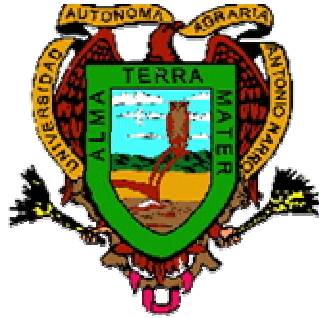


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



USO DE UN INSECTICIDA ORGANICO PARA EL CONTROL DE LA  
MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA *Anastrepha ludens* Loew.

Por:

RODOLFO MORALES SANTOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero del 2008

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

USO DE UN INSECTICIDA ORGANICO PARA EL CONTROL DE LA  
MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA *Anastrepha ludens* Loew.

Presentado por:

RODOLFO MORALES SANTOS

Que se somete a consideración del jurado examinador para obtener el  
título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por el comité de sinodales.

Presidente

vocal

\_\_\_\_\_  
Dr. Reynaldo Alonso Velasco    Dr. Victor Manuel Reyes Salas

Vocal

vocal

\_\_\_\_\_  
Dr. Dr. Alfonso Reyes Lopèz    Ing. Gerardo Rodríguez Galindo

Coordinador de la División de Agronomía

---

Dr. Mario Ernesto Vazquez Badillo  
Saltillo, Coahuila. México  
Enero del 2008

## *DEDICATORIA*

### A mis padres:

Héctor Morales Avalos y Aurelia Santos Ortega. Con mucha dedicación a ellos que han sido el medio más importante de toda mi vida y que lo seguirán siendo; la otra, porque ellos son lo más grande que me ha regalado dios; ya que son sangre de mi sangre y carne de mi carne. Con mucho amor y cariño.

### A mis hermanos:

Héctor, Laura, Olga Lidia, Oscar. Gracias a todos ellos por darme sus consejos y alegría en los momentos difíciles en los cuales he necesitado su ayuda, esperando pagar algún día todo lo que hacen por mí.

### A mis cuñadas:

Rosa y Elizabeth, así como a mis cuñados, el amigo Beto y Manuel que han sido el soporte y fuerza para la felicidad de toda mi familia.

### A mis sobrinos:

Héctor Miguel, Esther, Ashley, Perla Rubí, Jema Celeste, Oscar, Leilani; que son los angelitos más hermosos de toda la tierra y la alegría más grande de mi vida.

### A mi novia:

Mayra Yuliana González por darme todo ese amor y cariño que ha sido la fuerza y el consuelo cuando más la he necesitado. Gracias tortugas corren.

### A mis familiares:

Baltasar, Pedro, Román, Cristina, Joaquín, Guadalupe, Eneida, Dolores, Teresa, Eduardo, Emilia, Wendy, José, Alma, Martín, Felipe, Irma, Alma, Miguel, Maria.

A mis abuelitas Andrea Santos y a Trinidad Avalos.

### A mis amigos:

Ing. Freddy, Ing. José María, Ing. Fernando, Ing. Eduardo, Ing. Juan Carlos, Ing. Jorge, Ing. Francisco, Ing. Manuel, Juan José, Benjamín, Yair, Flor, Lucí, Galdino Castro.

## AGRADECIMIENTOS

*A jehová dios:*

*Por darme la vida en la cual me permitió cumplir todas las metas que un día soñé y por brindarme la familia que no cambiaría por nada en este mundo.*

*A mi alma terra matter, la que me albergo por casi 5 años de mi vida, por la oportunidad que me dio de formarme como un profesionista.*

*A mis padres :*

*Por todo ese apoyo incondicional que me brindaron, no solo en esta etapa sino en todas las etapas de mi vida.*

*Se agradece también al Campo Experimental General Terán, Nuevo León, del INIFAP por el apoyo recibido para realizar la presente investigación.*

*Muy sincera y especialmente:*

*Al Dr. Reynaldo Alonso Reyes, a quien considero un buen amigo, por la confianza y la ayuda que me brindo, en este trabajo de investigación.*

## INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	iv
Índice de contenido.....	vi
Índice de cuadros.....	vii
Introducción.....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
Revisión de literatura.....	4
Materiales y Métodos.....	7
Resultados y Discusión.....	16
Conclusiones.....	30
Literatura citada.....	31

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de <i>Anastrepha ludens</i> . En Cadereyta N.L.....	13
Figura 1. Número de moscas <i>Anastrepha ludens</i> silvestres, capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el periodo invierno 2005-primavera 2006 en Allende N.L.....	16
Figura 2. Proporción de frutos dañados por mosca mexicana de la fruta en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, en el periodo invierno 2005-primavera 2006 en Allende N.L.....	17
Figura 3. Número de moscas <i>Anastrepha ludens</i> silvestres, capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el periodo invierno 2005-primavera 2006 en Montemorelos N.L.....	18
Figura 4. Número de moscas <i>A. ludens</i> silvestres, capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el periodo invierno 2005-primavera 2006 en Cadereyta N.L.....	19
Figura 5. Infestación de frutos de naranja por mosca mexicana de la fruta en áreas tratadas con diferentes tratamientos insecticidas, en el periodo invierno 2005-primavera 2006 en Cadereyta N.L.....	21

Figura 6. Número de moscas *A. ludens* silvestres. Capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el periodo invierno 2005-primavera 2006 en Cadereyta N.L.....25

Figura 7. Costo del uso de tratamientos insecticidas-atrayentes para proteger 10,000 ha de huertos cítricos contra mosca mexicana de la fruta en un periodo de cuatro semanas. El costo del uso de Malatiòn, y Spinosad fue estimado en base a aspersiones semanales y bisemanales, respectivamente.....27

## INTRODUCCIÓN.

El uso del malatión en cebos tóxicos para el control de moscas de la fruta en el Continente Americano, se inició en Florida, E.U.A., en 1956-1957, en la erradicación de un brote de mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Díptera: Tephritidae) (Burns *et al.*, 2001; Moreno y Mangan, 2002); desde entonces, su uso ha prevalecido en el control de moscas de la fruta debido principalmente a su baja toxicidad en mamíferos, y a que es un producto de bajo costo económico (Mangan y Moreno, 2002).

Recientemente, el uso extensivo del malatión ha sido cuestionado por problemas con aceptación pública, impacto ecológico, y al bajo perfil de integración con programas de manejo de plagas, por la característica de ser un insecticida de espectro amplio (Mangan y Moreno, 2002; Moreno y Mangan, 2002). En Estados Unidos de América, como alternativa a este plaguicida se ha considerado al Spinosad, un insecticida 3620 veces más seguro que el malatión (según índice de seguridad dermal, Moreno y Mangan, 2002).

Este producto ha sido evaluado para el control de las moscas de la fruta: *Anastrepha ludens* Loew, *Anastrepha suspensa* (Loew), *Bactrocera cucurbitae* Coquillett, *Bactrocera dorsalis* Hendel, y *C. capitata* (King y Hennessey, 1996; Peck y McQuate, 2000; Burns *et al.*, 2001; Vargas *et al.*, 2001, 2003; Moreno y Mangan, 2002; Prokopy *et al.*, 2003). En el noreste de México, el spinosad se evaluó contra *A. ludens* en cítricos, con resultados promisorios (Loera *et al.*, 2004).



En las regiones tropicales y subtropicales del mundo, las moscas de la fruta atacan un gran número de especies frutales y hortícolas, y presentan una de las principales limitantes para la exportación de los productos agrícolas, debido a la imposición de estrictas barreras cuarentenarias para evitar fruta infestada con larvas en los cargamentos destinados a la comercialización (Norrbon y Kim, 1998; White y Elson-Harris, 1992; Aluja, 1994).

En México y otros países, las moscas de la fruta constituyen un problema de relevancia significativa, ya que llegan a ocasionar hasta un 25 % de pérdidas directas (SAGARPA, 2004), incrementan los costos de producción, afectan la calidad del producto, obstaculizan la comercialización de insecticidas para su control (Aluja, 1994; SAGARPA, 2004).

**OBJETIVO:**

Evaluar el Spinosad en dosis de 80 ppm con diferentes dosis de atrayente para el control de mosca mexicana de la fruta, *A. ludens*. En cítricos

**HIPÓTESIS:**

El insecticida Spinosad incrementa en mayor porcentaje la eficiencia por el control de la mosca mexicana de la fruta.

## REVISION DE LITERATURA

De las 195 especies descritas de moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en el mundo, hasta la fecha las de mayor importancia económica son: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *A. grandis* Loew, *A. ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* Wiedemann, *A. striata* Schiner, y *A. suspensa* (Loew) (Aluja, 1994; Norrbom *et al.*, 1999). En México, se indica la presencia de 32 especies de *Anastrepha* que en algún grado dañan a los frutales, siendo las más importantes económicamente: *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata* (Hernández-Ortiz y Aluja, 1993; Aluja, 1994).

La mosca mexicana de la fruta, *A. ludens*, ocurre en la mayoría de las áreas citrícolas del país y daña, entre otros, a dos de los frutales más importantes: naranja y mango (Cabrera y Ortega, 1992). En el Noreste de México y particularmente en los estados de Nuevo León, San Luis Potosí, y Tamaulipas, existen aproximadamente 116,387 ha de cítricos dulces, equivalentes al 29% del total nacional (Sistema Integral de Información Agropecuaria y Pesquera, 2006).

A diferencia de otras regiones citrícolas del país, la problemática de la mosca mexicana de la fruta en el Noreste de México, es aún mayor, debido a que la plaga es originaria de ésta zona, al igual que el chapote amarillo, *Sargentia greggii* Coult, hospedero nativo más importantes, lo que los hace estar adaptados a las condiciones prevalecientes en la región (Baker *et al.*, 1944).

Históricamente, para el control de moscas de la fruta se han utilizado aspersiones de insecticidas químicos con un fuerte impacto en el ambiente y efectividad reducida en su control (Aluja, 1993, 1996). Desde inicios del siglo XX se utilizaron cebos conteniendo insecticidas inorgánicos como el arsenato de plomo (Mangan y Moreno, 2002; Prokopy et al., 2003). Durante la década de 1950s, éstos fueron sustituidos por productos organoclorados, los cuales posteriormente fueron desplazados por insecticidas organofosforados y carbamatos (Mangan y Moreno, 2002).

El uso del malatión en cebos para el control de moscas de la fruta en el Continente Americano, se inició en 1956-1957 en Florida, E.U.A., para erradicar un brote de la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Díptera: Tephritidae) (Burns et al., 2001; Mangan y Moreno, 2002; Moreno y Mangan, 2002); desde entonces, su uso ha prevalecido en el control de moscas de la fruta debido principalmente a su baja toxicidad para mamíferos, y a su bajo costo económico (Mangan y Moreno, 2002).

En el control de *A. ludens*, uno de los primeros registros sobre el uso de cebos tóxicos fue realizado por (Shaw, 1955; Mangan y Moreno, 2002), quien describe el uso de tartas de azúcar morena o jarabe, arsenato de plomo y agua, o una solución similar de arsénico blanco, bicarbonato, jarabe de azúcar morena, lima y agua (Shaw, 1955; Mangan y Moreno, 2002).

En el Valle de Texas, el uso del malatión en cebos para el control de *A. ludens* se inició con el estudio de Lopez et al., 1969. En México, los cebos

preparados con malatión han sido utilizados desde 1985, cuando se estableció la campaña nacional de erradicación contra las moscas de la fruta de importancia económica y cuarentenaria dentro del territorio nacional (S.A.R.H., 1992, 1993; S.A.R.H., D.G.S.V, 1993).

Recientemente, el uso extensivo del malatión ha sido cuestionado por problemas de salud pública, impacto ecológico, y por su bajo perfil de integración con programas de manejo de plagas, por la característica de ser un insecticida de espectro amplio de acción (Mangan y Moreno, 2002; Moreno y Mangan, 2002). En Estados Unidos de América, como alternativa a este plaguicida se ha considerado a spinosad, un insecticida 3620 veces más seguro que el malatión, según índice de seguridad dermal (Moreno y Mangan, 2002).

En el noreste de México, el spinosad adicionado con un atrayente nuevo fue evaluado contra mosca mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens* Loew (Diptera: Tephritidae) en cítricos obteniéndose resultados promisorios (Loera *et al.*, 2004). El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar y validar este insecticida alternativo en diversas dosis del atrayente generado recientemente por el USDA-ARS, para el control de *A. ludens*, en los cítricos de Nuevo León.

Las trampas utilizadas par el monitoreo de *A. ludens* en los programas de detección han estado en evolución constante. A partir de las trampas poco efectivas a imprácticas, se han desarrollado otras con un mayor eficiencia basadas en el conocimiento de que las moscas son atraídas por la forma de la trampa, el color, tipo de atrayente, la ubicación, el medio ambiente y la etapa fonológica del hospedero (Aluja, 1984). En la captura de adultos de moscas de la fruta del género *Anastrepha*, la trampa McPhail es la más utilizada (Sánchez, 1982; Burditt, 1988). La trampa McPhail es cebada con levadura torula, o en su lugar proteína hidrolizada de maíz; ésta última es más recomendable usarla en ambientes húmedos. La levadura torula, se señala como la más eficiente en la captura de moscas del género *Anastrepha*. Estos productos son clasificados como atrayentes alimenticios-volátiles que indican la presencia de comida, peculiarmente con la ventaja de atraer ambos sexos (Mangan y Moreno, 2002).

Debido a cambios en su poder de atracción la torula o la proteína hidrolizada deben ser renovadas cada semana. La trampa McPhail consiste en un recipiente de vidrio con una invaginación en la parte inferior que permite la entrada de las moscas en busca del atrayente. Las moscas caen en la solución atrayente y se dificulta su escape (Rhode y Sánchez, 1982; Mangan y Moreno, 2002), no obstante, en la mayoría de los casos estas trampas no son uniformes, principalmente en el diámetro y altura del orificio de la invaginación inferior de entrada a la trampa y en el orificio superior de entrada a al solución atrayente.

La trampa McPhail fue desarrollada inicialmente para capturar moscas domésticas en Europa a finales del siglo XIX; sin embargo, su uso se generalizó

para determinar la presencia y vigilar las moscas de la fruta en Estados Unidos de América a principios del siglo XX (Steyskal, 1997). Los estudios de Baker et al. (1994) con la mosca Mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens* (Loew), permitieron conocer la efectividad de esta trampa para capturar adultos de moscas de la fruta.

Entre las desventajas de este tipo de trampas destacan su fragilidad, desuniformidad, radio limitado de acción, escape de moscas, y dificultad en el mantenimiento en campo (Aluja, 1994; Salinas y Wendel, 1999).

Para superar estas limitantes se han elaborado trampas de plástico de diseño similar a la trampa McPhail y de colores diferentes (Nakagawa et al. 1971; Lorenzato, 1984; Burditt, 1998). En la citricultura del noreste del país, recientemente se evaluó la trampa de plástico multicolor verde con resultados promisorios (Loera et al, 2004). Estas trampas son de diseño uniforme, de 18 cm. de alto y 14 cm de diámetro constando de dos partes, la parte inferior de color verde posee una invaginación de 5 cm. de diámetro y la parte superior que es translúcida. Facilita la colecta de las moscas capturadas y el mantenimiento semanal; además, puede evitar hasta un 40 % de escapes de moscas en comparación con la trampa McPhail (Salinas y Wendel, 1999).

El factor clave para el manejo de la mosca Mexicana de la fruta es lograr una mayor eficiencia en la detección oportuna de la primera mosca en la temporada de infestación para aplicar oportunamente medidas de control más efectivas para estar en mejores condiciones y posibilidades de reducir drásticamente sus poblaciones.

Actualmente se considera que la tecnología de la campaña de erradicación de *A. ludens* puede ser mejorada tanto en los materiales como en los métodos que utiliza en su conducción, debido a que los resultados obtenidos después de aplicar la tecnología durante varios años; carecen de una reducción notable de poblaciones del insecto.



## MATERIALES Y METODOS

El trabajo en campo se realizó bajo infestaciones naturales de *A. ludens*, en áreas clasificadas como de “alta prevalencia de mosca mexicana de la fruta”,.

Los sitios fueron seleccionados por técnicos del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nuevo León, en los municipios de Allende, Montemorelos, y Cadereyta, N. L., Méx.

Se establecieron tres ensayos; dos de ellos para validar una dosis del insecticida spinosad adicionado con un atrayente nuevo, en huertos de naranja var. Valencia, y toronja var. Marsh; el tercer ensayo para evaluar el insecticida en tres dosis del atrayente, se realizó en un huerto de naranja var. Valencia.

**Validación del insecticida spinosad adicionado con atrayente nuevo para el control de mosca mexicana de la fruta.** Un sitio experimental se localizó en el huerto de naranja var. Valencia del sr. Aurelio Leal en el municipio de Allende, N.L., Méx. Y en Montemorelos, N.L. la edad de los árboles fue mayor a 20 años; la distancia de plantación de 8 x 8 m, y un sistema de producción de “temporal”.

En ambos sitios se seleccionaron dos parcelas experimentales; en Allende, N.L., la dimensión de cada parcela fue de seis hileras de árboles de 24 árboles cada una (total de árboles/parcela= 144).

En Montemorelos, N.L., cada parcela experimental estuvo constituida por 12 hileras de árboles de 12 árboles cada una (total de árboles/parcela= 144). En las dos localidades se utilizó un diseño experimental de parcelas apareadas, separadas por una hilera de árboles, donde se validaron los tratamientos siguientes:

1. Testigo regional: insecticida malatión y proteína hidrolizada como atrayente, en una mezcla volumétrica de un litro de Malatión 50 CE, cuatro litros de proteína hidrolizada, y 96 litros de agua. Dosis de aplicación de 175 ml por árbol/semana.
2. Insecticida spinosad y atrayente nuevo, en una mezcla conteniendo 80 ppm del insecticida. Dosis de aplicación de 40 ml por árbol/bisemanalmente.

La aplicación de los tratamientos se realizó con aspersora de mochila de presión manual, aplicando cada tercer árbol de líneas alternas, de acuerdo con la metodología de aplicación terrestre utilizada por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nuevo León. La mezcla con malatión (Testigo regional) fue asperjada al follaje por el lado noreste del árbol y se efectuó semanalmente.

La evaluación del efecto de tratamientos se realizó semanalmente, con base en la presencia de moscas de la fruta capturadas en cinco o seis trampas

multilure amarillas/parcela, utilizando como atrayente una proporción de 271 ml de jugo de uva comercial y 79 ml de agua. Las trampas se instalaron cada semana en el lado noreste de los árboles, a 2 m de altura, colocándolas en árboles alternos de las hileras centrales. Para evitar interferencia en los efectos de los tratamientos, las trampas fueron retiradas 48 horas después de su instalación, registrándose el número de moscas capturadas.

Para estimar el daño producido por la plaga, se cosecharon al azar 24 frutos/árbol de seis árboles/parcela, y adicionalmente se colectaron todos los frutos caídos de los mismos árboles. Para comprobar la presencia de *A. ludens*, la totalidad de los frutos colectados fueron diseccionados en laboratorio y observados bajo el estereoscopio. Muestras de las larvas obtenidas son conservadas en laboratorio como especímenes de referencia en viales conteniendo alcohol al 95%.

**Evaluación de Spinosad en dosis diferentes de atrayente nuevo para el control de mosca mexicana de la fruta.** El sitio experimental se estableció en el huerto de naranja var. Valencia propiedad del sr. Eulalio García en Cadereyta, N.L., Méx., (25°21'34"N, 100°00'19"O). La edad de los árboles en el huerto es mayor a los 10 años; la distancia de plantación es de 8 x 4 m; el sistema de producción es bajo el régimen de "temporal". En esta localidad se seleccionaron 16 parcelas experimentales de 12 hileras con 12 árboles cada una (árboles/parcela= 144) y se evaluaron los siguientes tratamientos:

**Cuadro 1:** tratamientos evaluados para el control de *Anastrepha ludens*. En Cadereyta N.L.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1.	Testigo Regional Aplicación de insecticida Malatiòn y Proteína hidrolizada Winner, <sup>R</sup> , como atrayente, en una mezcla volumétrica de un litro de Malatiòn SOCE, cuatro litros de proteína hidrolizada y 96 litros de agua. La Dosis de aplicación fue de 175 ml por árbol/semana.
2.	Aplicación de 80 ppm del insecticida Spinosad en 40 ml de atrayente nuevo/árbol/bisemanal.
3.	Aplicación de 80 ppm del insecticida Spinosad en 20 ml de atrayente nuevo/árbol/bisemanal.
4.	Aplicación de 80 ppm del insecticida Spinosad en 10 ml de atrayente nuevo/árbol/bisemanal.

Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento.

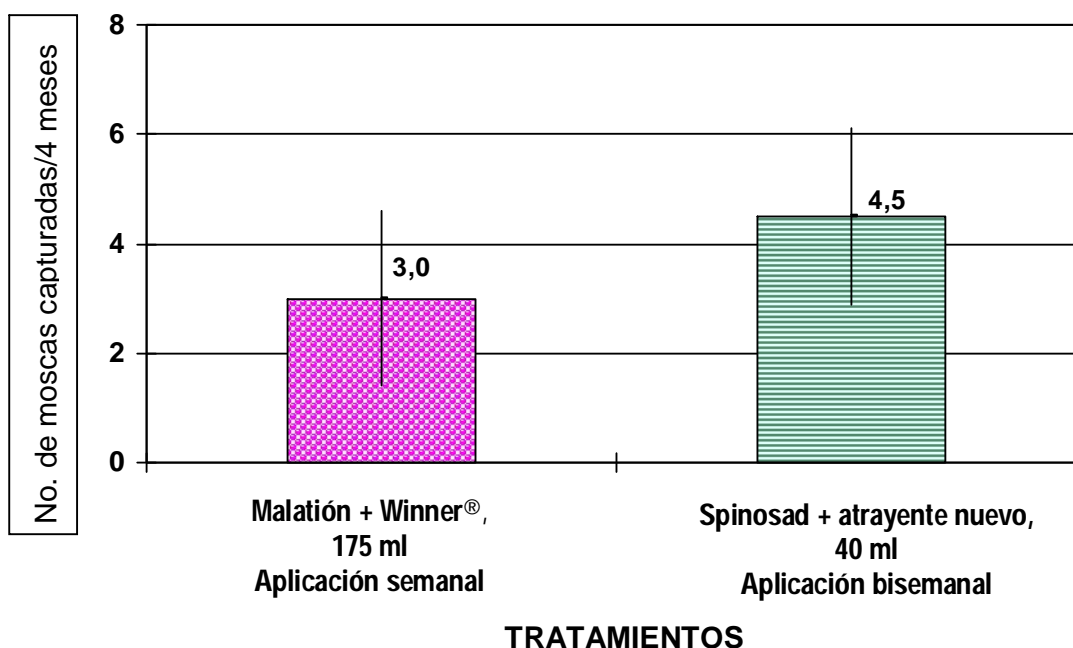
El efecto de los tratamientos fue determinado en forma similar a la descrita en la sección anterior, excepto que para registrar el número de moscas

capturadas, se instalaron solamente dos trampas multilure amarillas por parcela experimental, colocándolas en los árboles cuatro y ocho de la sexta hilera.

Los datos fueron analizados bajo el diseño experimental correspondiente; para cumplir con los supuestos de normalidad e igualdad de varianza se utilizaron transformaciones de los datos (raíz cuadrada, logaritmos, arcoseno). Las medias de tratamientos fueron comparados mediante la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS). Se realizó un análisis comparativo de los costos y beneficios con el uso de los diferentes tratamientos evaluados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

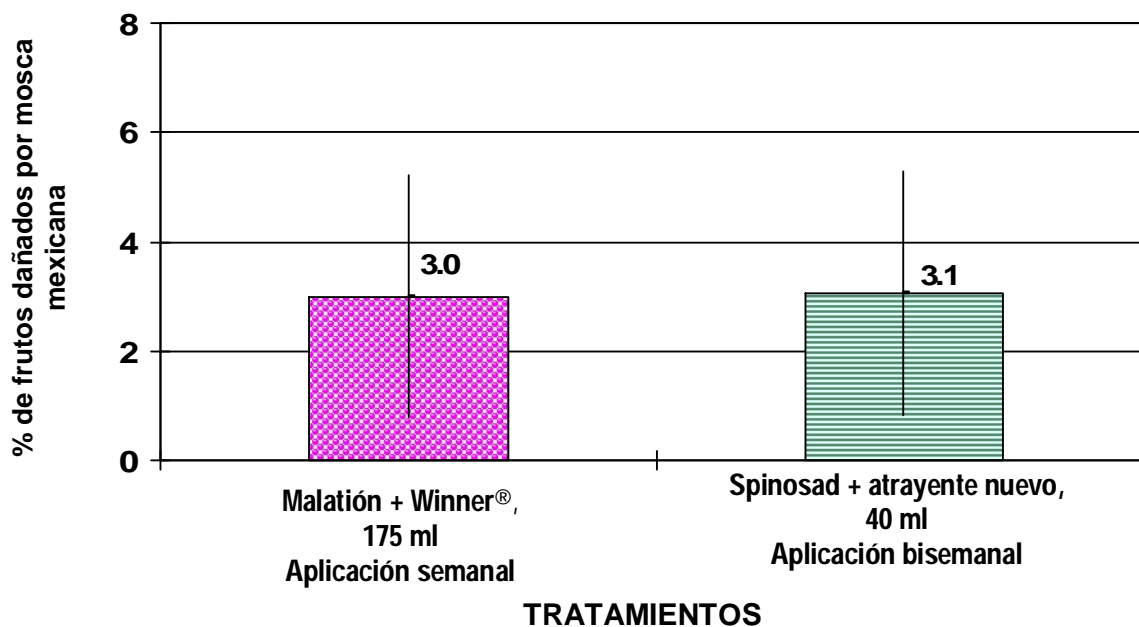
**Validación del insecticida Spinosad adicionado con atrayente nuevo para el control de mosca mexicana de la fruta.** En el período de invierno de 2006-primavera de 2007, en el sitio experimental en Allende, Nuevo León, la presencia de *A. ludens* en las parcelas con aspersiones de malatión (Testigo regional), y spinosad en el atrayente nuevo mostró un rango de 0-3 moscas/trampa/semana, con un promedio global de 3 y 4.5 moscas/trampa, respectivamente, después de cuatro meses de muestreos (Fig. 1). La variación en los niveles de captura de la plaga no fue estadísticamente diferente (Prueba de *t*,  $P=0.39$ ).



**Fig. 1.** Número de moscas *Anastrepha ludens* silvestres, capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el período invierno 2006-primavera 2007 en Allende. N:L

*Líneas en las barras indican el intervalo de confianza al 95%.*

El porcentaje de frutos dañados por el ataque de la plaga, bajo los diferentes tratamientos en evaluación, varió de 0-10.3% en la parcela que recibió la aspersión de malatión (Testigo regional), y de 0-10.7% en la parcela protegida con spinosad. El promedio de daño a los frutos en ambos tratamientos fue similar (3%, Fig. 2), por lo que se careció de una diferencia estadística significativa en los efectos de los tratamientos (Prueba de  $t$ ,  $P=0.9$ ).

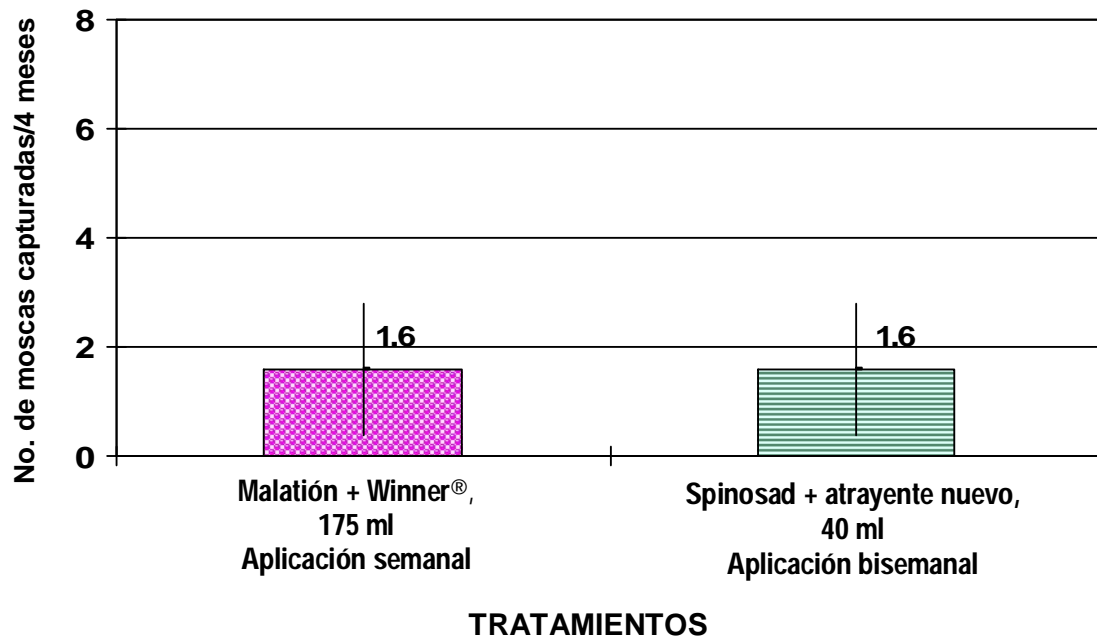


**Fig. 2.** Proporción de frutos dañados por mosca mexicana de la fruta en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, en el período invierno 2006-primavera 2007 en Allende, N.L.

*Líneas en las barras indican el intervalo de confianza al 95%.*

En el sitio experimental en Montemorelos, N.L., se encontró un rango en la incidencia de la plaga de 0-3 moscas/trampa/semana en el tratamiento a base de malatión (Testigo regional), y de 0-2 moscas/trampa/semana en el tratamiento a

base de spinosad; éstos rangos son parecidos a los encontrados en el sitio establecido en Allende, N.L. Los promedios totales de captura de moscas durante los cuatro meses de muestreo fueron de 1.6 moscas/trampa en ambos tratamientos (Prueba de  $t$ ,  $P=1.0$ ) (Fig. 3); estos valores fueron menores a los registrados en Allende, N.L., ya que incluso se llegaron a registrar cero capturas de mosca mexicana de la fruta durante varias semanas, y ausencia de daño en frutos. Estas diferencias en la incidencia de la plaga en los dos sitios experimentales, es posible que sean consecuencia de la ubicación del sitio experimental de Montemorelos N.L., donde el manejo intensivo de la plaga por parte del Comité Estatal de Sanidad Vegetal, contribuye a mantener poblaciones reducidas de mosca mexicana de la fruta en la zona.



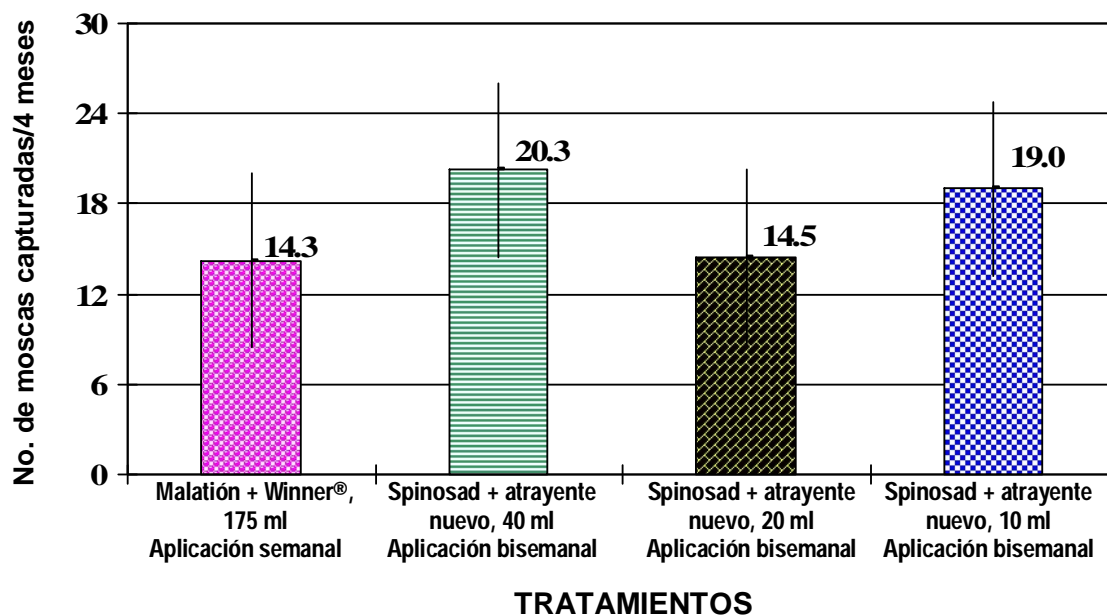
**Fig. 3.** Número de moscas *Anastrepha ludens* silvestres, capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el período invierno 2006-primavera 2007 en Montemorelos, N.L.

*Líneas en las barras indican el intervalo de confianza al 95%.*



## 2. Evaluación del insecticida Spinosad en dosis diferentes de atrayente para el control de mosca mexicana de la fruta.

En este sitio experimental ubicado en Cadereyta, N.L., el rango en la presencia de *A. ludens* en las parcelas bajo los diferentes tratamientos fue de 0-13 moscas/trampa/semana, siendo el tratamiento de aspersión bisemanal de spinosad en 40 ml de atrayente/árbol (Tratamiento 2), el que presentó el rango mayor de capturas.



**Fig. 4.** Número de moscas *A. ludens* silvestres, capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el período invierno 2006-primavera 2007 en Cadereyta, N.L.

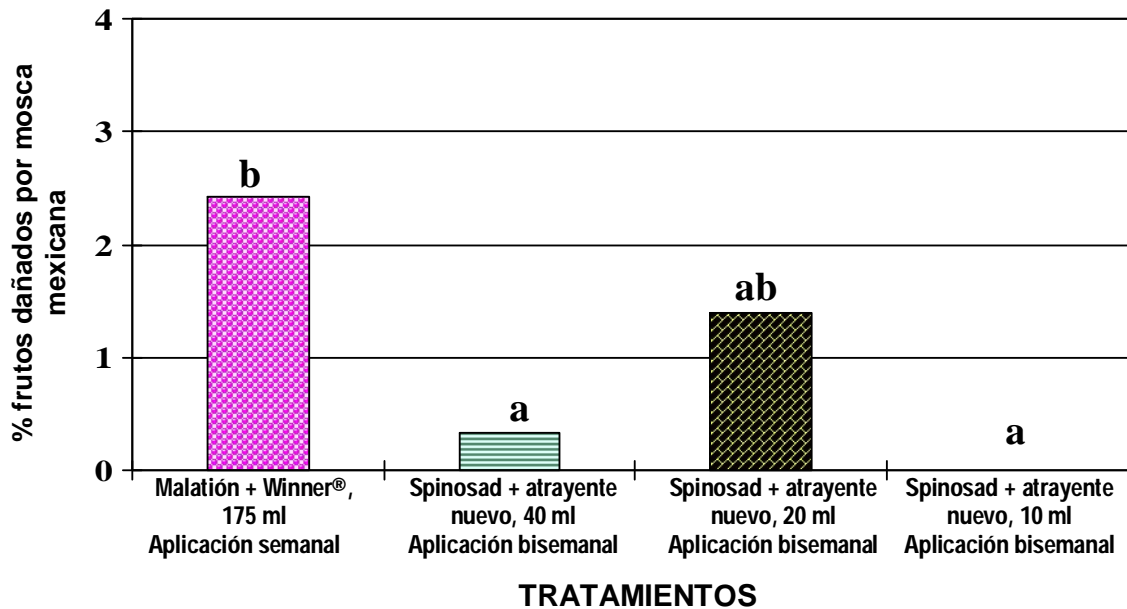
*Líneas en las barras indican el intervalo de confianza al 95%.*

El promedio global de capturas de moscas durante cuatro meses en los diferentes tratamientos mostró un rango de 14.3-20.3; los valores máximos se encontraron en los tratamientos donde se asperjó spinosad en dosis de 40 y 10 ml de atrayente (Tratamientos 2 y 4, respectivamente); los valores menores se presentaron en el testigo regional, así como en la aspersión de spinosad en 20 ml de atrayente (Tratamientos 1 y 3, respectivamente) (Fig. 4). La variación en los promedios de presencia de mosca mexicana de la fruta bajo los diferentes tratamientos careció de significancia estadística ( $P=0.65$ ).

La intensidad de infestación de los frutos en los árboles atacados por *A. ludens* varió en un rango de 0-8% de frutos infestados; el valor mayor de daño fue registrado en el tratamiento testigo regional, a base de aspersiones semanales de malatión (Tratamiento 1). En el tratamiento con aspersión de spinosad en 10 ml de atrayente/árbol/bisemanalmente, notablemente todos los frutos colectados carecieron de daño de la plaga, como resultado consecuente de la nula infestación observada en los árboles, por efecto del mismo tratamiento.

La infestación de frutos promedio varió significativamente entre tratamientos ( $P=0.045$ ; LSD,  $\alpha=0.05$ ), con valores promedio de infestación por la plaga de 0-2.4% de los frutos, siendo el tratamiento a base de aspersiones semanales de malatión (Testigo regional), y el tratamiento a base de aspersiones bisemanales de spinosad en 20 ml de atrayente/árbol (Tratamiento 3) los que presentaron las mayores infestaciones de la plaga con valores de 2.4 y 1.4% de frutos atacados, respectivamente.

Los tratamientos a base de aspersiones bisemanales de spinosad en 40, y 10 ml de atrayente/árbol presentaron los valores menores de infestación (0.4% y 0%, respectivamente) (Fig. 5).



**Fig. 5.** Infestación de frutos de naranja por mosca mexicana de la fruta en áreas tratadas con diferentes tratamientos insecticidas, en el período invierno 2006-primavera 2007 en Cadereyta, N.L.

*Promedios seguidos por letras iguales, no son estadísticamente diferentes (DMS,  $\alpha=0.05$ ).*

Los resultados encontrados respecto al efecto de tratamientos en las poblaciones de *A. ludens* en los estudios realizados, son acordes a los efectuados por investigadores diversos, quienes han evaluado el uso del spinosad a dosis de 80 ppm como alternativa a la aspersion tradicional de malatión contra mosca mexicana (*A. ludens*) (Moreno *et al.*, 2000; Moreno y Mangan, 2002; Loera *et al.*, 2004; Mangan *et al.*, 2006), mosca sudamericana, (*Anastrepha fraterculus* [Wied.]) (Raga y Sato, 2005), mosca caribeña de la fruta (*Anastrepha suspensa* loew (King y Hennessey, 1996; Burns *et al.*, 2001), mosca del melón (*Bactrocera*

*cucurbitae* Coquillet) (Prokopy *et al.*, 2003; Vargas *et al.*, 2003), mosca oriental de la fruta (*Bactrocera dorsalis* Hendel) (Vargas *et al.*, 2003), y mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Peck y McQuate, 2000; Burns *et al.*, 2001; Vargas *et al.*, 2001; Raga y Sato, 2005).

Estos autores indican que la presencia de moscas de la fruta en áreas tratadas con spinosad no difiere de las que recibieron las aspersiones de malatión, tal como fue el caso de presencia de adultos de mosca en las diferentes localidades de Nuevo León, donde se evaluaron ambos insecticidas (Figuras 1, 3 y 4).

Resalta en nuestras evaluaciones, la conducción de ensayos con poblaciones naturales de *A. ludens*, y sobretodo, la información concerniente al efecto de tratamientos en la infestación de frutos, ya que la mayoría de los estudios existentes en la literatura mundial, se han realizado utilizando la liberación de especímenes esterilizados, lo que ha limitado estimar daños, ya que es inviable la infestación de frutos por dichos especímenes.

En el ensayo en Cadereyta, N.L., incidieron poblaciones altas de la plaga (más de cuatro veces la incidencia en Allende, N.L., y más de 10 veces la de Montemorelos, N.L.), lo que aunado a una mayor cantidad de repeticiones por tratamiento, se logró obtener una mejor determinación de los efectos de los productos evaluados en el daño ocasionado por la mosca mexicana de la fruta.

En el estudio, contrario a lo esperado, los tratamientos con una aparente menor incidencia de mosca mexicana (aspersión de malatión [Testigo regional], y

aspersión de spinosad en 20 ml de atrayente) fueron los que presentaron el daño mayor en frutos, mientras que los que presentaron una mayor incidencia del insecto, presentaron el menor porcentaje de frutos dañados (aspersión de spinosad en 40, y 10 ml de atrayente).

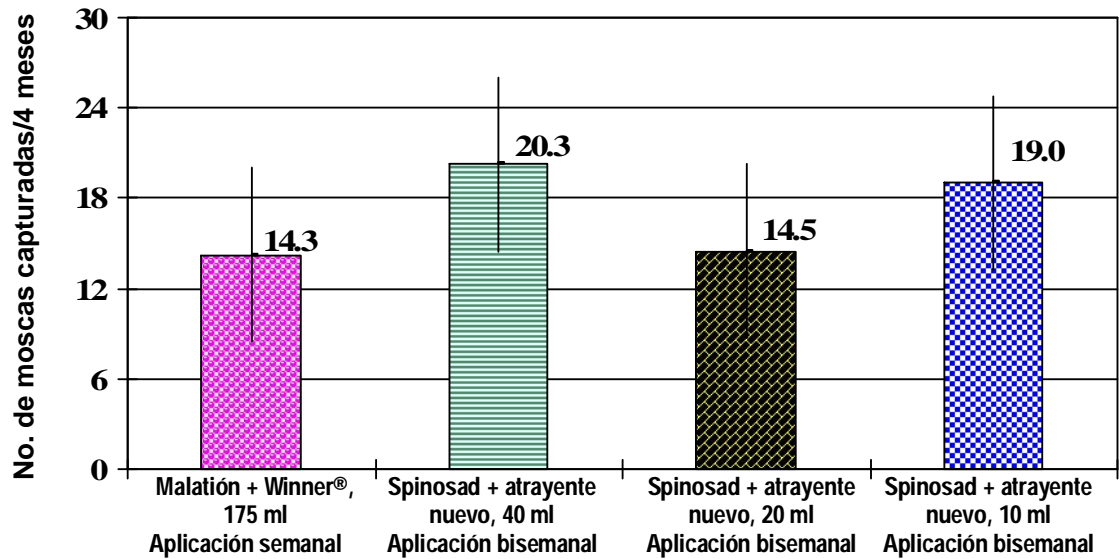
Resultados similares han sido obtenidos por investigadores del USDA-ARS en estudios recientes con el uso de cebos tóxicos conteniendo 80 ppm de spinosad; en dichos ensayos se ha observado una mayor presencia de *A. ludens* en las áreas donde existe el cebo, ocasionado por el efecto del atrayente utilizado; sin embargo, dicha presencia no ha sido asociada con un incremento en ataque de frutos; por el contrario, constantemente se ha registrado una disminución del daño en comparación con las áreas protegidas con malatión (R.L. Mangan, USDA-ARS, Weslaco, Tex., com. personal).

Posiblemente en lo anterior además del efecto insecticida del spinosad (Moreno *et al.*, 2000; Moreno y Mangan, 2002; Loera *et al.*, 2004), el atrayente nuevo atrae exitosamente especímenes reproductivamente inmaduros, y hambrientos, las cuales si bien incrementan la presencia de mosca mexicana de la fruta en el huerto, éstas al saciarse, se desplazan a otro lugar para regurgitar e ingerir finalmente el producto (Zwölfer, 1983; Mangan y Moreno, 2002); lo anterior causará mortalidad entre los especímenes, reducción de poblaciones de la plaga y consecuentemente menor incidencia de daño. El atrayente utilizado es un desarrollo reciente del USDA-ARS y es posible que los fagoestimulantes presentes constituyan una de las formulaciones más exitosas para causar el efecto indicado.

En lo que respecta a la respuesta diferencial en daño en los tratamientos con spinosad en diferentes dosis de atrayentes, es posible que ésta sea debida a umbrales diferentes de expresión de los ingredientes evaluados, de tal forma que en la dosis intermedia exista una saturación de alguno que afecta la atracción y posterior consumo del producto; mientras que a dosis bajas y altas, cualquier ingrediente podría mantener un efecto dominante bajo condiciones de campo.

Lo anterior ha sido documentado en *Anastrepha ludens* en ensayos de laboratorio efectuados por Moreno *et al.*, 1994; y Mangan y Moreno, 2002. En un fenómeno similar al observado en la respuesta diferencial al atrayente en este estudio, prácticamente está basado el uso de feromonas sintéticas para la detección y manejo de plagas, donde los montos del compuesto a utilizar, críticamente estarán ligados a la obtención de repulsión o atracción del insecto objetivo (ver Champion, 1989; David y Birch, 1989; Jutsum y Gordon, 1989; Sanders, 1989; Cardé y Minks, 1995).

No obstante la presencia de una mayor infestación de frutos en el tratamiento basado en la aspersion del spinosad en 20 ml de atrayente/árbol/bisemanalmente (Fig. 6), éste produjo una reducción del 40% de infestación de frutos con respecto al Testigo regional (aspersion de malatión), lo que aún lo mantiene como un tratamiento atractivo para el control de la plaga y reducción de daños por ésta.



### TRATAMIENTOS

**Fig. 6.** Número de moscas *A. ludens* silvestres, capturadas en sitios aplicados con insecticidas + atrayente, durante el período invierno 2006-primavera 2007 en Cadereyta, N.L.

*Líneas en las barras indican el intervalo de confianza al 95%.*

Para el establecimiento de estrategias de manejo de la plaga, es conveniente que se inicie con el menor uso de producto, para posteriormente ser incrementado gradualmente y de esta forma evitar estimular el desarrollo de resistencia al insecticida así como al atrayente.

Spinosad por sus características de ser derivado de un microorganismo, llega a ser hasta más de 3620 veces más seguro que el malatión (índice de seguridad dermal, Moreno y Mangan, 2002), lo que incluso le permite ser utilizado

en la agricultura orgánica registrada (DowElanco. 1994; Thomson, 1998; Miles y Dutton, 2000; Organic Materials Review Institute 2002; APHIS, 2002).

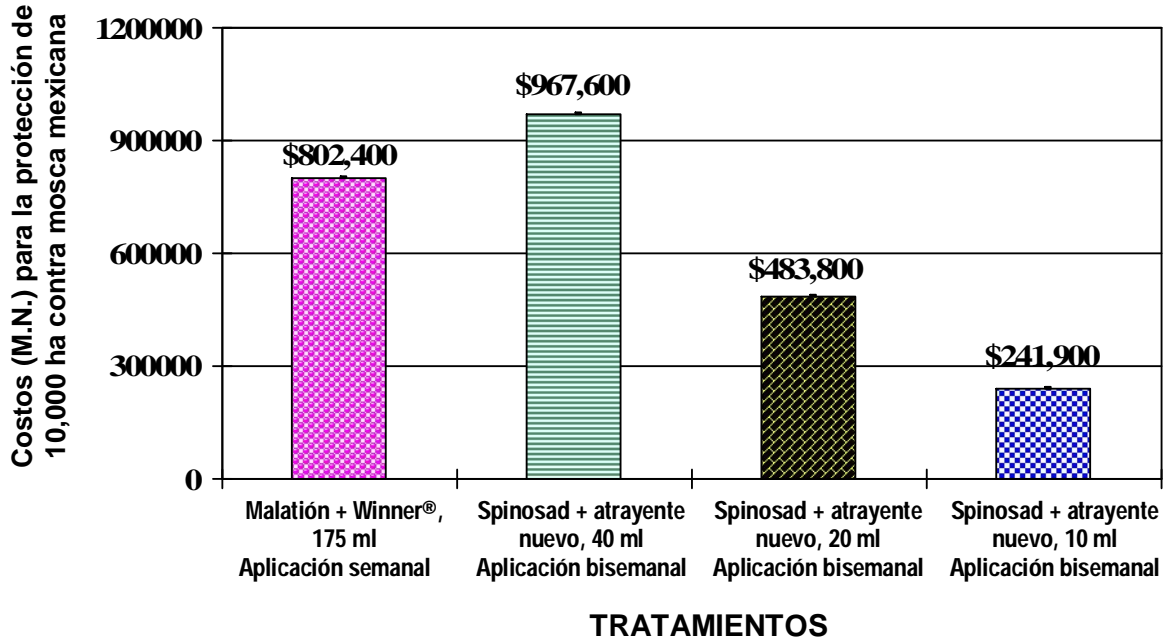
En Estados Unidos de América, el uso de malatión para el control de moscas de la fruta está siendo paulatinamente desplazado; en el corto plazo, es posible que el mercado norteamericano de frutas exija a países exportadores la eliminación del malatión, lo que favorecerá a productores con manejo de la plaga mediante productos alternativos.

Los resultados aquí obtenidos respaldan el uso del spinosad para el control de mosca mexicana de la fruta en los cítricos del país. Aunado a esto, Thomas y Mangan (2005) han documentado efectos colaterales benignos del uso de spinosad en la citricultura del Valle de Texas, U.S.A., donde registraron una menor incidencia de otras plagas primarias y secundarias que anualmente atacan a los cítricos en la región; es posible que dicho efecto también incida en la citricultura local. Adicionalmente, spinosad además de presentar una interferencia baja con la entomofauna benéfica, carecer de riesgos para la salud humana y animal, y el medio ambiente en general (Troetschler, 1983; Elzen *et al.*, 1998; Tillman y Mulrooney, 2000; Vargas *et al.*, 2001; APHIS, 2002; Mason, *et al.*, 2002; Michaud, 2003), tiene un costo de uso con el atrayente evaluado, menor al representado por el uso de malatión y proteína hidrolizada (Cuadro 3).

Su uso en tan solo 10,000 ha durante un mes a una dosis de 80 ppm en 10 ml de atrayente/árbol/bisemanalmente permitiría ahorrar \$560,500.00 con respecto al uso tradicional del malatión-proteína hidrolizada (Fig. 7, Cuadro 3).



Prácticamente con los recursos financieros que se destinarían para proteger dicha área con malatión durante un mes, con spinosad se podría proteger por más de tres meses la misma extensión de huertos.



*Fig. 7. Costos del uso de tratamientos insecticidas-atrayentes para proteger 10,000 ha de huertos cítricos contra mosca mexicana de la fruta en un período de cuatro semanas. El costo del uso de malatión, y spinosad fue estimado en base a aspersiones semanales y bisemanales, respectivamente.*

## CONCLUSIONES

Los resultados del segundo año de evaluación confirman que el tratamiento con el insecticida Spinosad en dosis de 40 ml de atrayente por árbol presentó un mayor rango de capturas de moscas en relación al insecticida Malatiòn.

El insecticida Spinosad con 20 ml de atrayente por árbol aplicado bisemanalmente, reducen hasta en un 40 % de infestaciòn de frutos con respecto al testigo regional (Malatiòn).

Las poblaciones totales de *A. ludens*. en la regiòn se reduce con la aplicaciòn del insecticida orgánico Spinosad además de que es más económico y orgánico.

## LITERATURA CITADA

- Aluja, M. 1993.** Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta (Diptera: Tephritidae). Editorial Trillas. México D. F. México 241 p.
- Aluja, M. 1994.** Bionomics and management of *Anastrepha*. Annu. Rev. Entomol. 39: 155-73.
- Aluja, M. 1996.** Future trends in fruit fly management, p.p. 309-320. In B. A. McPheron & G. J. Steck (eds). Fruit fly pests: World assessment of their biology and management. St Lucie Press, Del Ray Beach, F.L.
- Aphis. 2002.** Spinosad. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service. Plant Protection and Quarantine Factsheet. 3 pp.
- Baker, A.C., W.E. Stone, C.C. Plummer & M. McPhail. 1944.** A review of studies on the Mexican fruit fly and related Mexican species. USDA Misc. Pub. 531: 155 pp.
- Burditt. A.K 1998.** Western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae): Efficacy of homemade and commercial traps. J. Entomol. Soc. British Columbia 85: 53-57.
- Burns, R.E., D.L. Harris, D.S. Moreno, and J.E. Eger. 2001.** Efficacy of spinosad bait sprays to control mediterranean and caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial citrus in Florida. Fla. Entomol. 84(4): 672-678.
- Cabrera, M.H. y D.A. Ortega. 1992.** Distribución de las especies de *Anastrepha* en mango en México, pp 355. In: Memorias del XXVII Congreso Nacional

de Entomología.. Sociedad Mexicana de Entomología. San Luis Potosí, México.

**Campion, D.G. 1989.** Mating disruption, 89-119. In: A.R. Jutsum, and R.F.S. Gordon (eds.) Insect pheromones in plant protection. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.

**Cardé, R.T., and A.K. Minks. 1995.** Control of moth pests by mating disruption. *Ann. Rev. Entomol.* 40: 559-585.

**Daane, K.M., D.L. Dahlsten, S.H. Dreistadt. 1990.** Effects of Mediterranean fruit fly malathion bait spray on the longevity and oviposition of parasitoids of linden and tuliptree aphids (Homoptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 19: 1130-1134.

**David, C.T., and M.C. Birch. 1989.** Pheromones and insect behavior, 17-35. In: A.R. Jutsum, and R.F.S. Gordon (eds.) Insect pheromones in plant protection. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.

**DowElanco. 1994.** Spinosad Technical guide. DowElanco, Indianapolis, IN.

**Ehler, L.E., and P.C. Endicott. 1984.** Effect of malathion-bait sprays on biological control of insect pests of olive, citrus, and walnut. *Hilgardia* 52: 47-55.

**Elzen, G.W., P.J. Elzen, E.G. King. 1998.** Laboratory toxicity of insecticide residues to *Orius insidiosus*, *Geocoris punctipes*, *Hippodamia convergens*, and *Chrysoperla carnea*. *Southwest Entomol.* 23: 335-342.

**Hernández-Ortiz, V., y M. Aluja. 1993.** Lista preliminar de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomol. Mex.* 88: 89-105.

- Jutsum, A.R., R.F.S. Gordon. 1989.** Pheromones: Importance to insects and role in pest management, 1-13. In: A.R. Jutsum, and R.F.S. Gordon (eds.) Insect pheromones in plant protection. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.
- King, J.R., and M.K. Hennessey. 1996.** Spinosad bait for the caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). Fla. Entomol. 79(4): 526-531.
- Loera Gallardo, J., D.S. Moreno, E. Rosales Robles, M.A. Reyes Rosas, J.I. López-Arroyo, J.F. Luna Salas, y J.A. Mansur García. 2004.** Avances en el monitoreo y control de la mosca de la fruta, *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). Folia Entomológica Mexicana 43: 115-129.
- Lopez, F., D.L. Chambers, M. Sanchez, and H. Kamaki. 1969.** Control of the Mexican fruit fly by bait sprays concentrated at discrete locations. J. Econ. Entomol. 62: 1255-1257.
- Lorenzato, D. 1984.** Efficiency of bottles and attractants in the monitoring and control of fruit flies of the genus *Anastrepha* and *Ceratitis capitata*. Agron. Sulriograndense 20: 45-62.
- Mangan, R.L., and D.S. Moreno. 2002.** Application of insect behavior and population ecology to reduce risk of introduction and establishment of exotic fruit flies, pp. 243-270. In: G.J. Hallman, and C.P. Schwalbe (eds.) Invasive problems in agriculture. Problems and solutions. Science Pub. Inc. Enfield, NH, USA.
- Mangan, R.L., D.S. Moreno, and G. Thompson. 2006.** Bait dilution, Spinosad concentration, and efficacy of Gf 120 based fruit fly sprays. Crop Protection J. 25:125-133.
- Mason, P.G., M.A. Erlandson, R.H. Elliott, B.J. Harris. 2002.** Potential impact of spinosad on parasitoids of *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae) Canadian Entomol. 134:59-68.

**Michaud, J.P. 2003.** Toxicity of fruit fly baits to beneficial insects in citrus. 9 pp.  
J. Insect Science 3.8.

**Miles, M., and R. Dutton. 2000.** Spinosad- a naturally derived insect control agent with potential for use in glasshouse integrated pest management systems, pp. 339-344. In: Proceedings of the International Conference of the British Crop Protection Council, 13-16 November 2000. British Crop Protection Council, Farnham, UK.

**Moreno, D.S., D.L. Harris, R.E. Burns, and R.L. Mangan. 2000.** Novel chemical approaches for the control of fruit flies in citrus orchards. *In*: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference of the International Society of Citriculture. 3-7 December 2000. Florida.

**Moreno, D.S. and R.L. Mangan. 2002.** Bait matrix for novel toxicants for use in control of fruit flies, pp. 333-362. In: G.J. Hallman, and C.P. Schwalbe (eds.) Invasive problems in agriculture. Problems and solutions. Science Pub. Inc. Enfield, NH, USA.

**Moreno, D.S., A.J. Martinez, and M. Sanchez-Riviello. 1994.** Cyromazone effects on the reproduction of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in the laboratory and in the field . J. Econ. Entomol. 87: 202-211.

**Nakagawa, D., D. Suda, T. Urago, and E. J. Harris. 1971.** The repellent effect of high trimedlure concentrations in plastic traps to Mediterranean fruit fly in Hawaii. J. Entomol. 64: 762-763

**Norrbom, A.L., and K.C. Kim. 1988.** A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). USDA-APHIS Misc. Publ. 81-52, 114 pp.

**Organic Materials Review Institute. 2002.** Spinosad.  
[http://www.omri.org/spinosad\\_final.pdf](http://www.omri.org/spinosad_final.pdf).

**Peck, S.L., and G.T. McQuate. 2000.** Field tests of environmentally friendly malathion replacements to suppress wild Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 93: 280-290.

**Prokopy, R.J., N.W. Miller, J.C. Piñero, J.D. Barry, L.C. Tran, L. Orde, and R.I. Vargas. 2003.** Effectiveness of GF-120 fruit fly bait spray applied to border area plants for control of melon flies (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 96(5): 1485-1493.

**Raga, A., and M.E. Sato. 2005.** Effect of Spinosad bait against *Ceratitis capitata* (Wied.) and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. Neotropical Entomology 34(5):815-822.

**Rodhe, R.H; and M.R Sanchez. 1982.** Field evaluation of McPhail and gallon plastic tube traps against the Mexican fruit fly. Southwestern Entomologist 7: 98-100.

**Sanders, C.J. 1989.** The further understanding of pheromones: biological and chemical research for the future, 323-351. In: A.R. Jutsum, and R.F.S. Gordon (eds.) Insect pheromones in plant protection. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.

**SAGARPA. 2004.** [La Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta.](http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mx/portal/html/sanidad_vegetal/campanas_fitosanitarias/campana_nacional_contra_mosca_de_la_fruta.html)  
[http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mx/portal/html/sanidad\\_vegetal/campanas\\_fitosanitarias/campana\\_nacional\\_contra\\_mosca\\_de\\_la\\_fruta.html](http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mx/portal/html/sanidad_vegetal/campanas_fitosanitarias/campana_nacional_contra_mosca_de_la_fruta.html).

**SARH. 1992.** Estrategia nacional de mediano plazo (1992-1999) de desarrollo y promoción de exportaciones de Naranja. Cd. de México, Nov. de 1992. 38 pp.

**SARH. 1993.** Citricultura Mexicana Análisis y perspectivas. Dirección General de Política Agrícola, Sept. 1993.

**SARH, DGSV. 1993.** a) Moscas de la fruta. Boletín. Mayo 1993, Año II No. 2.

**SARH, DGSV. 1993.** b) Moscas de la fruta. Boletín. Agosto 1993, Año II No. 3

**Salinas, J. and LI. Wendel. 1999.** evaluation of Mexican fruit fly traps. **USDA APHIS PPQ CPHST.** Mission Plant Protection Center. Internal report, 4 pp.

**Sánchez, J.A. 1982.** evaluación de la efectividad de diferentes tipos de trampas para detectar poblaciones de la mosca Mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew). Agric. Tec. Mex. 8:39-47.

**Steyskal, G.C. 1997.** History and use of the McPhail trap. Fla Entomol. 60: 11-16.

**Shaw, J.G. 1955.** Poison-lure sprays for Mexican fruit fly. Calif. Citrogr. 40(5): 188-190.

**Sistema Integral de Información Agropecuaria Y Pesquera. 2006.** Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).  
[http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comdeanuadin.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeanuadin.html)

**Thomas, D.B., and R.L. Mangan. 2005.** Nontarget impact of Spinosad GF-120 bait sparys for control of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 98(6): 1950-1956.



- Thomson, W.T. 1998.** Animal plant derivatives, synthetic pyrethroids, and inorganic compounds. *In: Agricultural Chemicals. Book I insecticides.* 14<sup>th</sup> edition, Thomson Publications, CA, 270 pp.
- Tillman, P.G., J.E. Mulrooney. 2000.** Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *J. Econ. Entomol.* 93(6): 1638-1643
- Troetschler, R.G. 1983.** Effects of nontraget arthropos of malathion bait sprays used in California to eradicate the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Environ. Entomol.* 12: 1816-1822.
- Vargas, R.I., N.W. Miller, J.D. Stark. 2003.** Field trials of spinosad as a replacement for naled, ddvp, and malathion in methyl eugenol and cue-lure bucket traps to attract and kill male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 96(6): 1780-1785.
- Vargas, R.I., S.L. Peck, G.T. Mcquate, C.G. Jackson, J.D. Stark, and J.W. Armstrong. 2001.** Potential for areawide integrated management of mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. *J. Econ. Entomol.* 94(4): 817-825.
- White, I.M., and M.M. Elson-Harris. 1992.** Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. CAB, Wallingford, UK.
- Zwölfer, H.Z. 1983.** Life systems and strategies of resource expolotation in tephritids, pp. 16-30. In R. Cavalloro (ed.). *Fruit Flies of Economic Importance.* A. A. Balkeman.