabla III. Capturas de *A. ludens* por trampa y colecta. Sumatorio de repeticiones de cada colecta y total de moscas.

Trampa	Colectas									Suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	78	94	150	129	192	107	24	10	11	795
2	94	271	122	91	147	85	24	24	18	876
3	323	211	158	148	213	117	77	42	44	1.333
4	130	76	224	66	178	50	19	5	2	750
5	47	289	328	136	62	171	29	14	15	1.091
6	225	150	172	97	102	130	93	151	118	1.238
7	140	172	194	154	77	27	10	7	0	781
8	71	76	116	85	41	42	8	10	3	452
9	284	255	257	126	254	216	77	194	137	1.800
10	606	375	418	187	531	151	21	29	19	2.337
11	403	461	442	209	227	302	40	37	32	2.153
12	305	249	221	307	416	303	175	311	171	2.458
										16.064

experimental de bloques al azar (Hernández *et al.*, 2005; Díaz, 2009). El área fue dividida en cuatro zonas para evaluar 12 tratamientos con cuatro repeticiones (bloques) por cada

uno de ellos. Cada repetición de un tratamiento constó de un árbol de mango (trampa por árbol), de tal manera que el sumatorio de tratamientos de todos los bloques dieron un total de 48 trampas. Las colectas se realizaron semanalmente, durante nueve semanas, desarrollando el siguiente procedimiento. Cada trampa se llenaba con 250 ml del cebo que le correspondiera y se colocaba a una altura de entre 2 a 4 m. A la semana siguiente se colaba el contenido de cada trampa depositando los organismos en frascos de vidrio con alcohol al 70 %, etiquetándose con sus respectivos datos de colecta para su posterior identificación y conteo. A continuación se enjuagaba la trampa y se llenaba nuevamente, colgándola una vez más en la misma rama del árbol. Para la identificación de las moscas se utilizaron como referencia las características taxonómicas descritas en las claves de Hernández (1992), así como el apéndice técnico para la identificación de moscas de la fruta de la SAGARPA (2004b).

Para el análisis estadístico de datos se empleó al paquete estadístico XLSTAT Versión 7.5.2. para Excel, con el que se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, transformación de valores a través de  $\log(x)$  y  $\sqrt{x}$ , análisis de varianza, comparación múltiple de medias de Duncan, prueba de Dunnett, prueba de esfericidad de Bartlett y coeficiente de correlación de Pearson, todas con un intervalo de confianza del 95%.

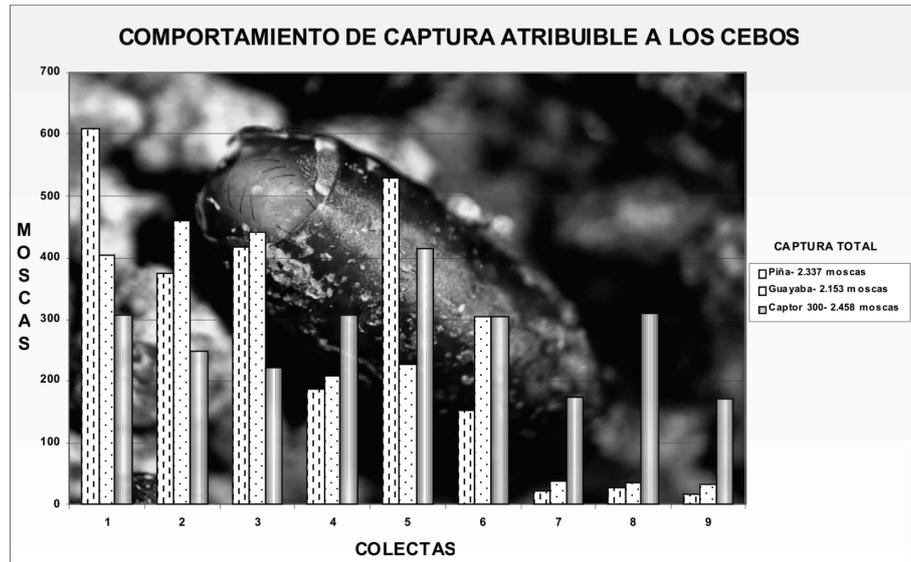
## Resultados y discusión

El experimento tuvo una duración de nueve semanas con igual número de colectas, en las cuales se logró una captura de 16.082 individuos. De ellos 16.064 (99,8%) correspondieron a *Anastrepha ludens* (8.990 hembras y 7.074 machos). También se identificaron, aunque en número muy reducido individuos de *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata*. Para tener un panorama general de los individuos capturados en relación con las diferentes trampas utilizadas se desarrolló la Tabla III, la cual incluye el sumatorio de las cuatro repeticiones de cada tratamiento.

### Efectividad de trampas

Para determinar la efectividad de captura de las trampas evaluadas (todas cebadas con Captor 300: trampas 3, 6, 9 y 12) se aplicó inicialmente la prueba de Shapiro-Wilk, señalando la no normalidad de datos. Ante esto se realizó la transformación logarítmica de valores  $\log(x)$  para normalizarlos, ejecutando posteriormente el análisis de varianza que marcó diferencias significativas entre tratamientos ( $F=4,127$   $Pr>F=0,032$ ). Con la finalidad de saber cuáles eran los tratamientos diferentes se utilizó la comparación múltiple de medias de Duncan (Tabla IV), obteniendo como resultado que las trampas 12 y 9 fueron estadísticamente iguales (McPhail y transparente respectivamente), siendo esta última también igual a la 3 y 6 (botella verde y amarilla). Como complemento a este análisis se desarrolló la prueba de Dunnett a fin de comparar los tratamientos con el grupo control (trampa McPhail), consiguiendo la misma información, la igualdad entre los tratamientos 9 y 12 (Tabla V). De todas estas pruebas se puede concluir que los tratamientos más destacados fueron: la trampa comercial

Fig. 2. Capturas registradas por los diferentes cebos contenidos en trampas McPhail.



McPhail y la trampa artesanal transparente, la primera con una captura de 2.458 individuos (35,9%) y la transparente con 1.800 (26,3%); en tanto que sin significancia estadística quedaron la trampa verde, con 1.333 organismos (19,5%) y la amarilla, con 1.238 (18,1%). La diferencia de moscas capturadas entre las trampas más importantes fue de 658 individuos; esto es la trampa comercial atrajo más organismos que la artesanal transparente. Sin embargo, esa diferencia de acuerdo a los análisis estadísticos fue debida al azar, de ahí que se hayan considerado estadísticamente iguales.

### Efectividad de cebos

En la determinación de efectividad de cebos, se emplearon únicamente las trampas McPhail cebadas con los atrayentes evaluados; esto es, el tratamiento 10= trampa McPhail más cebo 1 (piña), tratamiento 11= trampa McPhail más cebo 2 (guayaba) y tratamiento 12= trampa McPhail con cebo 3 (Captor: testigo absoluto). En virtud de que los valores eran normales de acuerdo a la prueba de Shapiro-Wilk, se aplicó el análisis de varianza resultando la ausencia de diferencias significativas, es decir que todos los tratamientos fueron iguales ( $F=0,046$   $Pr>F=0,956$ ). Por tal motivo se puede considerar, tomando en cuenta todo el periodo de muestreo, que estadísticamente los cebos naturales fueron igualmente efectivos que el cebo comercial para la atracción de *A. ludens* (Fig. 2).

### Interacción trampa-cebo

Para obtener ésta, se realizó el sumatorio de captura de cada tratamiento (trampa + cebo) obtenida por repetición a lo largo de las nueve colectas. Dichos valores fueron transformados mediante  $\sqrt{x}$ , utilizando la prueba de Shapiro-Wilk para corroborar la normalización de los mismos. Al someterlos al análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas ( $F=1,969$   $Pr>F=0,062$ ), siendo los tratamientos estadísticamente iguales de acuerdo a la comparación múltiple de medias de Duncan el 12, 10, 11, 9, 3, 6, 5, 2, 1 y 7; y diferentes el 12 y el 10 con respecto al 4 y 8 (Tabla VI). Ahora bien, no obstante que la mayoría fueron estadísticamente similares, se podrían considerar como los tratamientos más destacados por el número de moscas capturadas en orden creciente al 9 (1.800 individuos), 11 (2.153), 10 (2.337) y 12 (2.458) (Fig. 3).

Tabla IV. Ordenación y agrupamientos de Duncan de los grupos no significativamente diferentes.

Categorías	Media estimada	Agrupamientos	
12	2.783	A	-
9	2.638	A	B
3	2.496	-	B
6	2.465	-	B

Tabla V. Prueba de Dunnett / Comparación de los grupos con el grupo de control 12 con un intervalo de confianza de 95,00 %. Dif = Diferencia.

Categorías	Dif.	Dif. estándar	Valor crítico d	Diferencia crítica	Significativo
9 ~ 12	-0,145	-1.429	2.683	0,273	No
3 ~ 12	-0,287	-2.825	2.683	0,273	Sí
6 ~ 12	-0,318	-3.131	2.683	0,273	Sí

Tabla VI. Ordenación y agrupamientos de Duncan de los grupos no significativamente diferentes para interacción trampa-cebo.

Categorías	Media estimada	Agrupamientos
12. McPhail + cebo 3 (testigo absoluto)	24.477	A -
10. McPhail + cebo 1	24.065	A -
11. McPhail + cebo 2	20.845	A B
9. Botella transparente + cebo 3 (testigo)	19.216	A B
3. Botella verde + cebo 3 (testigo)	17.325	A B
6. Botella amarilla + cebo 3 (testigo)	16.905	A B
5. Botella amarilla + cebo 2	15.672	A B
2. Botella verde + cebo 2	14.705	A B
1. Botella verde + cebo 1	13.372	A B
7. Botella transparente + cebo 1	13.152	A B
4. Botella amarilla + cebo 1	10.664	- B
8. Botella transparente + cebo 2	9.797	- B

Aunado a lo expuesto y para reforzar el resultado emanado de la comparación de medias se aplicó la prueba de esfericidad de Bartlett, la cual mostró que al umbral de significación  $\alpha=0,050$  se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre las columnas (trampa-captura). Dicho de otro modo, la correlación entre las columnas es significativa. Para determinar la magnitud de la correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual quedó establecido en un índice de 0,415. Dicho valor se transformó al coeficiente de determinación, que se define como el cuadrado del coeficiente de correlación ( $r^2_{xy}$ ), y se

entiende como una proporción de variabilidad compartida. Por lo tanto  $0,415^2 = 0,17$ , que es la proporción de varianza compartida entre ambas variables, y se traduce en señalar que aproximadamente un 17% de la captura de moscas estuvo relacionada con el tipo de trampa y el cebo contenido en ella, porcentaje alto si tomamos en cuenta la amplitud de la muestra.

Esta relación quedó evidenciada por ejemplo en la trampa McPhail, en donde los tres cebos funcionan de manera importante para la atracción de moscas, aunque con un ligero predominio del cebo comercial seguido de la piña y la guayaba. Por el contrario, estos mismos cebos naturales disminuyen su efecto de atracción cuando son utilizados en trampas artesanales. De igual manera, la trampa transparente es igual de eficiente que la McPhail, siempre y cuando ésta sea cebada con el atrayente comercial, efecto similar observado en las trampas verde y amarilla. Si lo expuesto se observa desde el punto de vista económico, resulta que si se utilizara la trampa artesanal transparente cebada con Captor 300 para el monitoreo de *A. ludens*, se ahorraría más del 90% en la inversión que se requeriría para el trapeo habitual, ya que las trampas artesanales son producto de botellas de desecho reciclables. Y más aún, si se decidiera emplearlas como método de control sustituyendo el atrayente comercial por el natural (piña o guayaba que fueron estadísticamente iguales al comercial), el ahorro sería prácticamente del 100%, debido a que se prescindiría o al menos se reduciría la fumigación con productos químicos, costo que dimensiona la importancia de este tipo de trampas.

### Proporción sexual

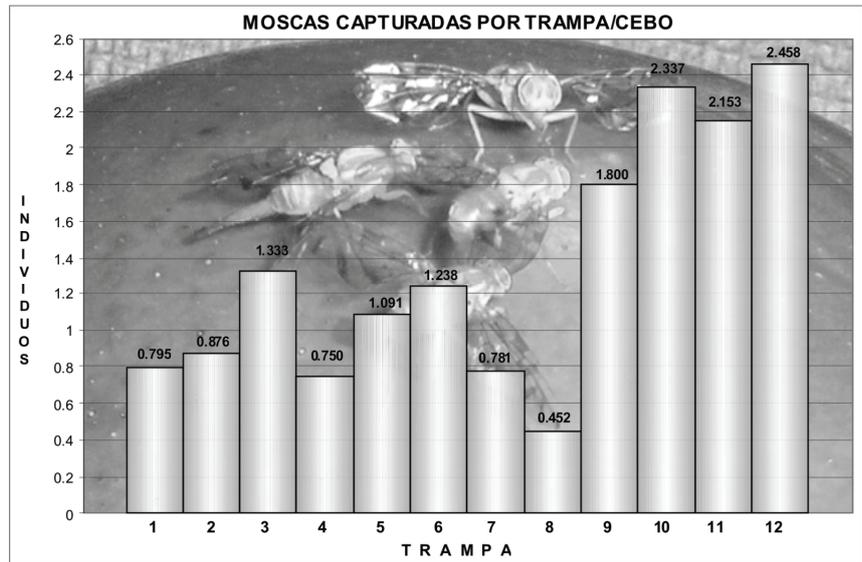
En términos generales se observó el predominio de hembras de *A. ludens* en los tratamientos más destacados, sobre todo en aquellos en donde el atrayente estuvo compuesto de Captor 300. Esto se nota especialmente en el tratamiento 12 con proporción sexual 2:1 y en el 9 con proporción de 3:1 (Tabla VII). La razón de esta preferencia de acuerdo con Aluja (1994), se debe a que el producto comercial está constituido fundamentalmente de elementos proteicos, cuyos aminoácidos son esenciales para el desarrollo ovárico y maduración sexual de hembras. En contraste, cuando el atrayente es natural como en el caso de los tratamientos 11, 10 y 5, la proporción sexual alcanza un equilibrio más o menos estable de 1:1, lo que implica probablemente que la atracción esté vinculada en mayor medida al proceso de alimentación.

Finalmente, al hacer un balance de los resultados se puede concluir que de acuerdo a los análisis estadísticos, las mejores trampas para la captura de *A. ludens* fueron la trampa comercial McPhail y la trampa artesanal transparente. Asimismo, se establece que el color amarillo y verde de las trampas artesanales no jugó un papel importante para la atracción de esta especie. De igual manera se concluye, de acuerdo al periodo total de colecta, que la efectividad de atracción de los cebos piña, guayaba y Captor 300 fue estadísticamente semejante.

### Bibliografía

- ALUJA, M. 1984. Programa Mosca del Mediterráneo. Manejo integrado de las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).
- ALUJA, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review Entomology*, **39**: 155-170.
- ALUJA, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *Entomology Society of Brasil*, **28**(4): 565-594.
- ALUJA, M., C. HURTADO, P. LIEDO, M. CABRERA, F. CASTILLO, J. GUILLEN & E. RIOS 1996. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. *Journal of Economic Entomology*, **89**: 654-667.
- CANAL, N. A. 2002. Evaluación de tecnologías alternativas para el manejo de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en huertas de pequeños productores de ciruela y guayaba en el municipio de Coyaima, Tolima, Colombia. Resumen Ejecutivo.
- DÍAZ, C. A. 2009. *Diseño estadístico de experimentos*. Editorial Universidad de Antioquia. Segunda edición. Colección Ciencia y Tecnología. Colombia.
- ECONOMOPOULOS, A. P. 1989. Use of traps based on color and/or shape. En: *World Crop Pest: Fruit flies A. S. Robinson and G. Hooper. (Eds.)*. Their Biology, Natural enemies and Control, Vol. 3B. Elsevier. Nueva York.
- FLORES, A. 2004. Participación de la niñez en actividades de apoyo a la producción: la campaña estudiantil de control de moscas de la fruta. *LEISA Revista de Agroecología*. pp. 31-33.
- GUTIÉRREZ, S. J., F. J. REYES, C. A. VILLASEÑOR, H. W. ENKERLIN & R. A. PÉREZ 1992. *Control integrado de mosca de la fruta*. SARH-DGSV.
- HERNÁNDEZ, E., S. F. BRECEDA, M. S. ITURBE & H. EZQUIVEL 2005. Tamaño de unidad muestral y número de repeticiones para la estimación de los parámetros de desarrollo de *Anastrepha obliqua* y *A. ludens* (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomológica Mexicana*, **44**(2): 155-164.
- HERNÁNDEZ, O. V. 1992. *El género Anastrepha Schiner en México (Diptera: Tephritidae): taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes*. Instituto de Ecología y Sociedad Mexicana de Entomología. No. 33.
- PORKOPY, R. J. & E. F. BOLLER 1971. Response of european cherry fruit flies to colored rectangles. *Journal of Economic Entomology*, **64**: 1444-1447.
- ROBACKER, D.C. 1992. Effects of shape and size of colored traps on attractiveness irradiated, laboratory-strain mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, **75**: 230-241.
- SAGARPA. 2004a. *Dirección de Moscas de la Fruta: Apéndice Técnico para el Reconocimiento de Frutos Hospederos de Moscas de la fruta del Género Anastrepha y Rhagoletis pomonella*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- SAGARPA. 2004b. *Dirección de Mosca de la Fruta: Apéndice Técnico para la Identificación de Moscas de la Fruta*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- TOLEDO, J., J. E. IBARRA, L. A. GÓMEZ, M. A. RASGADO & W. TREVOR 2005. Infection of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) larvae by *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) under laboratory and field conditions. *Bio-control Science and Technology*, **15**(6): 627-634.

**Fig. 3.** Comportamiento de captura total registrado por cada trampa.



**Tabla VII. Proporción sexual de *A. judens* en los tratamientos más destacados.**  
**Dif= Diferencia, Pred= Predominio, Prom= Promedio**

Tratamiento	♀	♂	Dif.	Pred.	P. Sexual	
					Real	Prom
12. TESTIGO (McPhail + Captor)	1.531	927	604	♀♀	1.73:1	2:1
11. McPhail + guayaba	1.109	1.044	65	♀♀	1.06:1	1:1
10. McPhail + piña	1.185	1.170	15	♀♀	1.01:1	1:1
9. B. transparente + Captor 300	1.339	461	878	♀♀	2.90:1	3:1
3. B. verde + Captor 300	894	439	455	♀♀	2.03:1	2:1
6. B. amarilla + Captor 300	853	385	468	♀♀	2.21:1	2:1
5. B. amarilla + guayaba	473	618	145	♂♂	1:1.30	1:1