

Barreras físicas y biológicas como alternativa de control de mosca blanca (*Bemisia* spp.) en berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México

Biological and physical barriers as control alternative of whitefly (*Bemisia* spp.) in eggplant (*Solanum melongena* L.) at the Culiacan Valley, Sinaloa, México

Alfredo González Acosta, Elio M. del Pozo Núñez, Blas Galván Piña, Alfredo González Castro y Julio César González Cárdenas *

Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carrera de Agronomía, Campus Tuxpan. Carretera Tuxpan-Tampico Km. 7,5. Teléfono: 01 783 83 4 43 50. Tuxpan de R. Cano, Veracruz, México. Email: alfredoglezac@hotmail.com y juceglez@yahoo.com.mx * Autor para correspondencia

Recibido: 16/08/2006

Fin de arbitraje: 07/11/2006

Revisión recibida: 23/11/2006

Aceptado: 05/12/2006

RESUMEN

Se establecieron barreras biológicas y físicas en *Solanum melongena* L. para estudiar el efecto contra *Bemisia* spp. Las barreras fueron: *Tagetes*-sorgo, *Tagetes*, trampa amarilla, y sorgo. El trabajo se realizó en la agrícola San Nicos Ubicado en el km 10, carretera la 20 en el valle de Culiacán, Sinaloa, México en el ciclo 2001-2002, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con submuestras con cinco repeticiones y se evaluaron las variables de población de adultos, ninfas y huevecillos a través del análisis de varianza convencional y pruebas de comparación de medias por el método de Tukey. Se tomaron los datos de campo y laboratorio durante cinco semanas en las fechas, 25 de Marzo, 01, 08, 15 y 22 de Abril del 2002. En los adultos fue mejor la barrera de *Tagetes*-sorgo en las cinco fechas, después la trampa amarilla y *Tagetes* y en último lugar el sorgo. En las ninfas, el primer lugar lo ocupó *Tagetes*-sorgo, en segundo lugar la trampa amarilla que no difieren con *Tagetes* y sorgo. En huevecillos, el primer lugar lo ocupó *Tagetes*-sorgo, el segundo lugar la trampa amarilla, *Tagetes* y sorgo. La barrera biológica, *Tagetes*-sorgo fue la mejor. La barrera *Tagetes*-sorgo, ayuda a bajar las poblaciones de mosca blanca y puede utilizarse exitosamente como una alternativa de control dentro del manejo integrado de plagas.

Palabras clave: Barreras vivas, *Bemisia* spp., *Solanum melongena*, barreras físicas

ABSTRACT

Physical and biological barriers were established in a *Solanum melongena* (L.) crop to study the effect against *Bemisia* spp. The barriers were: *Tagetes*-sorghum, *Tagetes*, yellow traps and sorghum. The study was conducted in the San Nicos farm located in km 10, road 20 at the Culiacan Valley, Sinaloa, Mexico during the agricultural cycle 2001-2002. A randomized complete block design with subsampling and five replications was used. Populations of adults, nymphs and eggs were evaluated. Analysis of variance and tests for mean comparisons were used. Data in the field and laboratory were taken during five weeks on March 25, and April, 1, 8, 15 and 22. In the adult stage, the barrier *Tagetes*-sorghum was the best treatment during the five dates, the next best treatment was the yellow treatment and *Tagetes* and the last treatment was sorghum. In the nymph stage, the best treatment was *Tagetes*-sorghum, while in second place were the yellow traps which were not significantly different from *Tagetes* and sorghum. In the egg stage, the first place was *Tagetes*-sorghum, in second place yellow traps, followed by *Tagetes* and sorghum. The biological barrier *Tagetes*-sorghum was the best and helped to reduce the whitefly populations, therefore it can be used successfully as an alternative in pest integrated management.

Key words: Biological barriers, *Bemisia* spp., *Solanum melongena*, physical barriers.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Sinaloa, México en la temporada agrícola 1999-2000, la producción nacional de berenjena fue de 39.592 toneladas. En el estado este cultivo ocupa el quinto lugar con respecto a la superficie sembrada y desde 1997 al 2000, la

superficie sembrada se incrementó de 960 a 2.237 ha (CAADES, 2001).

El cultivo de berenjena es atacado por una gran cantidad de insectos plagas que son considerados entre los principales factores limitantes de la producción. Las plagas más importantes que lo atacan son *Myzus persicae* (Sulzer), *Heliothis* spp., *Trichobaris mucorea*

(LeConte), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Bemisia argentifolii* (Bellows y Perring) y *Leptinotarsa undecimlineata* (Salt) (Angulo *et al.*, 1994; Alfaro, 1999).

El control químico es la estrategia más comúnmente utilizada en la agricultura para controlar a las plagas debido a su rápida acción, amplio espectro y persistencia en el entorno. Estas características aunadas a su relativa facilidad de aplicación, proporcionaron un método de control efectivo, simple y económico. Sin embargo, el abuso en la utilización de estos productos ha provocado la resistencia en los insectos con lo que ha sido necesario el empleo de dosis cada vez mayores, incrementándose así los efectos negativos para el medio ambiente y los riesgos para la salud humana (Whalon y Norris, 1999).

En los últimos años en el cultivo de berenjena y otros cultivos se ha fomentado la idea de minimizar el impacto negativo de los insecticidas por lo que se vienen implementando diferentes estrategias basadas en el uso de extractos vegetales y minerales, hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides (Metcalf y Luckmann, 1994; Boucias y Pendland, 1998; Rodríguez, 2000) como elementos principales del manejo integrado de plagas con el objetivo de alcanzar la sostenibilidad de los cultivos hortícolas.

El desarrollo de estas técnicas de combate a las plagas tiene una presencia notable en el mercado mundial. En 1995, el mercado global de plaguicidas la venta fue de 29 billones de dólares, mientras que el de bioplaguicidas fue de 380 millones de dólares en el mismo año, representando solo el 1.3 % del mercado mundial. Sin embargo el crecimiento del mercado de bioplaguicidas en los últimos diez años ha sido entre 10 y 15% anual, en contraste con el 2% correspondiente a los plaguicidas químicos (Hall y Menn, 1999). Con base a lo anterior, se planteó el presente estudio con la hipótesis basada en barreras biológicas y trampas amarillas, para el manejo de *Bemisia spp* en *Solanum melongena* L. puede lograrse la regulación de las poblaciones plaga a niveles que no causen daños económicos a la vez que se reduce el uso de insecticidas sintéticos y su impacto sobre el medio ambiente, y determinar el efecto de los cultivos barreras y trampas amarillas sobre las poblaciones del complejo de mosquita blanca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El clima para el Valle de Culiacán es semiárido BS₁ (h') w (w) (e), que corresponde al clima cálido seco con lluvias en verano y ligeras en invierno, según la clasificación de Köppen y modificado por García (1988), se localiza a 107 ° 24 ' 49 '' de longitud oeste y 24 ° 48 ' de la latitud norte y se encuentra a 38,54 msnm. Con una temperatura promedio anual es de 24.9 ° C máxima de 29,3 en los meses de abril y mayo y una mínima de 19,4 ° C durante el mes de Enero, la humedad relativa anual es de 68 % con máxima de 81 % en el mes de septiembre y mínima de 51 % en el mes de abril y una precipitación promedio anual de 550 a 750 mm (CIAPAN, 2002). Los suelos arenosos-arcillosos, profundos, suelos ricos en nutrientes son los mejores para este cultivo. Deben evitarse los suelos excesivamente húmedos, pues provocan síntomas de asfixia, sobre todo cuando la planta es joven. El pH óptimo es de 6 a 7 y en suelos arenosos se cultiva bien con pH de 7 a 8,5 (Sobrino y Sobrino, 1989).

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola 2001- 2002 en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México en el campo agrícola San Nicos, ubicado en el Km. 10 de la carretera 20.

Las plántulas se obtuvieron del invernadero del productor donde las semillas de berenjena china fueron sembrados en charolas de polietileno de 200 cavidades que fueron llenadas con el sustrato "terra-line" como sustrato una vez que las semillas germinaron (ocho días) las plantas se mantuvieron libres de insectos con la aplicación de insecticidas *Bacillus thuringiensis* a razón de 2,5 l/ha, Dimetoato 1,0 l/ha, Endosulfan 1,0 l/ha y las enfermedades, mediante el uso de fungicidas Mancozeb a dosis de 1,5 l/ha durante los 50 días que permanecieron en el invernadero.

El trasplante se realizó de manera manual a los 50 días después de realizarse la siembra en el invernadero el día 15 de enero del 2002. Las plantas tenían una altura de 15 cm. de desarrollo vigoroso y uniforme y se plantaron en hileras que tenían una separación de dos m una de las otra y a una distancia entre plantas de 30 cm para obtener una densidad de 15,000 plantas por ha.

La preparación del terreno, planteo, riegos, fertilización, labores de cultivo, eliminación de malezas, colocación de estacón, hilado, cortes de

frutos se realizaron en forma convencional de manera acostumbrada por el agricultor.

Tratamientos

Los tratamientos evaluados consistieron de sorgo (*Sorghum* sp.), cempasúchil (*Tagetes* sp.), cempasúchil-sorgo (*Tagetes-sorgo*) y banda tipo trampa amarilla con Biotac. Estas barreras se instalaron cuando se realizó el transplante de berenjena en el campo. Las evaluaciones se realizaron durante cinco semanas, en las fechas 25 de Marzo, 01, 08, 15 y 22 de Abril.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con submuestras con cuatro tratamientos (sorgo, cempasúchil, sorgo-cempasúchil y banda amarilla sin testigo) con cinco repeticiones. Los tratamientos se establecieron en cada bloque en surcos que tenían una distancia de 2 m de separación de los bloques a evaluar y en las cabeceras a 1 m de distancia para cubrir en forma rectangular a las plantas que se encontraban en cinco parcelas experimentales que tenían 8 m de largo por 10 m de ancho con una superficie de cada unidad experimental de 80 m² y con una separación entre parcelas de 1.5 m que en total cada bloque tenía una superficie de 490 m, para una superficie total de 2450 m² en todo el diseño. Como parcela útil se tenía 5 surcos y se tomaron los tres surcos centrales de cada parcela experimental donde se le descarto 1 m a cada hilera a los extremos de los surcos y se tomaron 18 muestras por surco que dieron un total de 90 muestras por bloque de las que se quedaron únicamente 25 ya que por medio de la tabla de muestreo aleatorio se tomaron 5 por parcela experimental.

Para los análisis estadísticos de datos de campo se utilizó el paquete SAS versión 6.12 (Ray, 1982) mediante análisis de varianza convencional y la separación de medias por el método de Tukey. El nivel de significación fue 5 %.

Variables evaluadas

Adultos: se registró el número de adultos en hojas del tercer tercio apical en plantas de berenjena para lo cual se evaluaron los tres surcos centrales de cada parcela experimental dejándose 1 m a cada extremo de los surcos. Los muestreos se realizaron semanalmente entre las 6 y 8 de la mañana con un total

de 18 muestras a partir del 25 de marzo, 01, 08, 15 y 22 de abril del 2002.

Huevecillos y ninfas: los conteos de huevecillos y ninfas de mosca blanca se realizaron en el laboratorio de entomología agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Las hojas se cortaron de las plantas de berenjena de cada unidad experimental por tratamientos y se colocaron en bolsas de papel con sus datos de campo correspondiente. Posteriormente, con la ayuda del microscopio estereoscópico se cuantificó y registró el total de individuos/estadios por hoja.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En resultados de análisis de varianza de las barreras biológicas y físicas en el número de huevecillos de mosca blanca por hoja mostró diferencia significativa entre los tratamientos. Se observa que el tratamiento de la barrera biológica de sorgo y *Tagetes* arrojó diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos (Figura 1).

Al evaluar el efecto de las barreras biológicas y trampa amarilla sobre huevecillos de *Bemisia* spp. en cinco evaluaciones se observa que la barrera de *Tagetes-sorgo*, fue la mejor, presentando el menor valor en todas las evaluaciones, aunque todos los tratamientos tendieron a disminuir el número de huevecillos hasta la tercera evaluación, para luego incrementarse hasta el final del ensayo (Figura 2).

Los resultados del análisis de varianza de los tratamientos de barreras biológicas y físicas sobre el número de ninfas de mosca blanca por hoja mostraron diferencia significativa entre los tratamientos. Se puede observar en la Figura 3 que la barrera biológica de *Tagetes-sorgo* arrojó diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos, siguiendo las barreras de trampa amarilla que no difiere de *Tagetes* y en este caso se observa que no hay diferencia entre *Tagetes* y sorgo.

Al determinar el efecto de las barreras biológicas y trampa amarillas sobre ninfas de *Bemisia* spp. en cinco evaluaciones se observa que la barrera de *Tagetes-sorgo*, fue la mejor, presentando una tendencia a bajar y a subir las poblaciones de mosca blanca a través del tiempo como se muestra en la Figura 4. También se puede observar que la barrera de trampa amarilla, *Tagetes* y sorgo no tuvieron un efecto de control representativo.

Los resultados del análisis de varianza de los tratamientos de barreras biológicas y físicas sobre el número de adultos de mosca blanca por hoja mostraron diferencia significativa entre ellos. Se puede observar en la Figura 5 que la barrera biológica de *Tagetes* sorgo arrojó diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos, siguiendo en significación las barreras de trampa amarilla y *Tagetes* y por ultimo la barrera de sorgo.

Donde se evaluó el efecto de las barreras biológicas y trampa amarilla sobre adultos de *Bemisia spp.* en cinco evaluaciones se observa que la barrera de *Tagetes*-sorgo, fue la mejor, presentando una tendencia a bajar y a subir las poblaciones de mosca blanca a través del tiempo como se muestra en la Figura 6. También se puede observar que la barrera de trampa amarilla y *Tagetes* tuvieron un efecto de mayor relevancia que la de sorgo.

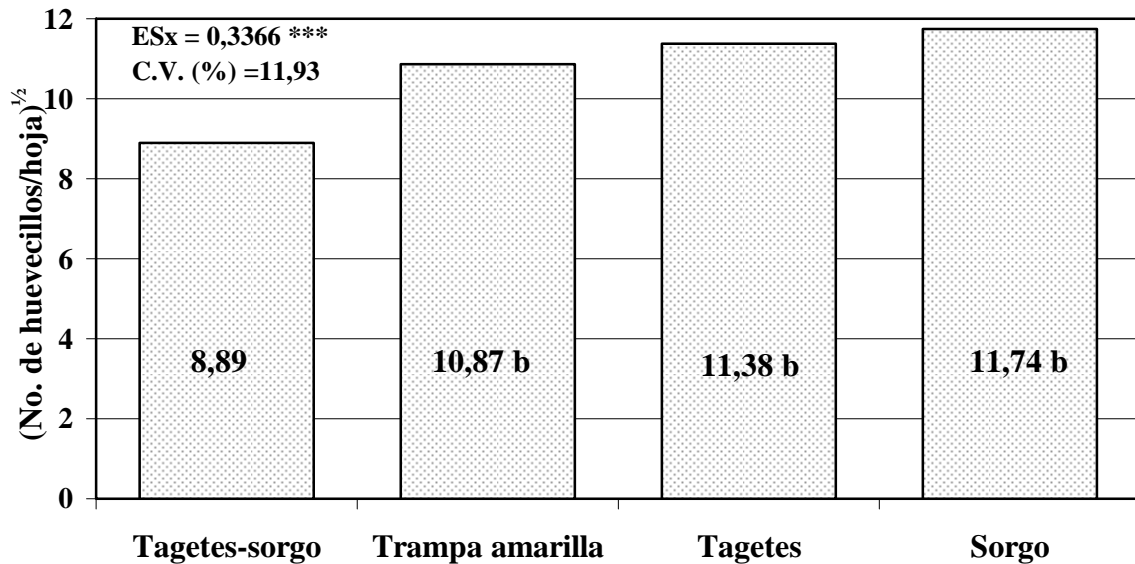


Figura 1. Efecto de barreras físicas y biológicas sobre el número de huevecillos de mosca blanca (*Bemisia spp.*) por hoja en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México en el ciclo 2001-2002. Medias con letras iguales no difieren significativamente, según Tukey ($p \leq 0,05$).

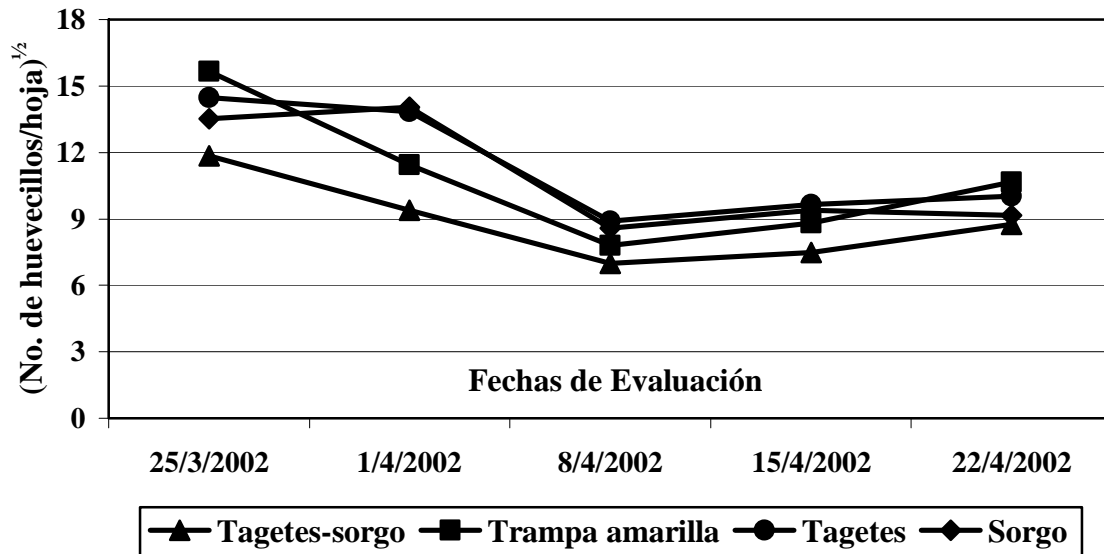


Figura 2. Efecto de barreras físicas y biológicas sobre el número de huevecillos de mosca blanca (*Bemisia spp.*) por hoja de acuerdo a la fecha de evaluación en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México en el ciclo 2001-2002.

En las cinco evaluaciones que se realizaron en el cultivo de berenjena donde se establecieron las barreras biológicas y físicas tenemos como resultado que al comparar los valores promedios del número de huevecillos, ninfas y adultos, por hoja de *Bemisia spp* los análisis estadísticos mostraron diferencia significativa entre los tratamientos y la barrera biológica de sorgo-*Tagetes* fue la mejor en comparación con los demás tratamientos. Los datos

indican que a pesar de mostrar diferencias significativas las barreras biológicas y físicas pueden utilizarse como una alternativa para impedir la llegada de mosca blanca al establecerse alrededor del cultivo como fue observado en este trabajo, lo cual coincide con lo que reportan Salguero (1992) y Ávila y Pozo (1992). Estos autores señalan que el uso de barreras vivas de sorgo forrajero y maíz tienen como propósito fundamental, impedir la llegada de adultos

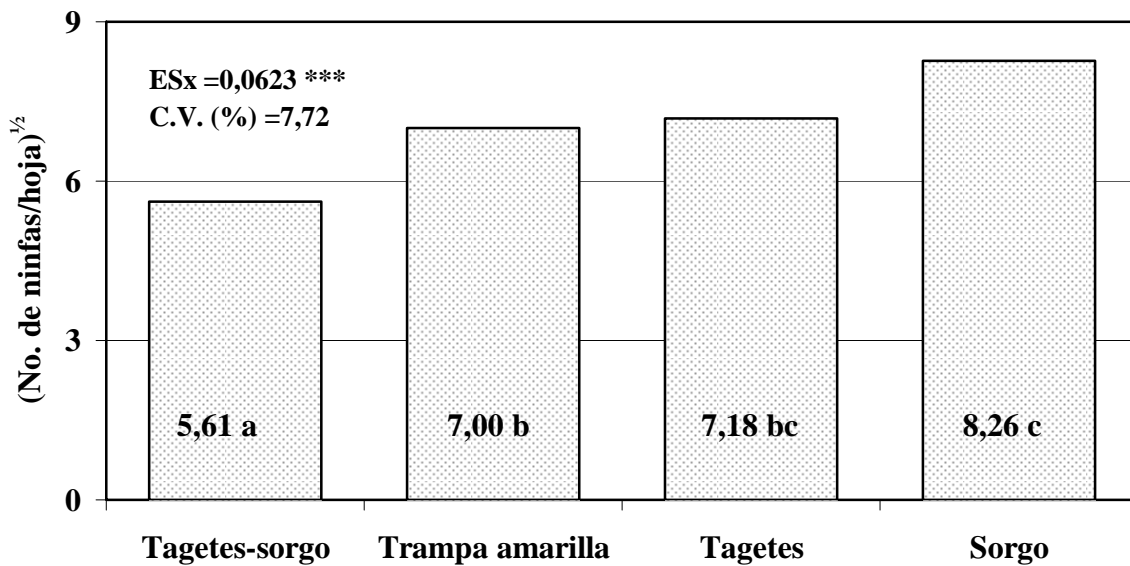


Figura 3. Efecto de barreras físicas y biológicas sobre el número de ninfas de mosca blanca (*Bemisia spp.*) por hoja en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México en el ciclo 2001-2002. Medias con letras iguales no difieren significativamente, según Tukey ($p \leq 0,05$).

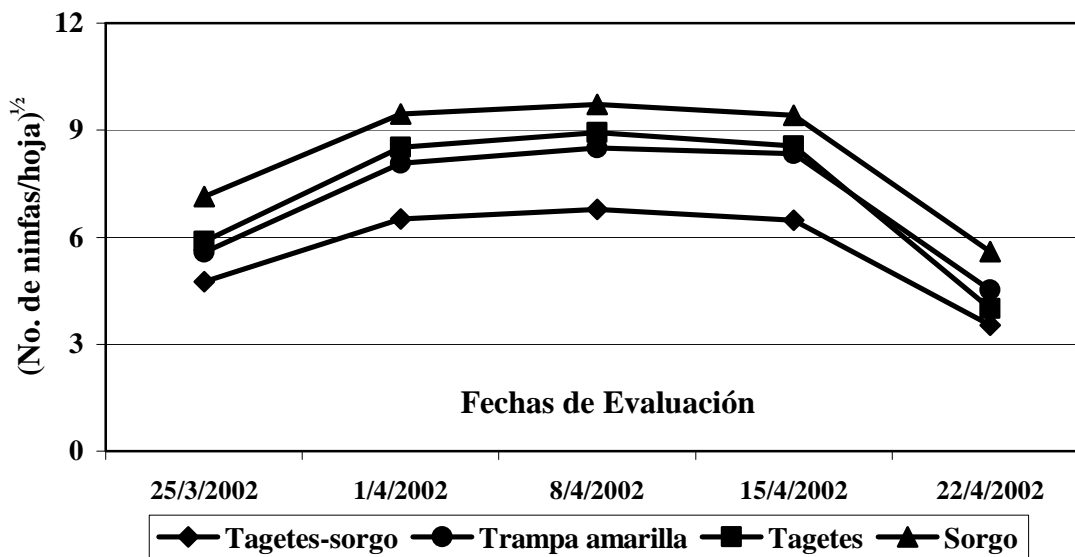


Figura 4. Efecto de barreras físicas y biológicas sobre el número de ninfas de mosca blanca (*Bemisia spp.*) por hoja de acuerdo a la fecha de evaluación en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México en el ciclo 2001-2002.

de mosca blanca al cultivo y deben sembrarse antes del transplante en forma paralela y de preferencia perpendiculares a la dirección del viento, ya que este factor abiótico, influye marcadamente en la dispersión de insectos alados que migran de las plantas hospedantes alternativas hacia los cultivos establecidos. Los mismos autores indican que las barreras deben establecerse, si es posible, alrededor de todo el cultivo. Cermeli (2002) menciona que una

de las alternativas es la utilización de cultivos trampa para reducir los niveles poblacionales de mosca blanca del camote. Dentro del manejo integrado de la mosca blanca de tomate en el Valle de Sebaco, Matagalpa, Nicaragua, alrededor del semillero se uso para el control de mosca blanca el fríjol como cultivo trampa, sembrado con anticipación al tomate, y estacas con plástico amarillo pegajoso (Molina 1995).

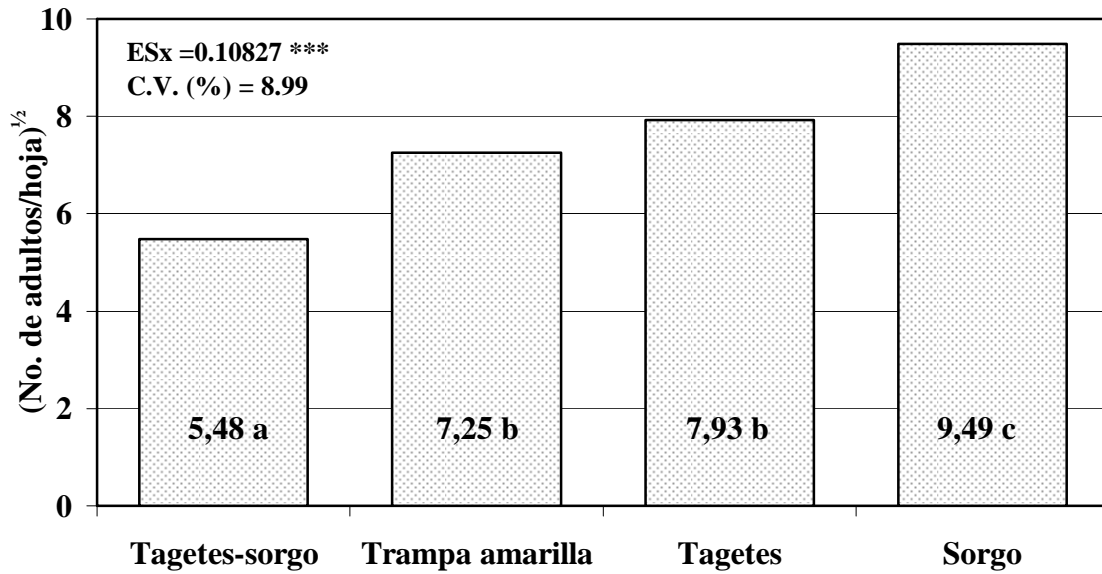


Figura 5. Efecto de barreras físicas y biológicas sobre el número de adultos de mosca blanca (*Bemisia* spp.) por hoja en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México en el ciclo 2001-2002. Medias con letras iguales no difieren significativamente, según Tukey ($p \leq 0,05$).

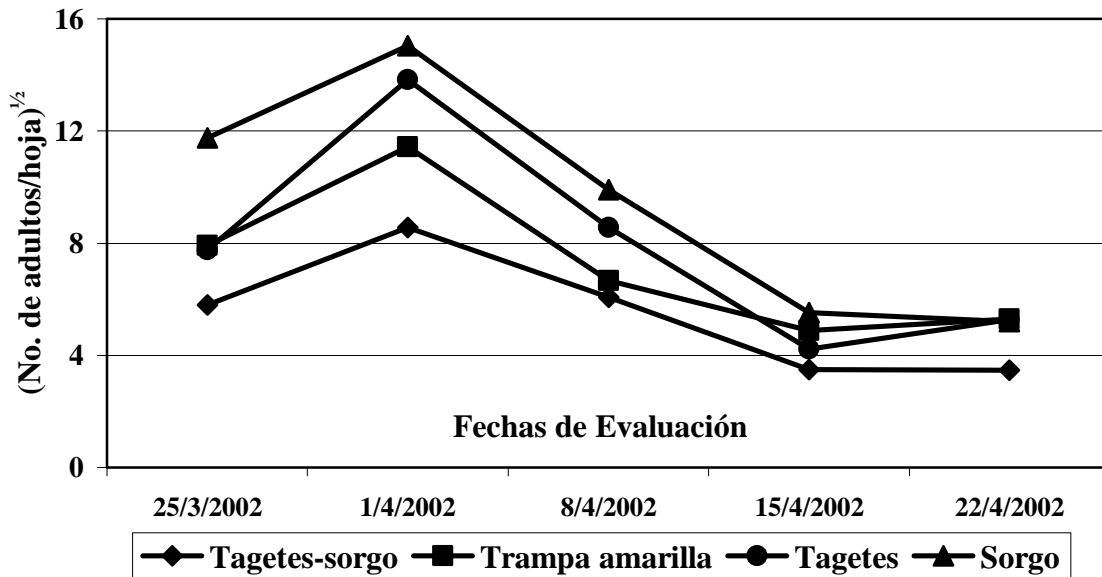


Figura 6. Efecto de barreras físicas y biológicas sobre el número de adultos de mosca blanca (*Bemisia* spp.) por hoja de acuerdo a la fecha de evaluación en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México en el ciclo 2001-2002.

Chew *et al* (1994) en un experimento conducido en Puebla, México para comparar el efecto de tiras reflejantes, acolchado y coberturas de *T. erecta* contra el complejo de mosca blanca en Chile, determinaron que el compasúchil actuó como una barrera física o que su olor característico causó repelencia a este insecto, por lo tanto sugirieron que esta asociación puede considerarse como una alternativa en el manejo integrado en Chile. Ruiz y Aquino (1999) señalan una mayor eficiencia de control de mosca blanca en tomate y Chile al combinar barreras de maíz (*Zea mays*) con el hongo entomopatógeno *Paecilomyces farinosus*, por lo que es posible proponer un esquema de manejo integrado de la plaga en estos cultivos. Hilje y Stansly (2000) recomiendan el uso de coberturas vivas para reducir el daño por mosca blanca en cultivos de tomate. Aunque no se conocen los detalles del mecanismo de acción de las coberturas, se piensa que probablemente enmascaran el cultivo haciéndolo menos accesible a la mosca blanca. Estos autores avalan la posibilidad de utilizar barreras vivas, posiblemente de manera integrada con otros métodos de control, para el control de mosca blanca en distintos cultivos.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, bajo las condiciones en que se realizó el experimento se concluye que la barrera de *Tagetes*-sorgo fue la mejor en bajar las poblaciones de huevecillos, ninfas y adultos de mosca blanca y puede utilizarse exitosamente como una alternativa de control en el manejo integrado de plagas.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, M. J. A. 1999. Hongos entomopatógenos contra el pulgón (*Myzus persicae* Sulzer) en berenjena en Culiacán, Sin. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. P.28
- Angulo, B. A.; R. Traslaviña y R. L. Soto. 1994. Fluctuación del porcentaje de parasitismo en el cultivo de berenjena en el valle de Culiacán, Sin. XVII Congreso Nacional de Control Biológico. SMCB-ITAO. 6-7 Oct 1994. p. 58
- Ávila, V. J. y O. Pozo. 1992. Manejo del vector, una estrategia para el control de virosis en el cultivo de Chile. Folleto técnico S.A.R.H. INIFAP-PANUCO. Tampico. Tampico, Tamaulipas. Mexico. 14 pp.
- Boucias, D. G. and Pendland, J. C. 1994. Nutricional requirements for conidial germination of several host range pathotypes of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. Journal of Invertebrate Pathology 43: 288-292.
- Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES). 2001. Información Estadística proporcionada por el Departamento de la CIDH.
- Cermeli, M. 2002. Evaluación de cultivos trampas asociados al tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius). (Hemiptera: Aleyrodidae). Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, 19 (1): 9-22.
- CIAPAN. 2002. Guía para la asistencia técnica del Valle de Culiacán, INIFAP. Culiacán Sinaloa México. 97 p.
- Chew, M Y.; E. Zavaleta M.; F. Delgadillo S.; R. Valdivia A.; R. Peña. M. y F. Cárdenas S. 1994. Evaluación de algunas estrategias de control de virosis en el cultivo de Chile (*Capsicum annum*). Memorias del XXI Congreso Nacional de Fitopatología SMF- INIFAP-UAEM. Cuernavaca, Morelos, México. p. 27.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana) México. 217 pp
- Hall, F. R. and Menn, J.J. 1999. Biopesticides. Use and Delivery. Editorial Human Press. p. 58
- Hilje, L. y P. A. Stansly. 2000. Coberturas vivas para el manejo de la mosca blanca en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 56: 1-4.
- Metcalfe, R. L. y W. H. Luckman. 1994. Introducción al manejo de plagas de insectos. Editorial Limusa. 710 pp.
- Molina, 1995. IV Taller Latinoamericano sobre mosca blanca y Geminivirus. CEIBA. DEL 16-18- de octubre en Zamurano, Honduras.

- Ray, A. A. 1982. SAS User's guide. Statistics. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 584 p.
- Rodríguez, H. C. 2000. Plantas contra plagas. Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. RAAPAN. RAAA. México. p. 133.
- Ruiz, V. J. y T. Aquino B. 1999. Manejo de *Bemisia tabaci* mediante barreras vivas y *Paecilomyces* en Oaxaca. México. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 58: 88-96.
- Salguero, V. 1992. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca virosis. Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y del Caribe sobre moscas blancas. Turrialba (Costa Rica) p.20-25.
- Sobrino. I. E. y V. E. Sobrino. 1989. Tratado de Horticultura herbácea. Hortalizas de Flor y Fruto. Editorial Aedos Barcelona.
- Whalon, M. E. and D. L. Norris. 1999. Field management: Delivery of New Technologies to growers. *In*: F. R. Hall y J. J. Menn (Eds.). Use and Delivery. Franklin R. Hall y Julius J. Menn. Editorial Human press.