

## Alternativas para el manejo de *Bemisia* spp. en berenjena (*Solanum melongena* L.), en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México

Alternatives for the management of *Bemisia* spp. in eggplant (*Solanum melongena* L.), in the Valley of Culiacan, Sinaloa, Mexico

**Alfredo GONZÁLEZ ACOSTA** , **Alfredo GONZÁLEZ CASTRO**, **Elio DEL POZO NÚÑEZ**, **Blas GALVÁN PIÑA**, **Consuelo DOMÍNGUEZ BARRADAS** y **Jorge Armando CARMONA RODRÍGUEZ**

Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carrera de Agronomía *Campus* Tuxpan. Carretera Tuxpan-Tampico Km. 7,5. Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, México.  
E-mail: [alfredoglezac@hotmail.com](mailto:alfredoglezac@hotmail.com)  Autor para correspondencia

Recibido: 11/09/2008      Fin de primer arbitraje: 02/03/2009      Primera revisión recibida: 22/05/2009  
Fin de segundo arbitraje: 30/07/2009      Segunda revisión recibida: 05/09/2009      Aceptado: 11/09/2009

### RESUMEN

Para el manejo de *Bemisia* spp. en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.), se evaluaron diferentes alternativas, entre ellas, los insecticidas químicos: endosulfan, malathion, dimetoato y metamidofos; los bioplaguicidas: *Paecilomyces fumosoroseus*, *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana*; los extractos vegetales: *Tagetes erecta*, *Azadirachta indica* y *Allium* sp.; aceites minerales: Saf-t-side y Nu-film y la liberación de depredadores: *Chrysoperla carnea*, y *Cycloneda sanguinea*, en los ciclos 2002-2003 y 2003-2004. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, evaluando las poblaciones de adultos, ninfas, y huevos a través de análisis de varianza y una prueba de comparación de medias. Los productos se aplicaron una vez por semana y se hicieron 10 aplicaciones semanales para cada uno de los ciclos y se tomaron los datos de campo y laboratorio dos días después de cada aplicación. En ambos ciclos, siguiendo al testigo en cuanto a población de adultos, estuvo el tratamiento con depredadores, que difirió estadísticamente de los demás; después siguieron los hongos entomopatógenos, insecticidas químicos y los extractos y aceites, sin diferencias entre ellas. En ninfas, en cada año, el menor efecto se observó en el tratamiento con depredadores, pero con diferencia significativa con los demás tratamientos, a continuación, se ubicó a extractos y aceites, y por último, los insecticidas químicos y hongos entomopatógenos. En la etapa de huevecillo, el efecto de los insectos depredadores difirió significativamente de todos los demás tratamientos, los cuales no difirieron entre sí en ambos ciclos. Se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el número adultos, ninfas y huevos de mosca blanca por hoja. Los resultados de este ensayo demuestran que todos los tratamientos difirieron estadísticamente del testigo y que reducen las poblaciones de mosca blanca, por lo que pueden utilizarse exitosamente como alternativa en el manejo integrado de esta plaga.

**Palabras claves:** *Bemisia* spp., *Solanum melongena*, extractos de plantas, hongos entomopatogenos.

### ABSTRACT

To manage *Bemisia* spp. in eggplant (*Solanum melongena* L.) crop, different alternatives were evaluated: endosulfan, malathion, dimetoato and metamidofos; entomopathogenic fungi based insecticides such as *Paecilomyces fumosoroseus*, *Lecanicillium lecanii* and *Beauveria bassiana*; vegetal extracts: *Tagetes erecta*, *Azadirachta indica* and *Allium* sp.; mineral oils: Saf-t-side and Nu-film; predators: *Chrysoperla carnea* and *Cycloneda sanguinea* release and an and a blank treatment. The study site was localized in the Valley of Culiacan, Sinaloa, Mexico, during the 2002-2003 and 2003-2004 cycles. A randomly complete block design with four replicates was used, assessing differences among populations of adults, nymphs and eggs, through analysis of variance and a test for comparison of means. Ten weekly applications were made for each growth cycle and laboratory data were recorded two days after each application; the products were applied once a week. In both cycles, adult populations in the blank treatment were similar to those found using predators, but there were significant differences between predators and all the other treatments; the entomopathogenic fungi, chemical insecticides, vegetal extracts, and mineral oils showed no differences between them. Each year a minor, but significant effects were observed due to the different predator species over the nymph population, followed by plant extracts and mineral oil, while in the last place were chemical insecticides and entomopathogenic fungi. In the egg stage, the effect of predators was significantly different from the other treatments, which did not differ significantly between them in both crop cycles. There were highly significant differences between treatments for adults, nymphs an eggs numbers per leaf. This essay reports that all

treatments applied were different from the blank treatment and consequently these can be used as an alternative to decrease the white fly populations in the eggplant fields, for an integrated management of this pest.

**Key words:** *Bemisia* spp., *Solanum melongena*, plant extracts, enthomopathogenic fungi

## INTRODUCCIÓN

El estado de Sinaloa es el principal productor de hortalizas a nivel nacional y el de mayor exportación a los mercados internacionales. Las hortalizas tienen gran relevancia, debido a la significativa superficie que se siembra, a los importantes ingresos en divisas que genera al país y a la gran cantidad de mano de obra rural que emplea (CAADES, 2001). A nivel mundial, en el 2003 se sembraron 1597966 ha de berenjena con una producción 28913000 t y un rendimiento promedio 18,09 t.ha<sup>-1</sup>. Durante la temporada agrícola 2003, la superficie sembrada de berenjena a nivel nacional fue de 2 000 ha, con un rendimiento promedio de 28 t.ha<sup>-1</sup> (FAO, 2004).

El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.) es atacado por una gran cantidad de insectos nocivos que están considerados entre los principales factores limitantes de la producción. De este complejo de especies, las “mosquitas blancas” (*Bemisia* spp.) son una de las plagas que más impacto han causado en los últimos años en el mundo (CAB International, 2004). Estos insectos ocasionan en las plantas dos tipos de daños; el directo lo producen al alimentarse de las plantas provocando incluso la muerte y decoloración del fruto por efecto de toxinas que transmiten las ninfas, y el indirecto, por ser vectores de más de 60 enfermedades que se presentan en diversos cultivos, principalmente en las hortalizas, y otra forma por la obstrucción del proceso fotosintético de las plantas al depositar grandes cantidades de mielecilla en el follaje, la cual sirve de sustrato a un complejo de especies de hongos saprofitos causantes de la “fumagina”. En el norte del estado de Sinaloa en 1994, estos insectos causaron pérdidas por casi 10 millones de dólares (Avilés *et al.*, 2004).

El intenso uso de plaguicidas organosintéticos ha traído como consecuencia grandes inconvenientes como la inducción de resistencia en plagas, la alteración del equilibrio dinámico de los ecosistemas terrestres y acuáticos, el surgimiento de nuevas plagas y el incremento en los costos de producción ( Soto *et al.*, 2000).

En los últimos años, la necesidad de controlar las plagas de insectos en los cultivos, entre ellos la berenjena, y el interés por minimizar el impacto negativo de los insecticidas sintéticos, ha obligado a buscar nuevas alternativas, basadas en el uso de extractos vegetales y aceites minerales, hongos entomopatógenos, depredadores, parasitoides, y otros (Rodríguez, 2000; Mareggiani, 2001).

Con base a lo anterior, se planteó el presente estudio con el siguiente objetivo: evaluar la efectividad técnico-económica de diferentes estrategias de manejo, basadas en diferentes medidas biorracionales e insecticidas sintéticos, en la regulación de las poblaciones de *Bemisia* spp. en el cultivo de berenjena, en condiciones de campo, en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el campo agrícola “San Nikos”, en el valle de Culiacán, ubicado en el km. 10 de la carretera a “La 20” durante los ciclos 2002-2003 y 2003-2004.

La preparación del terreno, planteo, riego, fertilización, labores de cultivo, eliminación de malezas, colocación de estación, hilado y corte de frutos se realizaron en forma convencional, de la manera acostumbrada por el agricultor. El transplante se realizó de manera manual, con plántulas de 50 días de edad, de 15 cm de altura y un desarrollo vigoroso y uniforme. Se dispusieron en surcos con una separación entre ellos de 2 m y una separación entre plantas de 0,5 m, para obtener una densidad de 10 000 plantas/ha. En el ciclo 2002-2003 el transplante se realizó el 20 de octubre de 2002, y en el ciclo 2003-2004, el 21 de noviembre de 2003.

En el campo se establecieron parcelas con 8 m de largo por 10 m de ancho con una separación entre parcelas de 1,50 m. La superficie por parcela fue de 80 m<sup>2</sup>. Como parcela útil se consideró cinco surcos y se tomaron los tres centrales, de cada unidad experimental para las diferentes evaluaciones. Los tratamientos se evaluaron en una distribución en bloques al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

En ambos experimentos, los tratamientos consistieron en cinco estrategias diferentes para el control de *Bemisia* spp.:

1. Aplicaciones de los insecticidas químicos convencionales de mayor uso en la región.
2. Aplicaciones con bioplaguicidas basados en hongos entomopatógenos.
3. Aplicaciones con extractos vegetales y aceites minerales.
4. Liberaciones de los depredadores *Cycloneda sanguinea* y *Cycloneda carnea*.
5. Sin aplicaciones de ningún tipo (Testigo).

Alrededor de toda el área del experimento se colocó una barrera de *Tagetes erecta*- *Sorghum bicolor* una semana antes del transplante de la berenjena.

Los productos utilizados en las aplicaciones son los que se muestran en el Cuadro 1. La selección de uno u otro plaguicida para cada aplicación se basó en la presencia de los organismos nocivos al cultivo. Las aplicaciones se realizaron con una frecuencia semanal, a partir del 17 de enero de 2003 en la campaña 2002-2003, y a partir del 1 de febrero de 2004 en la campaña 2003-2004.

Se evaluó el efecto de las alternativas utilizadas sobre las poblaciones de las diferentes fases de desarrollo de *Bemisia* spp., así como sobre el

rendimiento del cultivo y algunos indicadores económicos del proceso productivo.

### 1. Efecto sobre las poblaciones de *Bemisia* spp.

Para la evaluación del efecto de las diferentes alternativas sobre las poblaciones de la mosca blanca se hicieron diez muestreos con frecuencia semanal, a partir del 19 de enero de 2003 en el ciclo 2002-2003, y del 3 de febrero de 2004 en el ciclo 2003-2004, siempre 2 d después de la aplicación correspondiente a cada semana, y en el horario de 6:00 a 8:00 am. En los tres surcos centrales de cada parcela (área útil) se descartó 1 m en sus extremos, quedando 12 plantas para la evaluación por cada surco, 36 en la parcela. De ellas, se seleccionaron al azar cuatro plantas por surco, realizándose la observación en una hoja del tercio apical de la planta, registrándose el número de adultos presentes. A continuación, dichas hojas fueron cortadas y colocadas en bolsas de papel para su traslado al Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad Autónoma de Sinaloa en donde se realizó la cuantificación de huevos y ninfas de la mosca blanca con la ayuda de un microscopio estereoscópico con un aumento de 80X. Los resultados de las evaluaciones se expresaron como número de individuos por hoja. Los datos de la población de huevos, ninfas y adultos, para su análisis estadístico se transformaron según la expresión  $x^{1/2}$ . Para cada una de los estadios, con los promedios de las poblaciones de las 10 evaluaciones realizadas en

Cuadro 1. Productos usados como parte de las alternativas de manejo de mosca blanca (*Bemisia* spp.) en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México (Años 2003 y 2004).

| Producto                                   | Dosis (i.a)<br>(g.ha <sup>-1</sup> ) | Dosis (PC)<br>(L.ha <sup>-1</sup> ) | No. de<br>aplicaciones |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Endosulfan (Thiodan 35% C.E.)              | 350                                  | 1,0                                 | 3                      |
| Malathion (Malathion 500 C.E.)             | 500                                  | 1,0                                 | 3                      |
| Dimetoato (Anagor 400 C.E.)                | 400                                  | 1,0                                 | 2                      |
| Metamidofos (Tamaron 600 C.S.)             | 600                                  | 1,0                                 | 2                      |
| <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (PAE-SIN) | 3,6 x 10 <sup>12</sup> †             | 1,5                                 | 4                      |
| <i>Beauveria bassiana</i> (BAE-SIN)        | 1,8 x 10 <sup>12</sup> †             | 1,5                                 | 4                      |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> (VERTI-SIN)   | 1,8 x 10 <sup>12</sup> †             | 1,5                                 | 2                      |
| E. de <i>Tagetes</i> (Extrnatural)         | 970                                  | 1,0                                 | 2                      |
| A. mineral (Saf-T-Side)                    | 800                                  | 1,0                                 | 2                      |
| A. mineral (Nu-Film)                       | 960                                  | 1,0                                 | 2                      |
| E. de Neem (Protector 4x)                  | 970                                  | 1,0                                 | 2                      |
| E. de Ajo (Biogarlic)                      | 970                                  | 1,0                                 | 2                      |
| <i>Cycloneda carnea</i>                    | 5 000 ‡                              | -                                   | 10                     |
| <i>Cycloneda sanguinea</i>                 | 5 000 ‡                              | -                                   | 10                     |

† Conidias.ha<sup>-1</sup> ‡ Individuos.ha<sup>-1</sup>

ambos experimentos, se realizaron análisis de varianza de clasificación doble, comparándose las medias mediante la Prueba de Tukey, al 5%. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico del SAS versión 6,12 (Ray, 1982). Además, para cada una de las fases del insecto, para cada ciclo productivo, se elaboraron gráficos de líneas con los valores de la población en los diferentes momentos de evaluación en las distintas alternativas evaluadas.

## 2. Efecto sobre los rendimientos del cultivo

Para evaluar el efecto de las alternativas empleadas sobre los rendimientos del cultivo, se registró cuidadosamente la producción obtenida en los tres surcos centrales (área útil) de cada unidad experimental, en los 40 cortes que en total se hicieron a los campos en ambas campañas. Dichos cortes comenzaron, para el caso del ciclo 2002-2003 a partir del 20 de enero de 2003, mientras que para el ciclo 2003-2004, comenzaron el 31 de enero de 2004. Se realizaron dos cortes semanales. Los frutos obtenidos fueron depositados en bultos (cajas) y se clasificaron según las especificaciones y formatos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Sinaloa, México, y de la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES, 2001), donde las categorías se establecen en base al tamaño y al número de frutos necesarios para llenar un bulto de 35 lb (16 kg). Estas categorías son las utilizadas en México y Estados Unidos. Para los rendimientos se tomaron en consideración solo los frutos con calidad exportable. Los datos, finalmente, se expresaron en t.ha<sup>-1</sup>, y fueron sometidos, en forma independiente para cada ciclo, a análisis de varianza de clasificación doble, comparándose las medias mediante la Prueba de Tukey, al 5%. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS versión 6.12 (Ray, 1982).

## 3. Valoración económica

Teniendo como base los rendimientos del cultivo en frutos con calidad exportable, en los dos experimentos, se realizó a través de las siguientes expresiones:

$$VP = PU \times RF$$

Donde:

VP = Valor de la producción (\$.ha<sup>-1</sup>)

PU = Precio unitario (\$.t<sup>-1</sup>)

RF = Rendimiento de frutos (t.ha<sup>-1</sup>)

$$CP = \sum GIP$$

Donde:

CP = Costos de producción (\$.ha<sup>-1</sup>)

$\sum$  GIP = Gastos incurridos para la producción (\$.ha<sup>-1</sup>)

$$GN = VP - CP$$

GN = Ganancia neta (\$.ha<sup>-1</sup>)

VP = Valor de la producción (\$.ha<sup>-1</sup>)

CP = Costos de producción (\$.ha<sup>-1</sup>).

$$B/C = \frac{GN}{CP}$$

B/C = Relación Beneficio/Costo

GN = Ganancia neta (\$.ha<sup>-1</sup>)

CP = Costos de producción (\$.ha<sup>-1</sup>)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Efecto sobre las poblaciones de *Bemisia* spp.

Cuando se evaluó el efecto de las diferentes alternativas de manejo sobre las poblaciones de huevos de *Bemisia* spp. en condiciones de campo, para ambos años, los análisis de varianza de clasificación doble efectuados con los datos del promedio de las diez evaluaciones realizadas, evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos en los experimentos se muestran en la Figura 1. En ambos años, las cuatro alternativas empleadas difirieron estadísticamente del testigo en relación al número de huevos de la mosca blanca por hoja de berenjena. La variante donde se utilizaron solo los insectos depredadores difirió significativamente de todas las demás, que no difirieron entre sí.

Las alternativas donde se utilizaron insecticidas químicos, hongos entomopatógenos y los extractos vegetales y aceites minerales fueron similares estadísticamente, y lograron niveles poblacionales de huevos relativamente bajos, sobre todo en el año 2003. En general, las poblaciones de huevos en el año 2003 fueron inferiores a las del 2004, lo que puede explicarse por el hecho de que en

este último, el cultivo se estableció un mes más tarde, por lo que se desarrolló en un período más propicio para el desarrollo de la mosca blanca.

Los análisis estadísticos con los datos de la población de ninfas, para ambos ciclos, también mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2.

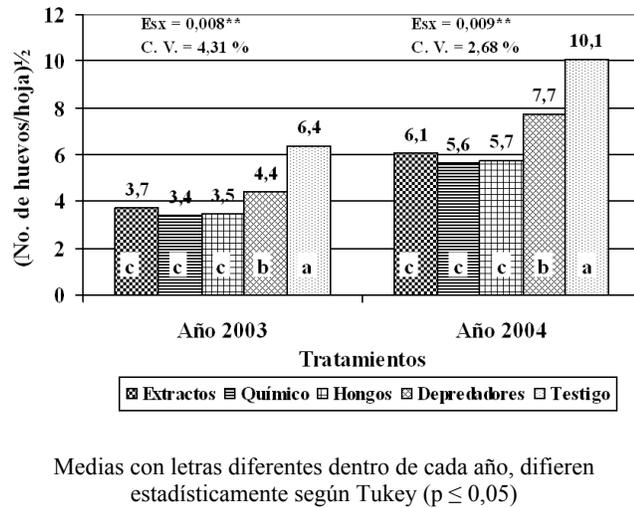


Figura 1. Cantidad de huevos/hoja de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) en campo en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en las distintas alternativas de manejo en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México.

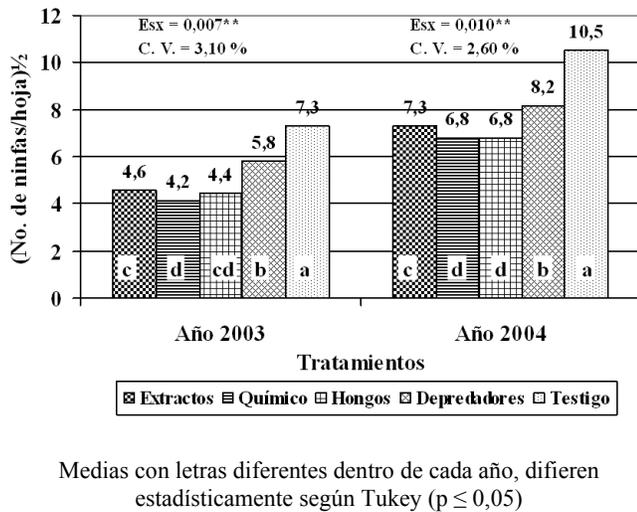


Figura 2. Cantidad de ninfas/hoja de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) en campo en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en las distintas alternativas de manejo en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México.

Aunque no se compararon estadísticamente ambos años, en el caso de las ninfas también se registraron poblaciones mayores en el 2004 con relación al 2003. Dentro de cada año, todas las variantes evaluadas difirieron estadísticamente del testigo, y se observó el menor efecto de regulación de la población de ninfas en la variante con depredadores, con diferencia significativa con relación a los demás tratamientos. A continuación, se ubicó la variante con extractos y aceites, y por último, la de insecticidas químicos y hongos entomopatógenos, que resultaron estadísticamente similares.

Los análisis de varianza que se realizaron con los datos de la población de adultos, pusieron de manifiesto diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en los dos ciclos productivos evaluados. En la Figura 3 se muestran los resultados de ambos ensayos. Al igual que en el caso de los huevos y las ninfas, dentro de cada año, todas las variantes evaluadas difirieron estadísticamente del testigo, en el cual se alcanzaron poblaciones promedios de más de 40 insectos por hoja en el año 2003 y de más de 100 insectos por hoja en el año 2004.

En ambos años, siguiendo al testigo en cuanto a población de adultos estuvo la variante con depredadores, que difirió estadísticamente de las demás variantes, y a continuación se ubicaron los tratamientos a base de hongos entomopatógenos,

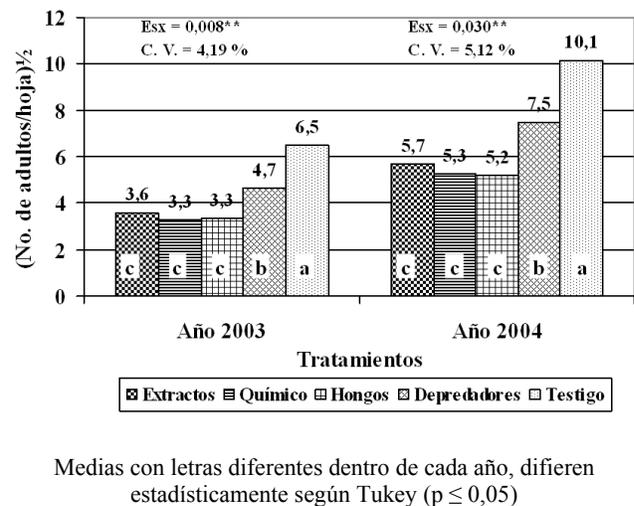


Figura 3. Cantidad de adultos/hoja de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) en campo en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en las distintas alternativas de manejo en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México.

insecticidas químicos y los extractos y aceites, sin diferencias entre ellas. En estas últimas, las poblaciones de adultos fueron casi cuatro veces más bajas que en el testigo, tanto en el año 2003, como en el 2004. Farman *et al.*, (2006) señalaron que los adultos de la mosca blanca son controlados con insecticidas organosintéticos como el endosulfan, el metamidofos y el malathion y mostraron buena respuesta al efecto acumulativo de los diferentes tratamientos químicos en el tiempo (3 d después de la aplicación).

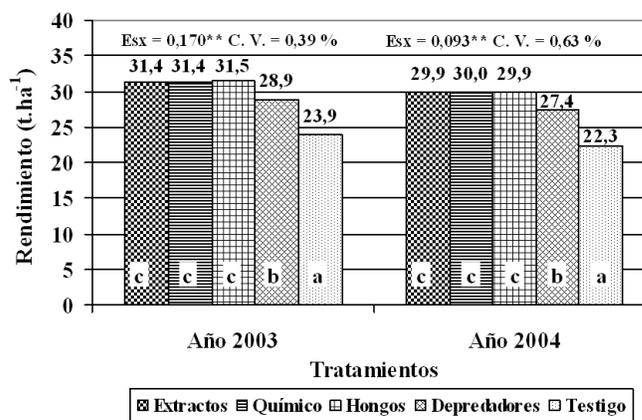
En el caso de las aplicaciones de hongos entomopatógenos se demostró el efecto que pueden tener sobre las poblaciones de mosca blanca, como lo indican Faria *et al.* (2001). Piron y Lacordaire (2006), han informado que *B. bassiana*, *P. fumosoroseus* y *L. lecanii*, ejercen un control eficiente de moscas blancas y presentan un comportamiento muy similar. Al evaluarse su patogenicidad sobre ninfas de *Bemisia* spp. se comprobó que causaron una mortalidad de 10 a 89 % lo que los convierte en buenos candidatos para el desarrollo de insecticidas biológicos para el control de este fitófago. El tratamiento de extractos vegetales y aceites minerales reguló las poblaciones de mosca blanca de manera eficiente, resultado este que corrobora los obtenidos por Paula y Bleicher (2003) y Aguiar *et al.* (2003), quienes también trabajaron con extractos de plantas y encontraron un buen efecto de control, y comprobaron una acción antialimentaria y ovidora por parte de los mismos. Mientras que Mote y Shivu (2003) concluyeron que productos similares, también en berenjena, en la India, tenían un efecto moderado sobre los insectos chupadores, incluyendo *B. tabaci*. Los extractos de Neem también han sido utilizados en combinación con insecticidas químicos como el endosulfan, con buenos resultados (Mann *et al.*, 2001). La liberación de depredadores concuerda con lo que refieren, Arcos *et al.* (1998), en relación a que existen varias especies de depredadores importantes por su acción sobre diversas especies de mosca blanca, destacándose las familias Chrysopidae y Coccinellidae, y dentro de ellas, las especies *C. carnea* y *C. sanguinea*, respectivamente.

## 2. Efecto sobre los rendimientos del cultivo

El análisis estadístico realizado dio como resultado diferencias altamente significativas entre los tratamientos, para ambos años. En la Figura 4. se muestran los resultados de ambos experimentos.

Como puede apreciarse en las diferentes alternativas evaluadas, en los dos ciclos productivos los rendimientos de fruta exportable fueron superiores al testigo donde no se aplicó ningún producto, destacándose los extractos vegetales y aceites minerales, los insecticidas químicos y los hongos entomopatógenos, donde se lograron valores de rendimiento estadísticamente similares entre sí, pero que difirieron de los obtenidos, donde solo se usaron insectos depredadores.

En el año 2003 se obtuvieron rendimientos ligeramente superiores a los logrados en el 2004, lo cual pudiera explicarse por el hecho de que en el primer caso el período en que se desarrolló el ensayo fue el óptimo para el cultivo, mientras que en el segundo, el transplante se realizó un mes más tarde. Los rendimientos obtenidos en los experimentos son superiores al promedio mundial para el cultivo (18,09 t.ha<sup>-1</sup>), y al promedio para México (28 t.ha<sup>-1</sup>), informados para el año 2003 (FAO, 2004), y muy similares a los mencionados por Rashid *et al.* (2003) cuando evaluaron diferentes estrategias de protección dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de berenjena en Bangla Desh, donde se alcanzaron rendimientos de alrededor de 30 t.ha<sup>-1</sup>. Debe señalarse que en este trabajo se cuantificó solo la fruta con calidad de exportación, desechándose la restante, la cual puede tener salida en el mercado nacional y para alimentación animal.



Medias con letras diferentes dentro de cada año, difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Figura 4. Rendimiento (t/ha) de berenjena (*Solanum melongena* L.) (calidad de exportación) en las distintas alternativas de manejo de mosca blanca (*Bemisia* spp.) en campo en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México.

### 3. Valoración económica

En los Cuadros 2 y 3 pueden apreciarse algunos indicadores técnico-económicos calculados a partir de los experimentos de campo, en 2003 y 2004, respectivamente, en comparación con los obtenidos por el productor en campos comerciales de berenjena. Se destaca que en todas las variantes empleadas, incluyendo el testigo y la producción comercial, se obtuvo una relación beneficio/costo favorable. El ordenamiento de las alternativas de acuerdo al valor de la relación beneficio/costo, para el 2003, fue: químicos > hongos entomopatógenos > extractos y aceites > depredadores > testigo > productor; mientras que para el 2004 fue: químicos > extractos y aceites > hongos entomopatógenos > depredadores > productor > testigo. En ambas campañas, los valores obtenidos para la alternativa química, la de hongos entomopatógenos y la de extractos vegetales, son similares. El resultado logrado con la alternativa química puede deberse a que en los experimentos se utilizaron insecticidas muy tradicionales (endosulfan, dimetoato, malation y metamidofos), los cuales resultan muy baratos en el mercado, en comparación con los bioplaguicidas basados en hongos entomopatógenos y los productos derivados de extractos vegetales y aceites minerales (Rashid *et al.*, 2003). Los indicadores técnico-económicos obtenidos en este trabajo corroboran lo encontrado

por Alam *et al.* (2003) y Rashid *et al.* (2003) con relación a que es posible obtener buenos resultados productivos y económicos en el cultivo de la berenjena cuando se aplican estrategias de protección de plantas en que no se depende de la lucha química convencional, con plaguicidas de amplio espectro. Con estos resultados se demostró que las alternativas evaluadas, no solo logran reducir las poblaciones de *Bemisia* spp. en el cultivo de berenjena en las condiciones del valle de Culiacán, sino que permiten obtener de producciones de calidad, con altos rendimientos e indicadores económicos favorables, equivalentes a los del control químico convencional.

### CONCLUSIONES

Para las condiciones del Valle de Culiacán, Sinaloa, México, las alternativas para el manejo de *Bemisia* spp. en el cultivo de la berenjena, basadas en aplicaciones semanales de los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, *P. fumosoroseus* y *L. lecanii*, o en aplicaciones semanales de extractos vegetales y aceites minerales, combinadas con barreras biológicas de *Tagetes*-sorgo, no solo reducen las poblaciones del fitófago en forma sostenida, sino que permiten el logro de producciones de calidad, con altos rendimientos e indicadores económicos favorables, equivalentes a los del control químico convencional.

Cuadro 2. Indicadores técnico-económicos del cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en las distintas alternativas de manejo de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) en campo en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. Año 2003.

| Tratamiento  | Rendimiento de frutos (t.ha <sup>-1</sup> ) | Valor de la producción (\$·ha <sup>-1</sup> ) | Costo de producción (\$·ha <sup>-1</sup> ) | Ganancia neta (\$·ha <sup>-1</sup> ) | Relación Beneficio/Costo |
|--------------|---|---|--|--------------------------------------|--------------------------|
| Químico      | 31,53                                       | 145 465,38                                    | 40 589,00                                  | 104 876,38                           | 2,58                     |
| Extractos    | 31,38                                       | 145 373,25                                    | 41 477,00                                  | 103 896,25                           | 2,50                     |
| Hongos       | 31,49                                       | 145 889,15                                    | 41 239,00                                  | 104 650,15                           | 2,53                     |
| Depredadores | 28,85                                       | 133 654,95                                    | 42 739,00                                  | 90 915,95                            | 2,13                     |
| Testigo      | 23,94                                       | 110 918,50                                    | 39 539,00                                  | 71 379,50                            | 1,80                     |
| Productor    | 29,27                                       | 135 608,00                                    | 49 539,00                                  | 86 069,00                            | 1,73                     |

Cuadro 3. Indicadores técnico-económicos del cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en las distintas alternativas de manejo de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) en campo en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. Año 2004.

| Tratamiento  | Rendimiento de frutos (t.ha <sup>-1</sup> ) | Valor de la producción (\$·ha <sup>-1</sup> ) | Costo de producción (\$·ha <sup>-1</sup> ) | Ganancia neta (\$·ha <sup>-1</sup> ) | Relación Beneficio/Costo |
|--------------|---|---|--|--------------------------------------|--------------------------|
| Químico      | 29,97                                       | 138 813,95                                    | 39 206,50                                  | 99 607,45                            | 2,54                     |
| Extractos    | 29,93                                       | 138 629,70                                    | 40 019,50                                  | 98 610,20                            | 2,46                     |
| Hongos       | 29,89                                       | 138 463,88                                    | 40 031,50                                  | 98 432,38                            | 2,45                     |
| Depredadores | 27,39                                       | 126 837,70                                    | 41 231,50                                  | 85 606,20                            | 2,07                     |
| Testigo      | 22,31                                       | 103 364,25                                    | 38 031,50                                  | 65 332,75                            | 1,72                     |
| Productor    | 28,57                                       | 132 365,20                                    | 46 031,50                                  | 86 333,70                            | 1,87                     |

## LITERATURA CITADA

- Aguiar, A.; D. C. Kass, G. A. Mora and L. Hilje. 2003. Feeding deterrence of three vegetable extracts on *Bemisia tabaci* adults. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 68: 62-70.
- Alam, S. N.; M. A. Rashid, F. M. A. Rouf, R. C. Jhala, J. R. Patel, S. Satpathy, T. M. Shivalingaswamy, S. Rai, I. Wahundeniya, A. Cork, C. Ammaranan and N. S. Talekar. 2003. Development of an integrated pest management strategy for eggplant fruit and shoot borer in South Asia. Shanhua, Taiwan: AVRDC—the World Vegetable Center. Technical Bulletin No. 28. AVRDC Publication No. 03-548, 56 p.
- Arcos, C. G.; J. H. Hernández, D. H. Uriza, O. P. Pozo y A. O. Olivera. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la Planicie Costera del Golfo de México. SAGAR. INIFAP. Centro de Investigaciones Regional Golfo Centro de Investigación Regional Noroeste, 206 p.
- Avilés, G. M.; C. U. Nava, T. J. Garzón, P. J. J. Wong y V. J. Pérez. 2004. Manejo integrado de la mosquita blanca *Bemisia* sp. en tomate para consumo en fresco. Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle de Culiacán INIFAP, 76 p.
- CAB International, 2004. Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CAB International.
- Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES). 2001. Información Estadística. Departamento de la CIDH.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2004. FAOSTAT Statistical Database 2004. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Faria, M.; S. P. Wraight and S. E. Naranjo. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop Protection* 20 (9): 767-778.
- Farman, U.; A. F. Baloch and H. Badshah. 2006. Studies on varietal resistance and chemical control of whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) in cotton. *Journal of Biological Sciences* 6 (2): 261-264.
- Mann, G. S.; G. S. Dhaliwal and A. K. Dhawan. 2001. Effect of alternate application of neem products and insecticides on population of *Bemisia tabaci* Gennadius and its impact on bollworm damage in upland cotton. *Annals of Plant Protection Sciences* 9 (1): 22-25.
- Mareggiani, G. 2001. Manejo de insectos plagas mediante sustancias semioquímicas de origen vegetal. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 60: 22-30.
- Mote, U. N. and B. Shivu. 2003. Efficacy of chemical and non-chemical insecticides against major pests of brinjal in kharif season. *Journal of Applied Zoological Researches* 14 (1): 54-56.
- Paula, F. L. and E. Bleicher. 2003. Evaluation of the effect of different types of vegetable oils on whitefly control, on melon. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 68: 53-56.
- Piron, M. and A. I. M. Lacordaire. 2006. *Lecanicillium lecanii* Ve6: insecticida biológico contra Aleyrodidae. *Phytoma* 591: 42-44.
- Rashid, M. A.; S. N. Alam, F. M. A. Rouf and N. S. Talekar. 2003. Socio-economic parameters of eggplant pest control in Jessore District of Bangladesh. Shanhua, Taiwan: AVRDC-the World Vegetable Center. AVRDC Publication No. 03-556, 29 pp.
- Ray, A. A. 1982. SAS user's guide. Statistics. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- Rodríguez, H. C. 2000. Plantas contra plagas. Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. RAAPAN. RAAA. México, 133 pp.
- Soto, R. M.; B. I. Juárez and Y. Jasso. 2000. Evaluación insecticida de *Parthenium incanum* y de *Zinnia* spp. en *Sitophilus zeamais*. Memorias del IV Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México, p. 75-79.