

# Toxicidad sobre *Apis mellifera* de cebos empleados en el combate de moscas de la fruta

Víctor M. Domínguez M.<sup>1</sup>  
Jorge Luis Leyva V.<sup>2</sup>  
Daniel S. Moreno<sup>3</sup>  
F. Javier Trujillo A.<sup>2</sup>  
Raquel Alatorre R.<sup>2</sup>  
A. Enrique Becerril R.<sup>4</sup>

**RESUMEN.** Se comparó el impacto que tienen los cebos tóxicos para moscas de la fruta sobre las abejas, *Apis mellifera*. Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño bifactorial con cuatro niveles por cada factor. En el factor cebo, el cebo con malatión mató el 30,93% y 38,13% de las abejas a las 24 y 48 h, respectivamente; el cebo con el colorante floxina B mató el 0,94% y 7,5% en los mismos períodos de tiempo. En el factor tiempo residual, a los cero minutos de residualidad la mortalidad de las abejas fue de 25,63% y 29,38% a las 24 y 48 h. Cuando las abejas se expusieron 60 minutos después de aplicar los cebos, la mortalidad disminuyó a 0,32% y 3,13% a las 24 y 48 h, respectivamente. La combinación de los factores anteriores que mató el 100% de las abejas fue el cebo con malatión y cero minutos de residualidad. El cebo con el colorante floxina B más tóxico fue a los cero minutos, con una mortalidad de 17,5% a las 48 h. De acuerdo con estos resultados, los cebos con malatión tienen un efecto tóxico mayor que el cebo con floxina B sobre las poblaciones de abejas, por lo que es posible sustituir el malatión como ingrediente activo por el colorante floxina B en la mezcla de cebos tóxicos para el combate de moscas de la fruta.

**Palabras clave:** Floxina B, malatión, *Anastrepha* spp., proteína hidrolizada, *Mangifera indica*.

**ABSTRACT. Effect of toxic baits for fruit flies on *Apis mellifera*.** This paper evaluates the effect of toxic baits used to control fruit flies on honey bees. A factorial design was used with two factors (toxic bait and time), of four levels each. The malathion bait killed up to 30.93% and 38.13% of honey bees at 24 and 48 hours, respectively; phloxine B bait killed 0.94% and 7.5% during the same periods. Exposure of bees to phloxine B bait at 0 minutes caused 25.63% and 29.38% mortality at 24 and 48 hours, and at and at 60 minutes mortality declined to 0.32% and 3.13% at 24 and 48 hours, respectively. The combination of factors that killed 100% of honey bees was exposure to malathion bait at 0 minutes. Exposure to phloxine B bait at 0 minutes caused 17.5% of mortality in 48 hours. According to these results, malathion baits have a more toxic effect than phloxine B baits on bee populations; therefore, it is possible to replace the malathion active ingredient for the dye phloxine B in the mixture of toxic baits for fruit fly control.

**Key words:** Phloxine B, malathion, *Anastrepha* spp., yeast hidrolizate, *Mangifera indica*.

## Introducción

El gran valor de las abejas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) como polinizadoras de cultivos agrícolas justifica los esfuerzos para protegerlas de los efectos de los plaguicidas. Las abejas realizan diariamente múltiples viajes de forrajeo para recolectar néctar, polen, agua y propóleos, y son activas a tempe-

raturas superiores a los 13°C (Gary *et al.* 1972). Estas características las hacen vulnerables a los insecticidas, especialmente durante las campañas de erradicación, donde se tratan repetidamente áreas extensas con insecticidas que pueden contaminar alimentos, agua y otros materiales del ambiente.

<sup>1</sup> Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero. Prol. M. Hidalgo 168, Col. Juan N. Alvarez, C.P. 40020, Iguala, Guerrero, México. vidoma02@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. jlleyva@colpos.mx, jtrujill@colpos.mx, alatoros@colpos.mx

<sup>3</sup> Crop Quality and Fruit Insects Research, Building 200, Kika de la Garza Subtropical Agricultural Research Center, USDA-ARS, 2413 East Highway 83, Weslaco, TX 78596. EUA. dmoreno@weslaco.ars.usda.gov

<sup>4</sup> Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. becerril@colpos.mx

En el combate del complejo de moscas de la fruta se utilizan mezclas de insecticida y cebo formuladas con malatión y proteína hidrolizada. Sin embargo, su uso se ha vuelto controversial debido a su repercusión negativa en la salud humana (Flessel *et al.* 1993, Marty *et al.* 1994) y a su efecto dañino en insectos benéficos, incluyendo las abejas y enemigos naturales de insectos plaga (Ehler y Endicott 1984, Hoy y Dahlsten 1984, Cohen *et al.* 1987, Daane *et al.* 1990, Hoelmer y Dahlsten 1993, Messing *et al.* 1995). Las aplicaciones aéreas de la mezcla de malatión y proteína hidrolizada para el control de la mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), dañaron las poblaciones de tijerillas, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae), de escarabajos del suelo (Coleoptera: Carabidae), grillos de los árboles (Oecanthinae) y cochinillas (Crustacea) (Troetschler 1983). Gary y Mussen (1984), quienes evaluaron el impacto de este cebo tóxico en las abejas durante la campaña contra la mosca del mediterráneo en el norte de California, concluyeron que existe una mortalidad significativa de las abejas, asociada con las aplicaciones semanales de la mezcla de malatión y proteína hidrolizada, lo que eventualmente reduce las poblaciones de las colonias a niveles que causan pérdidas económicas y amenazan la supervivencia de las abejas durante el invierno.

Por otro lado, existe un rechazo generalizado al uso del malatión por parte del público consumidor en los países importadores de frutas, como es el caso de los EUA (Batkin 1995, Liquido *et al.* 1995), principal mercado importador de mango para países productores, ya que se han registrado efectos negativos en la salud humana causados por las aspersiones de este tóxico (Flessel *et al.* 1993, Marty *et al.* 1994). Lo anterior originó que la Agencia de Protección Ambiental de ese país (EPA) incluyera el malatión en la lista de plaguicidas cuyos índices de tolerancia en alimentos deben ser reevaluados, bajo los estándares de seguridad del Acta de Protección de Calidad de los Alimentos (FQPA) (Federal Register 1999). Es indudable, por tanto, que deben buscarse productos alternativos al malatión específicos para moscas de la fruta, que sean seguros para mamíferos y en consecuencia compatibles con el manejo integrado de esta plaga y de bajo impacto ecológico. Un sustituto posible del malatión es el colorante fotoactivo floxina B.

Varios colorantes sintéticos y productos naturales son tóxicos para una variedad de insectos cuando se

exponen a la luz; este mecanismo es conocido como acción fotodinámica o fototóxica, y los productos químicos con esta propiedad se conocen como fotosensibilizadores. El mecanismo involucra la ingestión del fotosensibilizador por parte de los insectos y la exposición a una fuente de luz, lo que resulta en la muerte de la plaga. La acción fototóxica incluye la oxidación de varios substratos y, como consecuencia, la desactivación del sistema biológico, la distorsión de membranas, la desactivación de enzimas y la muerte celular (Pimprikar y Coign 1987, Spikes y Straight 1987).

Algunas especies de insectos muestran susceptibilidad a este tipo de compuestos, como el picudo del algodón, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) (Callahan *et al.* 1975), la mosca doméstica, *Musca domestica* L. (Yoho *et al.* 1976), la mosca de los establos, *Musca autumnalis* DeGeer (Diptera: Muscidae) (Fondren y Heitz 1978), diversas especies de culícidos (Pimprikar *et al.* 1979, Carpenter y Heitz 1981, Carpenter *et al.* 1981), el gusano trozador negro, *Agrotis ypsilon* (Rottemburg) (Lepidoptera: Noctuidae) (Clement *et al.* 1980), y la hormiga de fuego negra, *Solenopsis richtieri* Forel (Hymenoptera: Formicidae) (Broome *et al.* 1975).

Moreno y Mangan (1995) desarrollaron un sistema de cebo tóxico para el control de *Anastrepha ludens* con proteína hidrolizada y el colorante floxina B. La efectividad de esta mezcla se evaluó en el laboratorio y en jaulas de campo. Los resultados indican que esta mezcla podría sustituir al malatión en las aplicaciones de campo; sin embargo, es necesario evaluar su impacto en otros insectos que no están sujetos al control. El objetivo de este trabajo fue comparar el impacto de los cebos tóxicos formulados con malatión y con el colorante floxina B en la mortalidad de las abejas.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó del 5 de febrero al 15 de marzo 1997, en el Laboratorio de Entomología de la Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Autónoma de Guerrero, localizada en el kilómetro 2,5 de la carretera Iguala-Tuxpan, en la localidad de Iguala, Guerrero, México, a una altitud de 735 msnm. El clima de la región es cálido subhúmedo, con un porcentaje de lluvias durante el invierno menor al 5%. La temperatura media anual varía de 25 a 26°C y el mes más cálido es mayo. La precipitación media anual es de 977 mm (García 1988). La temperatura ambiente para el

período de estudio fluctuó entre 15 y 25°C, con temperaturas máximas de 32 a 39°C y mínimas entre 15 y 22,5°C. Se registraron evaporaciones de entre 5,22 y 12,86 mm, y el cielo se mantuvo despejado durante el desarrollo de los experimentos.

Los tratamientos (Cuadro 1) consistieron de cebos tóxicos, utilizados para el combate químico de moscas de la fruta. El cebo tóxico malatión-proteína hidrolizada se preparó con malatión concentrado emulsionable al 57%, proteína hidrolizada y agua, en una proporción de 1:4:95, respectivamente. Para el tratamiento floxina B-Mazoferm se utilizó el colorante floxina B en polvo al 98% de i.a, en una proporción de 0,5%, el cual se agregó a la mezcla de atrayente Mazoferm (Cuadro 2), completando el 100% con agua. El tratamiento con Mazoferm consistió en la mezcla de atrayente consignada en el Cuadro 2, sin floxina B. En el testigo no se hizo ninguna aplicación. A cada tratamiento se le dio un período residual de 0, 15, 30 y 60 minutos antes de exponer las abejas a los mismos. Se utilizó un diseño bifactorial con un arreglo de tratamientos completos al azar, con cuatro niveles para cada factor y cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron cebos tóxicos y tiempo residual.

**Cuadro 1.** Tratamientos evaluados para determinar la susceptibilidad de abejas *Apis mellifera* a cebos tóxicos para el control de moscas de la fruta.

Tratamientos	Descripción
1	Malatión + proteína hidrolizada
2	Floxina B + Mazoferm
3	Mazoferm
4	Testigo

Las abejas se recolectaron (en etapa de forrajeo, mayores de 21 días de edad) de la parte superior de las colmenas. Cada tratamiento fue asperjado

sobre una hoja de mango y se les dio un tiempo residual de 0, 15, 30 y 60 minutos, al término de los cuales se hizo caminar a las abejas de un extremo al otro sobre las hojas tratadas, de tal forma que los extremos de las patas estuvieran en contacto con la superficie contaminada; después se confinaron en grupos de 20 en jaulas de cría de 30 x 30 x 30 cm. Las aplicaciones se realizaron a las 11:00 h. Las cajas con las abejas se colocaron en el interior del laboratorio después de los tratamientos, con el fin de que se activara el colorante. Al día siguiente, se sacaron a la luz natural, sin permitir los rayos solares directos, por una hora; al término de este tiempo, se introdujeron nuevamente al laboratorio, donde la temperatura fluctuó entre 27 y 30°C.

La variable de estudio consistió en la mortalidad de las abejas a las 24 y 48 h tras su exposición a los cebos. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey (SAS Institute 1998).

## Resultados y discusión

El análisis estadístico para la mortalidad de abejas por cada factor (cebos tóxicos y tiempos residuales) reveló diferencias altamente significativas ( $P = 0,0001$ ) entre los niveles evaluados, tanto a las 24 como a las 48 h de exposición, así como para la interacción de ambos factores en los dos períodos de evaluación (24 y 48 h). En el factor cebos tóxicos a las 24 h, el malatión + proteína hidrolizada (MPH) fue el más tóxico, causando una mortalidad de 30,93% ( $\alpha \leq 0,05$ ) (Fig. 1). Los tratamientos floxina B + Mazoferm (FBM) y Mazoferm solo (MSO) no mostraron diferencias significativas con respecto al testigo (TES)

**Cuadro 2.** Ingredientes de la formulación floxina B-Mazoferm<sup>1</sup>.

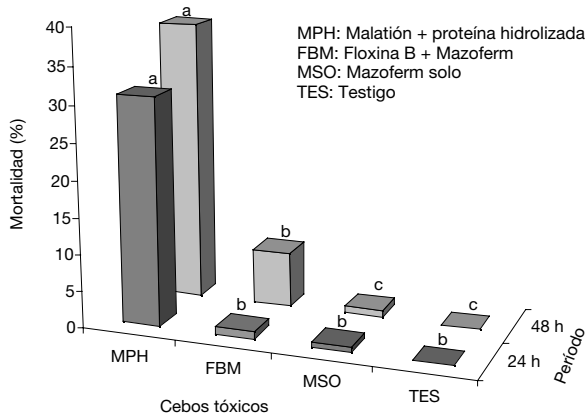
Ingrediente	Descripción	Uso	Porcentaje(%)	Cantidad en 1000 ml
Mazoferm 802	Proteína hidrolizada de maíz	Atrayente	70	700
Invertosa	Jarabe de maíz	Fagoestimulante	20	200
Glicol polietílico	Conservador de alimentos	Humectante	1	10
Aceite de soya	Uso doméstico	Liposolvente	1	10
Polisorbato-60	Aditivo de fármacos	Emulsificador y dispersante	1	10
Ácido acético	Conservador de alimentos	Conservador y atrayente	0,6	6
Agua			Variable <sup>2</sup>	

<sup>1</sup> Desarrollada por Moreno y Mangan (1995).

<sup>2</sup> La cantidad varió de acuerdo con la concentración de floxina B, hasta completar el 100% de la mezcla (1000 ml).

( $\alpha \leq 0,05$ ), y las mortalidades fueron menores al 1% (Fig. 1). A las 48 h, el cebo tóxico MPH se mantuvo como el tratamiento más tóxico, con porcentaje de mortalidad de 38,13%, es decir, 7,2% más con respecto a la lectura de las 24 h; en este período (48 h), el cebo FBM incrementó la mortalidad a 7,5%, mientras que el Mazoferm solo no fue estadísticamente diferente del testigo, con una mortalidad menor al 1% (Fig. 1).

Estos resultados indican que el impacto del cebo con malatión sobre las abejas es muy severo, comparado con aquellos cebos cuya toxicidad se debe al colorante floxina B. En el campo, las aplicaciones del malatión con proteína hidrolizada afectarán las abejas que en el momento de la aplicación se encuentren forrajeando en una proporción mucho más alta que los que contengan floxina B, pues hay antecedentes de que la proteína hidrolizada no atrae a las abejas (Troetschler 1983), como sí sucede con otros cebos trampa (Caron y Morse 1972, Ladd *et al.* 1974).



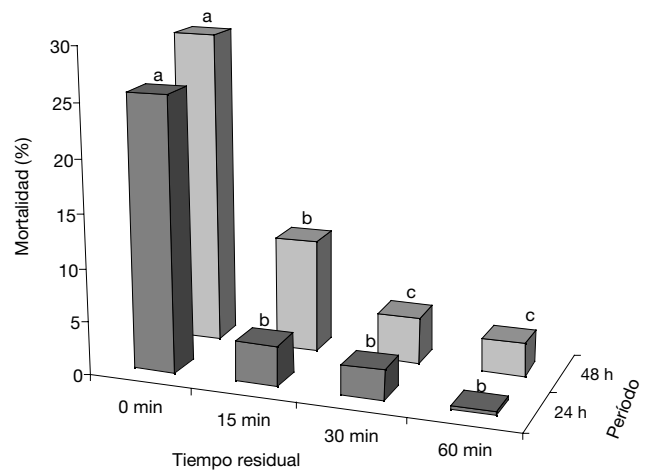
**Figura 1.** Porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* expuestas a cebos tóxicos para moscas de la fruta (barras con la misma letra dentro de períodos de evaluación son estadísticamente iguales, prueba de Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ ).

Los cebos tóxicos con floxina B tienen doble ventaja sobre el malatión, ya que las abejas que resultan intoxicadas por este lo son por contacto y al ingerir el insecticida en el proceso de acicalamiento, mientras que aquellas afectadas por la floxina B lo son solamente por ingestión, porque el colorante no actúa por contacto. Lo anterior explica la diferencia de mortalidad entre los cebos tóxicos, e indica que el mayor porcentaje de mortalidad se debe a la exposición de las abejas a una superficie contaminada con malatión. De hecho, en las campañas para controlar o erradicar

algunas especies de insectos, en las cuales se hacen aplicaciones masivas de malatión en grandes superficies, las abejas no escapan a los efectos de este insecticida, como ha sucedido en las campañas contra la langosta (Levin *et al.* 1968) y contra los mosquitos (Colburn y Langford 1970).

Es posible que el porcentaje de mortalidad causado por el atrayente Mazoferm, cuando se utilizó sin ingrediente activo, tanto a las 24 como a las 48 h, se debiera al efecto de uno o más de los componentes de la mezcla de este atrayente; por ejemplo, los surfactantes pueden tener algún impacto en las abejas, como lo señalan Moffet y Morton (1973, 1975).

Con respecto al factor tiempo residual, la exposición de las abejas inmediatamente después de la aspersión de los tratamientos (0 min) provocó la mayor mortalidad tanto a las 24 como a las 48 h (Fig. 2). El porcentaje de mortalidad disminuyó conforme se incrementaba el tiempo transcurrido antes de la exposición de las abejas a las superficies tratadas. En el registro de las 24 h, al exponer las abejas a los 15, 30 y 60 minutos después de la aspersión, no se detectaron diferencias significativas ( $\alpha \leq 0,05$ ). En la lectura de las 48 h, cuando se expusieron las abejas inmediatamente después de asperjar los tratamientos, la mortalidad se incrementó a 29,38% (3,75% más con respecto al período de las 24 h); a los 15 minutos, la mortalidad fue de 10,62%, mientras que con períodos residuales de 30 y 60 minutos las mortalidades no fueron estadísticamente diferentes entre sí (Fig. 2).



**Figura 2.** Porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* según tiempo residual después del cual las abejas son expuestas a cebos tóxicos (barras con la misma letra dentro de períodos de evaluación son estadísticamente iguales, prueba de Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ ).

Estos resultados indican que la aplicación de cualquiera de los cebos tóxicos tiene un efecto mayor sobre las abejas inmediatamente después de aplicados, y que este efecto se reduce con tiempos residuales mayores. La exposición de las abejas después de 60 minutos de aplicados los cebos prácticamente no tiene efecto en la mortalidad. Lo anterior parece lógico si se considera que no existe atracción de la proteína hidrolizada, y las abejas que llegan a una superficie contaminada, como las hojas o inflorescencias, cuando el cebo ya está seco, no se acicalarán y, por lo tanto, no ingerirán el tóxico.

Con relación a la interacción de los dos factores (cebos tóxicos y tiempos residuales), en el registro de las 24 h el malatión + proteína hidrolizada con cero minutos de residualidad fue el tratamiento que mató el 100% de las abejas, es decir, al exponerlas inmediatamente después de la aspersión (Cuadro 3). Este mismo tratamiento, a los 15 y 30 minutos de residualidad, mató el 11,25% de las abejas tratadas, es decir, 88,75% menos que con cero minutos de residualidad. El cebo con el colorante floxina B más tóxico fue la combinación con el tiempo residual de 15 minutos, con apenas 2,5% de mortalidad; sin embargo, este valor no superó estadísticamente al resto de los tratamientos, incluyendo al testigo (Cuadro 3).

En el registro de las 48 h, el tratamiento de floxina con Mazoferm a los cero minutos de residualidad no fue estadísticamente diferente al malatión + proteína hidrolizada con 15 minutos (Cuadro 4); estos dos tratamientos fueron los más tóxicos, después de malatión con proteína hidrolizada al minuto cero, que mató el 100% de las abejas desde las 24 h, con 27,5 y 17,5% de mortalidad, respectivamente. Las mezclas de floxina B con Mazoferm al minuto cero y 15, y malatión con proteína hidrolizada a los 30 y 60 minutos tampoco fueron estadísticamente diferentes entre sí; las mortalidades variaron entre 17,5 y 10,0%. El resto de los tratamientos no fueron estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 4).

De acuerdo con los resultados, los cebos con malatión tienen un efecto tóxico mayor que el cebo con floxina B sobre las poblaciones de abejas, por lo que es posible sustituir el malatión como ingrediente activo por el colorante floxina B en la mezcla de cebos tóxicos para el control de moscas de la fruta.

Es importante reiterar que el modo de acción de los colorantes fototóxicos es estomacal, lo que implica que los insectos deben alimentarse del colorante y exponerse a los rayos del sol para que ejerza un efecto sobre ellos. En el caso de las abejas, que no están siendo combatidas, los antecedentes indican

**Cuadro 3.** Efecto de la interacción de cebos tóxicos con tiempos residuales sobre el porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* a las 24 h.

Cebo tóxico	Tiempo residual (en minutos)	% Mortalidad $\pm$ s
Malatión + proteína hidrolizada	0	100,00 $\pm$ 0,00 a <sup>1</sup>
Malatión + proteína hidrolizada	15	11,25 $\pm$ 7,50 b
Malatión + proteína hidrolizada	30	11,25 $\pm$ 8,53 c
Floxina + Mazoferm	15	2,50 $\pm$ 2,88 c
Floxina + Mazoferm	0	1,25 $\pm$ 2,50 c
Malatión + proteína hidrolizada	0	1,25 $\pm$ 2,50 c
Floxina + Mazoferm	30	0,00 $\pm$ 0,00 c
Floxina + Mazoferm	60	0,0 $\pm$ 0,00 c
Mazoferm	0	0,00 $\pm$ 0,00 c
Mazoferm	15	0,00 $\pm$ 0,00 c
Mazoferm	30	0,00 $\pm$ 0,00 c
Mazoferm	60	0,00 $\pm$ 0,00 c
Testigo	0	0,00 $\pm$ 0,00 c
Testigo	15	0,00 $\pm$ 0,00 c
Testigo	30	0,00 $\pm$ 0,00 c
Testigo	60	0,00 $\pm$ 0,00 c

<sup>1</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales (prueba de Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ ).



**Cuadro 4.** Efecto de la interacción de cebos tóxicos con tiempos residuales sobre el porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* a las 48 h.

Cebo tóxico	Tiempo residual (en minutos)	% Mortalidad ± s
Malatión + proteína hidrolizada	0	100,00 ± 0,00 a <sup>1</sup>
Malatión + proteína hidrolizada	15	27,50 ± 5,00 b
Floxina + Mazoferm	0	17,50 ± 6,45 bc
Malatión + proteína hidrolizada	30	15,00 ± 12,24 c
Floxina + Mazoferm	15	12,50 ± 10,40 cd
Malatión + proteína hidrolizada	60	10,00 ± 4,08 cde
Testigo	15	2,50 ± 5,00 de
Testigo	30	1,25 ± 2,50 de
Mazoferm	0	0,00 ± 0,00 e
Floxina + Mazoferm	60	0,00 ± 0,00 e
Floxina + Mazoferm	30	0,00 ± 0,00 e
Mazoferm	60	0,00 ± 0,00 e
Testigo	0	0,00 ± 0,00 e
Mazoferm	15	0,00 ± 0,00 e
Mazoferm	30	0,00 ± 0,00 e
Testigo	60	0,00 ± 0,00 e

<sup>1</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales (prueba de Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ ).

que no son atraídas por los cebos utilizados para las moscas de la fruta. Por lo tanto, el efecto que pudieran tener estos cebos con colorantes fototóxicos como ingrediente activo es el debido al consumo durante el proceso de acicalamiento, el cual disminuye considerablemente cuando se incrementa el tiempo residual. Lo anterior indica que si los cebos tóxicos se aplican en horas en las cuales disminuye la actividad de forrajeo de las abejas, se tendrá un menor impacto sobre ellas.

### Literatura citada

Batkin, TA. 1995. Impact of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann), on California agriculture, *In* Light activated pest control. Eds. JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society. p. 70-81. (ACS Symposium Series 616).

Broome, JR; Callahan, MF; Heitz, JR. 1975. Xanthene dye-sensitized photooxidation in the black imported fire ant, *Solenopsis ritchieri*. *Environmental Entomology* 4:883-886.

Callahan, MF; Broome, J; Linding, OH; Heitz, JR. 1975. Dye-sensitized photooxidation reactions in the boll weevil, *Anthonomus grandis*. *Environmental Entomology* 4:837-841.

Caron, DM; Morse, RA. 1972. Attraction of Japanese beetle traps to honey bees, bumble bees and other apoidea. *Environmental Entomology* 1:272-274.

Carpenter, TL; Mundie, TG; Ross, JH; Heitz, JR. 1981. Synergistic effect of fluorescein on rose bengal-induced, light-dependent toxicity. *Environmental Entomology* 10:953-955.

\_\_\_\_\_; Heitz, JR. 1981. Light-Dependent and -independent toxicity of erythrosin B to *Culex pipiens quinquefasciatus* Say. *Environmental Entomology* 10:972-976.

Clement, SL; Schmidt, RS; Szatmari-Goodman, G; Levine, E. 1980. Activity of xanthene dyes against black cutworm larvae. *Journal of Economic Entomology* 73:390-392.

Cohen, E; Podoler, H; El-Halauwi, M. 1987. Effects of the malathion-bait mixture used on citrus to control *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on the Florida red scale *Chrysomphalus aonidium* (L.) (Hemiptera: Diaspididae), and its parasitoid *Aphytis holoxanthus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). *Bulletin Entomological Research* 77:303-307.

Colburn, RB; Langford, GS. 1970. Field evaluation of some mosquito adulticides with observations on toxicity to honey bees and house flies. *Mosquito News* 30: 518-522.

Daane, KM; Dahlsten, DL; Dreistdt, SH. 1990. Effects of Mediterranean fruit fly malathion bait spray on the longevity and oviposition of parasitoids of linden and tulip tree aphids (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 19:1130-1134.

Ehler, LE; Endicott, PC. 1984. Effect of malathion-bait sprays on biological control of insect pests of olive, citrus and walnut. *Hilgardia* 52:1-47.

Federal Register. 1999. Pesticide Registration Performance Measures and Goals. Federal Register Notices 64 (222):63036-63045. ([www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/1999](http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/1999)).

Flessel, P; Quintana, PJE; Hooper, K. 1993. Genetic toxicity of malathion: a review. *Environmental Molecular Mutagen* 22:7-17.

Fondren, JE; Heitz, J. 1978. Xanthene dye induced toxicity in the adult face fly, *Musca autumnalis*. *Environmental Entomology* 7:843-846.

- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 3 ed. MX, Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 57 p.
- Gary, NE; Mussen, EC. 1984. Impact of Mediterranean fruit fly malathion bait spray on honey bees. *Environmental Entomology* 13:711-717.
- \_\_\_\_\_; Witherell, PC; Martson, J. 1972. Foraging range and distribution of honey bees used for carrot and onion pollination. *Environmental Entomology* 1:71-78.
- Hoelmer, KA; Dahlsten, DL. 1993. Effects of malathion bait spray on *Aleyrodes spiraeoides* (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoids in Northern California. *Environmental Entomology* 22:49-56.
- Hoy, JB; Dahlsten, DL. 1984. Effects of malathion and Staley's bait on the behavior and survival of parasitic hymenoptera. *Environmental Entomology* 13:1483-1486.
- Ladd, TL; McGovern, TP; Beroza, M. 1974. Attraction of bumble bees and honey bees to traps baited with lures for the Japanese beetle. *Journal of Economic Entomology* 67:307-308.
- Levin, MD; Forsyth, WD; Fairbrother, GL; Skinner, FB. 1968. Impact on colonies of honey bees of ultra low-volume (undiluted) malathion applied for control of grasshoppers. *Journal of Economic Entomology* 61:58-62.
- Liquido, NJ; McQuate, GT; Cunningham, RT. 1995. Light-activated toxicity of phloxine B and uranine to Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), adults, *In* Light Activated Pest Control. Eds JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society. p. 82-106. (ACS Symposium Series 616).
- Marty, MA; Dawson, SV; Bradman, MA; Harnly, ME; Dibartolomies, MJ. 1994. Assessment of exposure to malathion and malaaxon due to aerial application over urban areas of Southern California. *Journal of Experimental Analytical Environmental Epidemiology* 4:65-81.
- Messing, RH; Asquith, A; Stark, JD. 1995. Effects of malathion bait sprays on nontarget insects associated with corn in Western Kauai, Hawaii. *Journal of Agricultural Entomology* 12:225-265.
- Moffet, JO; Morton, HL. 1973. Surfactants in water drown honey bees. *Environmental Entomology* 2:227-231.
- \_\_\_\_\_. 1975. Repellency of surfactants to honey bees. *Environmental Entomology* 4:780-782.
- Moreno, DS; Mangan, RL. 1995. Responses of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) to two hydrolyzed proteins and incorporation of phloxine B to kill adults, *In* Light Activated Pest Control. Eds. JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society. p. 257-279. (ACS Symposium Series 616).
- Pimprikar, GD; Norment, BR.; Heitz, JR. 1979. Toxicity of rose bengal to various instars of *Culex pipiens quinquefasciatus* and *Aedes triseriatus*. *Environmental Entomology* 8:856-859.
- \_\_\_\_\_; Coign, MJ. 1987. Multiple mechanisms of dye-induced toxicity in insects. *In* Light activated pest control. Eds. JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society. p. 134-155. (ACS Symposium Series 339).
- SAS Institute. 1998. User's manual version 7.0, SAS Institute, Cary, N. C. p. 1-1028.
- Spikes, JD; Straight, RC. 1987. Biochemistry of photodynamic action. *In* Eds. JR Heitz, KR Downum. Light activated pest control. American Chemical Society. (ACS Symposium Series 339).
- Troetschler, RG. 1983. Effects on nontarget arthropods of malathion bait sprays used in California to eradicate the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology* 12:1816-1822.
- Yoho, TP; Butler, L; Weaver, JE. 1976. Photodynamic killing flies fed food, drug, and cosmetic dye additives. *Environmental Entomology* 5:203-204.