

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA PROTECCIÓN DE SEMILLEROS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) CONTRA EL ATAQUE DEL COMPLEJO MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-GEMINIVIRUS

Edgardo Jiménez-Martínez¹, Víctor Sandino-Díaz, Víctor Hugo Rodríguez-Salguera, José Luis Morales-Blandón

¹ Ph.D. Entomología, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Km 12 ½ Carretera Norte.

E-mail: edgardo.jimenez@una.edu.ni, Telefax. 2263-2609



RESUMEN

Con el objetivo de evaluar alternativas de protección físicas y químicas de semilleros de tomate, se llevó a cabo un ensayo en el Municipio de Tisma, Masaya; en el período comprendido entre mayo y septiembre del año 2007. Los tratamientos evaluados fueron: Semillero de tomate puestos en el suelo protegidos con Nim®, Semillero de tomate en bandejas protegido con Gaucho®-confidor®, semillero de tomate en el suelo protegidos con malla antiviral (Microtúnel) y semilleros de tomate en bandejas protegido bajo la tecnología de Microinvernadero. De acuerdo a los resultados obtenidos, los tratamientos que presentaron los porcentajes más bajos de virosis fueron los tratamientos de Microinvernadero y Microtúnel. Los mayores rendimientos del cultivo se obtuvieron en el tratamiento semillero protegido en Microinvernadero. Finalmente, se realizó un análisis económico basado en un presupuesto parcial en el cual, el tratamiento Microinvernadero presentó, el segundo mayor costo variable pero a la vez el mayor beneficio neto en comparación con los otros tratamientos. Además, los tratamientos que fueron no dominados (Microinvernadero y Gaucho-confidor) se les determinó la Tasa de Retorno Marginal, concluyéndose así, que el microinvernadero fue la tecnología más rentable; por tal razón, es la alternativa que en este estudio se puede recomendar para los productores de este municipio.

Palabras clave: Mosca blanca, Geminivirus, Tomate, Microtúnel, Microinvernadero, Tisma, Nicaragua.

ABSTRACT

With the objective to evaluate physical and chemical protective tomato seedling alternatives, a field experiment was settled in the municipality of Tisma, Masaya, between May and September 2007. Evaluated treatments were as follow, Tomato seedlings naturally exposed to white flies and geminivirus but protected with the botanic insecticide Nim®, Tomato seedlings on pots naturally exposed to whiteflies protected with the chemical insecticides Gaucho®-confidor®, Tomato seedlings on soil protected with an antiviral screen (Microtunnel), and tomato seedlings on pots protected with a micro-greenhouse. According to the results, treatments with lower levels of virus were micro-greenhouse and microtunnel. The greatest tomato production was obtained on the treatments tomato protected with micro greenhouse. Finally, an economic analysis was performed based on a partial budget cost analysis, where the treatment micro-greenhouse obtained the second highest variable cost, but at the same time, it obtained the highest net benefit cost in comparison with the other evaluated treatments. Besides, treatments that were non-dominated on the analysis, (micro-greenhouse and Gaucho-confidor) their marginal return cost was determined. Concluding from this study, that the treatment micro-greenhouse was the best treatment because it obtained the best result in protecting against viruses and at the same time, it was the most economic evaluated treatment on its use, therefore, it is recommended for producer to use for the protection against Whiteflies and Geminivirus on the municipality of Tisma.

Keywords: Whiteflies, Geminivirus, Tomato, Microtunnel, Microgreenhouse, Tisma, Nicaragua.

El Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Es un cultivo de mucha importancia a nivel mundial, ya que es un producto que sirve de materia prima en la agro-industria y además, está presente en la mayoría de los menús culinarios, debido a su valor nutritivo y alto contenido de vitamina A y C (CATIE, 1990). Según Rayo (2001), el tomate se cultivó en Nicaragua en los años 1940's, iniciándose en el Municipio de Tisma, Departamento de Masaya; posteriormente se comenzó a distribuir al resto del país. En Nicaragua, el tomate ocupa uno de los primeros lugares en consumo y comercialización entre las hortalizas; los rendimientos varían en un rango de 12 a 18 t /ha. Cultivándose anualmente de 2000 a 2500 ha. Las principales áreas de producción de tomate en Nicaragua están ubicadas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, particularmente en el Valle de Sébaco y Tomatoya. También se produce en las zonas de Estelí, Malacatoya, Tisma y Nandaimé aunque en menor escala.

En el Municipio de Tisma, Masaya uno de los rubros hortícola mas importante es el tomate, ya que este cultivo genera un gran porcentaje de los ingresos obtenidos en la zona. Dicho municipio, presenta condiciones muy favorables para este cultivo, como es su clima y su topografía, cultivándose anualmente un área aproximada de 50 m² de tomate, obteniéndose rendimientos promedios de 750 cajas/m², la época seca de noviembre a abril es cuando se siembran las mayores áreas, debido a que se obtienen los mejores rendimientos del cultivo y los precios son mejores en el mercado.

A nivel mundial el principal problema para la producción de hortalizas (entre estas el tomate) ha sido el desarrollo evolutivo y ataque severo del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-Geminivirus. Esta plaga causa daños directamente al cultivo del tomate, caracterizado por succionar la savia e inyectar sustancias fitotóxicas a la planta; pero también por la transmisión de Geminivirus causante de enfermedades viróticas en tomate, el cual es capaz de devastar por completo una área determinada de cultivo, donde las etapas mas críticas son las primeras semanas después de la germinación de la planta (Brown, 1994; Jarquín, 2004).

La mosca blanca, posee características que le permite causar grandes daños a los cultivos, entre estas tenemos: su gran plasticidad genética, hasta ahora se conocen 17 razas o biotipos; poblaciones desmesuradas, las cuales son muy altas en las regiones neotropicales durante la estación seca. Según Mendoza (2002), se a requerido de una dedicación extraordinaria en esfuerzos de investigación básica y de métodos para el manejo de *B. tabaci*; su primera aparición se registró durante

el ciclo algodonero de 1961-1962 en El Salvador. En 1964 apareció en Honduras y en 1965 en Guatemala y Nicaragua (CATIE, 1990). En Nicaragua, los primeros aportes de daño por virosis se presentaron en 1986 en el Valle de Sébaco; para 1990-1991 se reportaron disminuciones de cosecha del 20 al 25 %; mientras que el año 1991-1992 las pérdidas oscilaron entre el 30 al 100%. (Gómez, 1992).

Bemisia tabaci, es sin duda la especie de mayor importancia entre las moscas blancas, porque ataca más de 200 cultivos; transmite más de 150 virus (Geminivirus) y tiene la capacidad de desarrollar biotipos muy agresivos, capaces de producir grandes pérdidas económicas al reducir los rendimientos, afectar la calidad de la cosecha y aumentar los costos de producción (Morales, *et al*, 2006). Los Geminivirus, pertenecen a la familia Geminiviridae y se dividen en cuatro género que se caracterizan según el vector que los transmite, el hospedero y la estructura genómica que posee: *Mastrevirus*, *Curtovirus*, *Topocovirus* y *Begomovirus*; este último es transmitido por la mosca blanca (Zúñiga y Ramírez, 2002). Rojas, *et al*; (2000), nos informa que cuatro grupos de Geminivirus transmitidos por *B. tabaci* se han reportado en Nicaragua: el primer grupo relacionado con el *virus del enrollamiento de la hoja del tomate sinaloa* (STLCV), en Matagalpa, Estelí y Chontales; el segundo grupo relacionado con el *virus del mosaico dorado de la sida* (SiGMV), en Boaco; un tercer grupo relacionado al *virus de la hoja de cuchara del tomate* (TLCrV), en Chontales y un cuarto grupo en la zona de Sébaco, Condega y Masaya relacionado con el *virus del moteado suave del tomate* siendo este último el grupo de mayor importancia (Chavarría, 2004).

Por tales razones se han venido buscando alternativas a través de instituciones y organismo que se encuentren ligadas al sector agropecuario para que brinden apoyo mediante la investigación y transferencias de tecnología con el objetivo de disminuir dicha problemática (Hilje, 2000). Debido a las características que hacen de *B. tabaci* un gran problema para la agricultura se ha venido desarrollando una serie de prácticas para contrarrestar su daño, dichas prácticas tienen su fundamento en la filosofía del Manejo integrado de plagas (MIP), el cual se basa en prevención, sostenibilidad y convivencia. Con el propósito de buscar alternativas de manejo a la problemática que los productores de tomate de Tisma, Masaya sufren como consecuencia del ataque severo del complejo mosca blanca-Geminivirus, se estableció un experimento para evaluar alternativas físicas y químicas en semilleros de tomate. Se tomó en cuenta que la etapa de semillero es el primer periodo crítico del cultivo

de tomate. Por lo tanto es de mucha importancia para este municipio el uso de alternativas de protección de semillero que contribuyan al manejo de esta plaga lo más eficientemente posible al menor costo, y así producir tomate inócuo, altamente rentable, de forma sostenible y en armonía con el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo: El estudio se realizó en la Finca Los Toruños, del productor Francisco Javier Altamirano, localizada en el Municipio de Tisma, Departamento de Masaya, con coordenadas 12°04' latitud norte y 86°01' longitud oeste, a una elevación promedio de 50 msnm y temperaturas promedios de 27.5°C, con precipitaciones de 400 y 800mm anuales. El clima que predomina es de bosque tropical seco y bosque sub-tropical húmedo, los niveles de precipitación varían desde 1000-1500 mm anuales.

Los suelos que predominan en Tisma son franco arenosos, aunque pueden haber variaciones incluso hasta dentro de una misma finca.

Descripción general del estudio: Para realizar el estudio se seleccionó una finca representativa, de un productor líder del Municipio de Tisma, tradicionalmente productor de hortalizas. En la finca del productor se establecieron cuatro tratamientos de forma separada en semilleros de tomate: Un semillero de tomate en eras sin cobertura física y protegido con Nim contra mosca blanca, un semillero de tomate en bandejas tratado con gaucho las semillas y confidor para las plántulas, un semillero de tomate en eras bajo condiciones de Microtúnel, sin tratamiento químico contra mosca blanca y un semillero de tomate bajo condiciones de Microinvernadero en bandejas sin químico contra mosca blanca.

Descripción de los tratamientos:

Tratamiento 1: Semillero de tomate en era tratado con aceite de Nim. Consistió en proteger el semillero con un aceite a base de un insecticida botánico, cuyo ingrediente activo es la Azadiractina, que se encuentra de forma natural en el árbol de Nim (*Azadirachta indica*). Al semillero se le aplicó este producto cada dos días, aplicándose por la tarde para mejorar su eficacia (ya que se trataba de un insecticida natural), a razón de 40cc por bomba en las dos primeras aplicaciones y las siguientes fueron de 80cc por bomba de 20 litros.

Tratamiento 2: Semillero de tomate en bandejas tratado con Gaucho y Confidor.

Consistió en dos producto perteneciente a los insecticidas de nueva generación o mejor conocidos

como Neonicotinoides cuyo nombre comercial, para uno es Gaucho y para el otro es Confidor. En el caso del Gaucho, este se aplicó a la hora de la siembra, mezclándose (un día antes de la siembra) con la semilla para que así penetrara la testa (cáscara) de la misma y ejerciera una acción sistémica (ya que el modo de acción del gaucho es sistémico) a razón de 100 gramos por Kg. de semilla. A los 8 DDS se aplicó el otro insecticida conocido como Confidor (Gránulos dispersables), el cual también tiene acción sistémica, este se aplicó al suelo a razón de 13g por bomba; una segunda y ultima aplicación se realizó a los 20 DDS.

Tratamiento 3: Semillero de tomate en era protegido con malla organdí (Microtúnel). Consistió en proteger el semillero de tomate bajo una estructura llamada Microtúnel del ataque de mosca blanca. Este tratamiento se estableció directamente en el suelo y no se realizaron aplicaciones de ningún insecticida ya que el objetivo era proteger físicamente el semillero.

Tratamiento 4: Semilleros de tomate en bandejas bajo condiciones de Microinvernadero. Consistió en proteger el semillero bajo la tecnología de Microinvernadero, en este tratamiento al igual que el Microtúnel no se aplicaron insecticidas contra mosca blanca.

Establecimiento y manejo de los semilleros

Los semilleros se establecieron el 15 de mayo del 2006. La metodología en esta etapa se realizó de la siguiente manera: Se establecieron 4 tratamientos, 2 en eras, uno de ellos es el Microtúnel (trat.1) sin protección química y el otro es el tratado con Nim (trat. 3), y 2 en bandejas uno de ellos en Microinvernadero (trat. 4) y el otro tratamiento con Gaucho-confidor (trat. 2).

Material genético utilizado.

Variedad BUTE:

Porte semi determinado, con un rendimiento de 1500 cajas por manzana, alta resistencia al daño por transporte, se usa mucho como variedad de exportación a El Salvador y Honduras, necesita bastante agua para su producción; el fruto maduro permanece mucho tiempo sano. Esta variedad es criolla y por ende de muy fácil obtención para el agricultor ya que la puede producir el mismo y debido a esto las empresas comercializadoras de semillas la han sacado del mercado.

Manejo Fitosanitario (plagas y enfermedades)

Para el manejo de plagas y enfermedades, se utilizaron insecticidas como actara, confidor, orthene, Monarca, eviset, nomol, etc. usados para plagas como

mosca blanca, gusano del fruto, minador, entre otras plagas. Se utilizaron otros productos como agrimycin, manzate, carbendacin, equation, bravonil, etc. para hongos y bacterias del suelo.

VARIABLES EVALUADAS.

Número de adultos de mosca blanca por planta:

Para determinar las poblaciones de *B. tabaci* por planta, se realizaron recuentos semanales para los cuales se seleccionaron 5 sitios permanentes por parcelas, para cada sitio se seleccionaron 30 plantas, ubicados en forma lineal en dos surcos (15 plantas cada surco), para un total de 150 plantas por tratamiento, o sea 600 plantas en todo el experimento de un aproximado de 5,500 plantas en toda la parcela. Se revisaba toda la planta guía por guía. Esta labor se inició el 16 de junio de 2006 y finalizó el 1 de septiembre del mismo año. Este muestreo se realizaba en horas de la mañana, de las 7:00 AM a 10:00 AM.

Incidencia de virosis: Se entiende como incidencia, el número de unidades de plantas afectadas, expresada en porcentaje, o sea que si existe un 55% de incidencia de una enfermedad significa que el otro 45% de las plantas están sanas. La incidencia es una variable exacta y fácil de medir, sin embargo esta variable no indica la magnitud de la enfermedad en términos de tejido afectado, basta con una pequeña porción de tejido afectado para considerarla como una planta con síntomas de la enfermedad.

Para la toma de datos de incidencia, se realizaron dos muestreos, uno a los 45 DDT y el otro a los 60 DDT. Para recolectar estos datos se utilizaron las mismas plantas que se tomaron para el muestreo de moscas blancas (150 plantas por tratamiento). Para obtener la relación porcentual de incidencia de virosis nos basamos en la fórmula propuesta por el CIAT (1987) (Chavarría, 2004).

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Total de plantas con síntomas de virosis} \times 100}{\text{Numero total de plantas muestreadas}}$$

Severidad de virosis. Se entiende por severidad, a la porción de tejido de plantas afectadas expresado en porcentaje de área total, o mejor dicho, se refiere a la medida de cuanto de la planta o cuanto de tejido de la planta se encuentra afectada por la enfermedad. La severidad, a diferencia de la incidencia, es una medida visual y subjetiva; por lo tanto, está sujeta a variaciones y errores de agudeza visual del evaluador. Para la toma de datos de severidad, se realizaron dos muestreos, uno a los 45 DDT y el otro a los 60 DDT. Para recolectar estos datos se utilizaron las mismas plantas que se tomaron para el muestreo de moscas blancas (150 plantas por

tratamiento). Para recolectar los datos de severidad de virosis nos basamos en la escala de severidad para plantas con síntomas virales, propuesta REDCAHOR, modificada por Rojas (2000) y modificada por Jiménez-Martínez (2006).

Para obtener el porcentaje de severidad se utilizó la fórmula planteada por VanderPlank (1963).

$$S = \frac{\sum i}{N (VM)} \times 100 \text{ --}$$

Donde:

S = Porcentaje de Severidad.

$\sum i$ = Sumatoria de valores observados.

N = Numero de plantas muestreadas.

VM = Valor máximo de la escala

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Estimación de cosecha: La estimación de cosecha se realizó escogiendo un total de 10 plantas por parcela de forma aleatoria, dichas plantas se cosechaban cada 4 días, luego los frutos se trasladaban al Laboratorio de Hongos Entomopatógenos de la Universidad Nacional Agraria para ser contados y pesados en una pesa electrónica, los datos se obtuvieron en gramos y luego se convirtieron a kilogramos por hectárea, además dichos frutos fueron clasificados en categorías para lo cual se tomó en cuenta el criterio del productor, ya que este los clasifica de acuerdo a las exigencias del mercado, basándose en el tamaño y color del fruto.

Análisis económico: Los resultados agronómicos obtenidos de experimentos de campo deben ser sometidos a un análisis económico, con el propósito de determinar la rentabilidad de los tratamientos en comparación con la práctica tradicional del productor o simplemente determinar el tratamiento con mayor retorno económico. Todo tratamiento recomendado en la producción debe ajustarse a los objetivos y circunstancia de los productores (Aleman, 2004). Los pasos para elaborar el análisis económico fue el siguiente: Presupuesto parcial, Análisis de dominancia y Tasa de retorno marginal (TRM).

Presupuesto parcial: Se comenzó por recolectar los costos que varían (Costos de invernadero, costo de gaucho-confidor, etc.) de un tratamiento a otro con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos, luego se calculó el rendimiento y el precio unitario para luego calcular los beneficios brutos, a esto se le restó los costos variables para obtener el Beneficio neto.

Análisis de dominancia: Basados en el análisis de presupuesto parcial se procedió a realizar el análisis de dominancia. Este análisis se efectuó ordenando los tratamientos de menor a mayores costos que varían, dominando los que tienen beneficios netos menores o iguales y costos variables mayores que cualquier otro tratamiento

Tasa de Retorno Marginal (TRM): Esta se calculó en base a los tratamientos no dominados, comenzando por el tratamiento de menor costo y se procedió paso a paso al tratamiento que le siguió en escala ascendente, colocando los beneficios netos de menor a mayor con sus respectivos costos variables, obteniendo el beneficio neto marginal al restar el menor beneficio neto a su inmediato superior, lo mismo para el incremento en los costos variables marginales.

La tasa de retorno marginal se obtuvo de dividir el incremento marginal de los beneficios netos entre el incremento marginal de los costos variables, multiplicado el cociente por cien. La TRM indicó la cantidad de dinero obtenida por cada dólar invertido.

Análisis estadístico: Los datos de las variables mosca blanca e incidencia y severidad de virosis, fueron comparados haciendo un análisis de varianza (ANDEVA) (PROC GLM en SAS), seguido de un análisis de comparación de media por TUKEY (SAS instituto, 1990). Si se encontraba diferencia significativa en el ANDEVA. El nivel de significancia usado en el análisis fue de ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS

Se comparó la fluctuación poblacional de mosca blanca en 4 parcelas de tomate cuyos semilleros estuvieron previamente protegidos física o químicamente. Este insecto, se encontró en todas las fechas de muestreo y en todos los tratamientos. Las poblaciones más altas se presentaron en las últimas fechas de muestreo sobre todo en los tratamientos Microinvernadero, Nim y Gaucho-Confidor. Los mayores picos poblacionales fueron encontrados en las fechas del 25 de agosto y 1 de septiembre (Figura 1). Los resultados obtenidos del análisis realizado para mosca blanca, muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P = 0.0001$), donde el tratamiento de Microtúnel refleja las poblaciones de mosca blanca más bajas con respecto a los demás tratamientos, y el tratamiento Microinvernadero presenta las mayores poblaciones de mosca blanca (Figura 2). Igualmente se comparó el porcentaje de incidencia de virosis transmitida por *B. tabaci* en parcelas de tomate a los 45 y 60 DDT (Figura

3). Los resultados obtenidos del análisis realizado para incidencia de virosis transmitida por *B. tabaci* demuestran que existen diferencias significativas entre tratamientos a los 45 DDT ($P = 0.046$) y 60 DDT ($P = 0.03$). A los 45 DDT se observó que el menor porcentaje de incidencia (4.62 %) se encontró en el tratamiento de Microinvernadero y el mayor porcentaje de incidencia (26.80 %) se encontró en el tratamiento Gaucho-Confidor. A los 60 DDT el tratamiento que presentó la menor incidencia fue Microinvernadero (18.00 %) y por el contrario, el tratamiento Gaucho-Confidor presentó el mayor porcentaje de incidencia (56.00 %). Además se comparó el rendimiento total en kg/ha y t/ha del cultivo del tomate en los cuatro tratamientos evaluados. En ambos casos, los mayores rendimientos los obtuvieron los tratamientos Microinvernadero (16,350.79 kg/ha) y Gaucho-confidor con (16,154.16kg/ha) respectivamente. Además los tratamientos que obtuvieron los menores rendimientos para ambos casos fueron Nim (9,783.03 kg/ha) y Microtúnel con (9,294.06 kg/ha) respectivamente (Figura 5). A través del análisis del presupuesto parcial se encontró que los mayores costos variables los presentó el tratamiento de Microtúnel con 43.51 US \$ dólares, seguido por el tratamiento de Microinvernadero con 41.94 US \$ dólares, Nim con 33.57 US \$ dólares y por último el que presentó menor costo variable fue el tratamiento Gaucho-Confidor con 15.84 US \$ dólares. Los mayores beneficios netos se obtuvieron en el tratamiento de Microinvernadero con 5,337.49 US \$ dólares por hectárea (Figura 6) y el tratamiento que presentó los menores beneficios netos fue el tratamiento de Microtúnel con 2,978.43 US \$ dólares por hectárea. De acuerdo al análisis de dominancia realizado, se encontró que los tratamientos dominados fueron el Microtúnel y el Nim, ya que presentaron los beneficios netos más bajos con los más altos costos variables en comparación con los otros tratamientos. Finalmente, los resultados del análisis de la TRM demuestran que el tratamiento de Microinvernadero fue el más rentable, ya que presentó una tasa de retorno marginal de 145.05%, la cual es superior a los otros tratamientos; esto significa que un agricultor al pasar del tratamiento

DISCUSIÓN

Uno de los principales problemas para la producción de tomate es el insecto vector de virus llamado comúnmente Mosca blanca. Este insecto causa daños directos a la planta al succionar la savia de esta y producir desórdenes fisiológicos, pero su daño de mayor importancia radica en su capacidad de transmitir Geminivirus, afectando altamente los rendimientos del cultivo (Morales *et al.*, 2006). Por tal razón el presente estudio se basó en

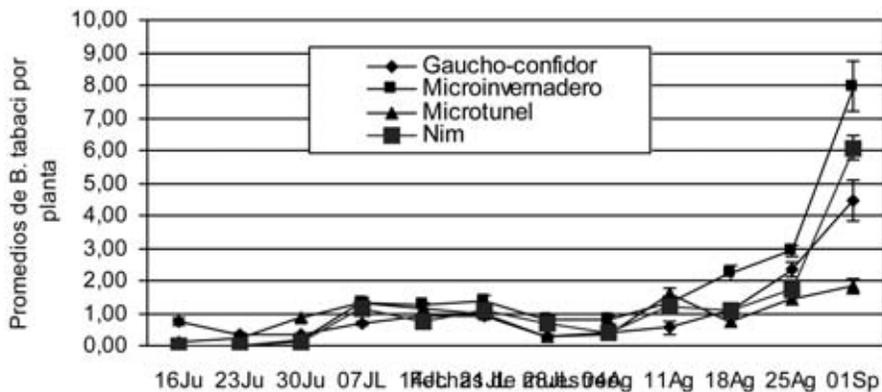


Figura 1. Fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* en los diferentes tratamientos muestreados en parcelas de tomate durante el periodo de Junio a Septiembre del 2006 en el Municipio de Tisma, Masaya.

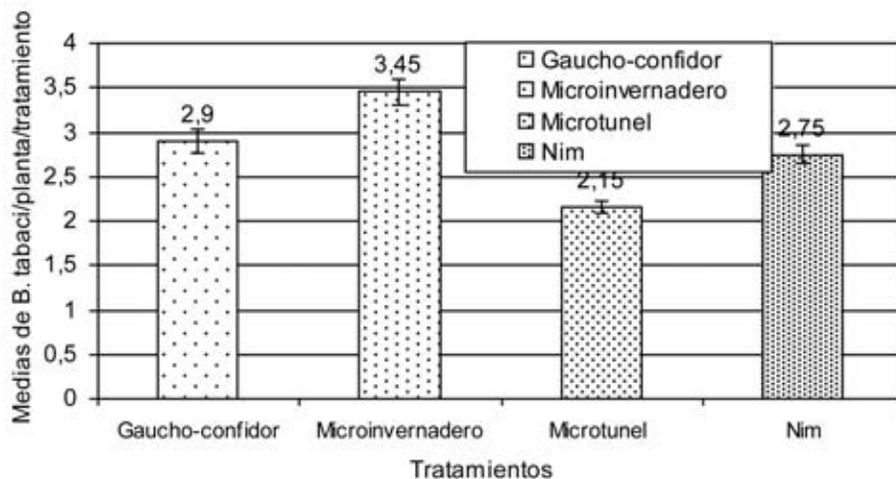


Figura 2. Promedios de *Bemisia tabaci* por planta por tratamiento, muestreados en parcelas de tomate, durante el periodo de junio a septiembre del 2006, en el Municipio de Tisma, Masaya.

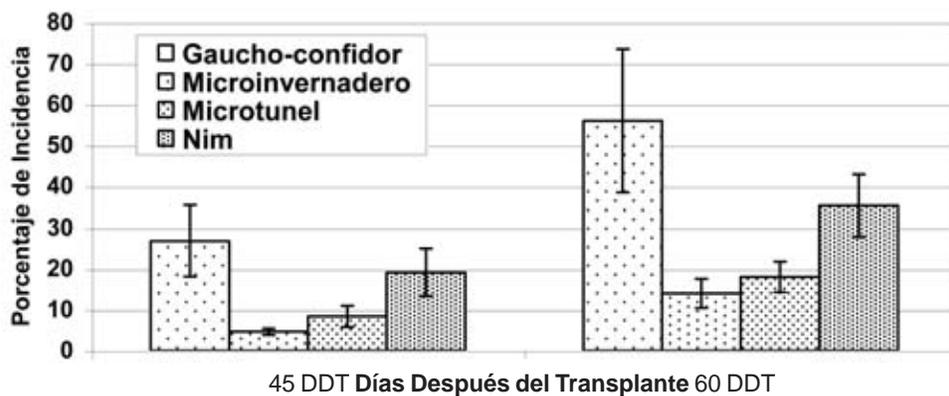


Figura 3. Porcentaje de incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, en los diferentes tratamientos a los 45 y 60 DDT, durante el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006, en Tisma, Masaya.

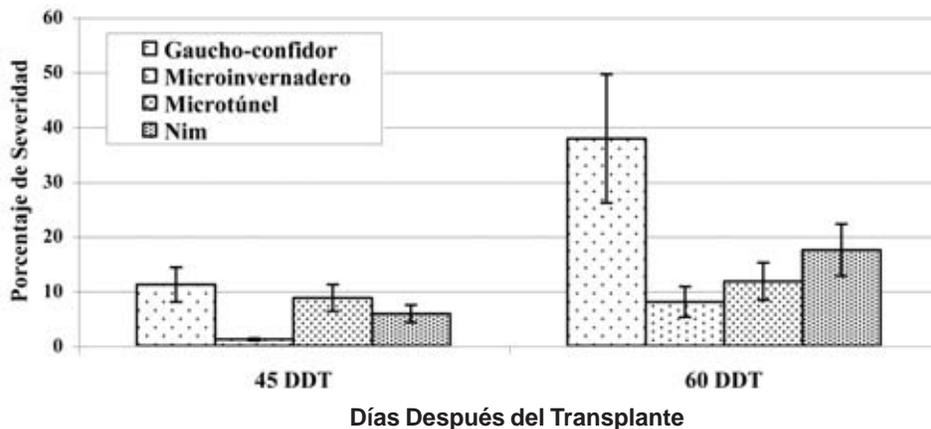


Figura 4. Porcentaje de severidad de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* en los cuatro tratamientos a los 45 y 60 DDT, en el periodo comprendido, junio y Septiembre del año 2006.

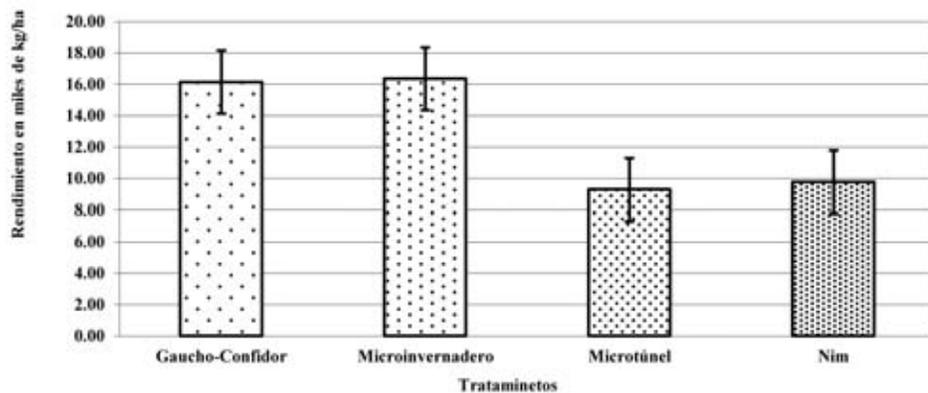


Figura 5. Comparación de los rendimientos (Kg/ha) obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados en semilleros de tomate, en el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006, en el Municipio de Tisma, Masaya.

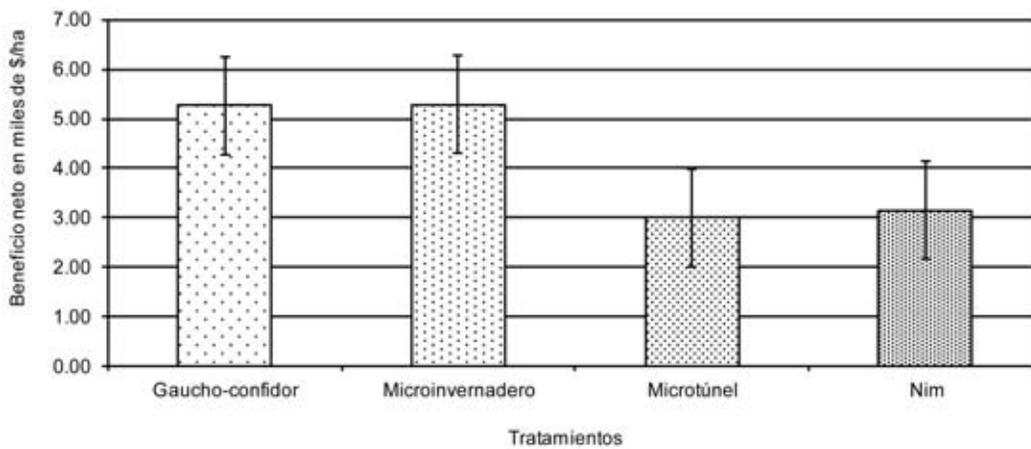


Figura 6. Comparación de los Beneficios netos (\$/ha) obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados en parcelas de tomate, en el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006, en el Municipio de Tisma, Masaya.

Tabla 1. Análisis de la fluctuación poblacional de Bemisia tabaci en cuatros tipos diferentes de tratamientos en parcelas de tomate en el Municipio de Tisma, Masaya en el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006.

Variable	Mosca blanca	
Tratamientos	Medias ± E. S. ²	Significáncia**
Microtúnel	2.15 ± 0.07	a
Nim	2.75 ± 0.10	b
Gaucho-confidor	2.90 ± 0.14	b
Microinvernadero	3.45 ± 0.15	c
C. V. ¹	125.8703	
(F ⁴ ; df; P ³)	(14.03; 2899; 0.0001)	

¹C. V. = Coeficiente de variación. ²E. S = Error estándar. ³P = Probabilidad según Tukey., ⁴F = Fisher calculado, ⁵df = Grados de libertad, ** = Medias que poseen la misma letra no son diferentes estadísticamente

Tabla 2. Análisis de la incidencia de virosis (expresada en porcentaje) transmitida por *B. tabaci* en parcelas de tomate, en los tratamientos evaluados a los 45 y 60 DDT, durante el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006. en el Municipio de Tisma, Masaya.

Variable	Incidencia (%) a los 45 DDT	Incidencia (%) a los 60 DDT
Tratamientos	Medias ± E. S².	Medias ± E. S².
Microinvernadero	4.62 ± 0.80 a	14.00 ± 3.55 a
Microtúnel	8.37 ± 2.60 a	18 ± 3.74 a
Nim	19.12 ± 5.83 b	35.31 ± 7.56 b
Gaicho-confidor	26.80 ± 8.67 b	56 ± 17.52 b
C. V ¹ .	80.75	71.70
(F ⁴ ; df ⁵ ; P ³)	(3.43; 14; 0.0466)	(3.76; 16; 0.03)

¹C. V. = Coeficiente de variación, ²E. S. = Error estándar, ³P = Probabilidad según Tukey, ⁴F = Fisher calculado, ⁵df = Grados de libertad, ** = Medias que poseen la misma letra no son diferentes estadísticamente

Tabla 3. Análisis de la severidad de virosis (expresada en porcentaje) transmitida por *B. tabaci* en las parcelas de tomate en los tratamientos evaluados; a los 40 y 60 DDT, en el Municipio de Tisma, Masaya; durante el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006.

Variables	Severidad (%) a los 45 DDT	Severidad (%) a los 60 DDT
Tratamientos	Medias ± E. S.	Medias ± E. S.
Gaicho-confidor	11.17 ± 3.16 a	37.83 ± 11.76 a
Microtúnel	8.75 ± 2.44 b	11.75 ± 3.41 ab
Nim	5.83 ± 1.59 b	17.5 ± 4.75 ab
Microinvernadero	1.16 ± 0.20 b	8.00 ± 2.79 b
C. V ¹ .	69.78	80.03
(F ⁴ ; df ⁵ ; P ³)	(4.20; 14; 0.0257)	(3.92; 16; 0.0284)

¹C. V. = Coeficiente de variación, ²E. S. = Error estándar., ³P = Probabilidad según Tukey, ⁴F = Fisher calculado, ⁵df = Grados de libertad, ** = Medias que poseen la misma letra no son diferentes estadísticamente.

Tabla 4. Presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos evaluados en semilleros de tomate en el Municipio de Tisma, Masaya en el periodo comprendido entre Junio y Septiembre del año 2006.

Rubro	Tratamientos			
	Gaicho - Confidor	Microinvernadero	Microtúnel	Nim
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	16,154.16	16,350.79	9,294.06	9,783.03
Rendimiento ajustado (10%)	14,538.74	14,715.81	8,364.65	8,804.73
Beneficio bruto	5,252.48	5,316.45	3,021.94	3,180.92
Preparación y desinfección de semillero			9.09	9.09
Llenado de bandejas	4.54	4.54		
Control físico		37.4	34.42	
Control botánico				24.48
Control químico	11.30			
Total de costos variables	15.84	41.94	43.51	33.57
Beneficio neto	5,236.64	5,274.50	2,978.43	3,147.35

* Cambio oficial del dólar = 17.63

** Precio de venta 7.37\$ /caja.

Tabla 5. Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos evaluados en semilleros de tomate en el Municipio de Tisma, Masaya en el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006.

Tratamientos	Costos variables	Beneficio neto	Dominancia
Gaucha-confidor	15.84	5,236.64	ND
Nim	33.57	3,147.35	D
Microinvernadero	41.94	5,274.50	ND
Microtúnel	43.51	2,978.43	D

Tabla 6. Tasa de Retorno Marginal (TRM) para cada uno de los tratamientos evaluados en semilleros de tomate en el Municipio de Tisma, Masaya en el periodo comprendido entre junio y septiembre del año 2006.

Tratamientos	C. V	C. V. M.	B. Netos	B. N. M.	T. R. M.
Gaucha-confidor	15.84		5,236.64		145.05
Microinvernadero	41.94	26.10	5,274.50	37.86	

evitar el contacto directo de la mosca blanca transmisora de virus con el cultivo, pero sobre todo en la etapa de semillero.

En la Figura 1 se puede observar que las poblaciones de mosca blanca fluctuaron de forma similar en los cuatro tratamientos, durante las primeras 9 fechas de muestreo (16 de junio al 11 de agosto), esto fue posible a que durante este periodo, el productor realizó aplicaciones constantes de productos químicos sintéticos como Actara, Confidor, orthene, etc. contra mosca blanca. Estas aplicaciones se suspendieron en la primera semana de agosto, coincidiendo luego con el incremento de las poblaciones de mosca blanca, otra probable explicación para el incremento de las poblaciones de esta plaga, es la coincidencia con la fase de veranillo o canícula, que fue entre julio a agosto, además las precipitaciones durante el mes siguiente fueron muy escasas, esto creó condiciones favorables para que las poblaciones aumentaran (CATIE, 1990; Hilje, 2001). Los picos poblacionales más altos de mosca blanca que se muestran en este estudio, coincidieron con los obtenidos por Cruz y Aráuz (2005) los cuales reportaron incremento de este insecto a los 69 y 78 DDT. Los promedios más bajos de mosca blanca en este estudio se presentaron en las dos primeras fechas de muestreo (16 y 23 de junio) y los más altos en la última fecha de muestreo (1 de septiembre). Los muestreos se suspendieron el 1 de septiembre ya que hubo un ataque severo de tizón temprano (*Alternaria solani*) y la mayoría de los sitios establecidos para el muestreo estaban afectados por esta enfermedad.

En general, en el presente estudio se observa que las poblaciones de moscas blancas fueron relativamente bajas en comparación con otros estudios realizados, por

ejemplo Jarquín, (2004) reporta promedios mínimo de 26.60 mosca/planta y máximos de 27.92 moscas/planta y Vásquez, (2006) reporta promedios máximos de 0.6 moscas/planta. En este estudio se reportan mínimos de 2.15 mosca/planta y máximos de 3.45 mosca/planta (Figura 2). En esta misma figura se presentan los promedios de mosca blanca por planta y por tratamiento. El tratamiento que presentó el mayor promedio de mosca blanca fue el tratamiento de Microinvernadero, esto probablemente se deba a que este insecto tiene mayor preferencia por plantas vigorosas, sanas y con muchos brotes tiernos ya que estas son ricas en azúcares y nitrógeno (Van Lenteren y Noldus, 1990; citado por Quirós et al, 1994). Amador y Hilje, 1993; citado por Blanco y Hilje, 1995, también observaron que *B. tabaci* tuvo mayor preferencia por plantas que han estado protegidas previamente. En cuanto a la incidencia y severidad de la virosis transmitida por mosca blanca, en el presente estudio se observó que la ocurrencia de esta enfermedad se comportó diferente en los cuatro tratamientos evaluados, pero para los dos casos (incidencia y severidad) los porcentajes fueron bajos en comparación con otros estudios. El tratamiento Gaucha-confidor presentó el máximo porcentaje de incidencia con 56% y 37% de severidad a los 60 DDT; estos bajos porcentajes de incidencia y severidad probablemente se debieron a que los semilleros estuvieron protegidos durante el primer periodo crítico de su desarrollo. Aunque el tratamiento Gaucha-confidor presentó los mayores porcentajes de incidencia y severidad de virosis, dichos porcentajes se pueden considerar bajos en comparación con otros estudios. Los bajos porcentajes de virosis en el caso de los semilleros protegidos físicamente, coinciden

con Blanco y Hilje, 1995 los cuales observaron que la protección del almacigo con malla fina durante los primeros 30 días, posiblemente excluye a *B. tabaci*, reduciendo la incidencia y la severidad de virosis en el campo, en el presente estudio estos tratamientos (Microinvernadero y Microtúnel), fueron los que presentaron los resultados más satisfactorios en cuanto al manejo de esta enfermedad, probablemente debido al hecho de haber estado protegidos en la etapa más crítica y susceptible de su fenología. Según Quirós *et al.*, (1995) para los primeros 30 días se ha tenido éxito en el manejo de mosca blanca-Geminivirus estableciendo almacigos cubiertos con mallas finas en recipientes que eviten el estrés del transplante.

Es importante, para la producción de tomate el manejo de la virosis transmitida por *B. tabaci*, ya que esta puede tener efectos negativos en los rendimientos del cultivo. En este estudio se observa que el tratamiento que presentó el mayor rendimiento fue Microinvernadero con 16,350.79 kg/ha, probablemente esto se debió a que este tratamiento fue sembrado en bandejas y protegidos físicamente en la etapa más crítica de su desarrollo. El segundo tratamiento que presentó los mayores rendimientos fue el tratamiento de Gaucho-confidor con 16,154.16 kg/ha, aunque este tratamiento no estuvo físicamente protegido, se puede decir que su rendimiento (relativamente alto) se debe a que fue sembrado también en bandejas, ya que el sustrato pudo haberle proporcionado mayor cantidad de nutrientes y mayor retención de humedad (Quirós *et al.*, 1994), produciendo plantas con un sistema radicular bien desarrollado lo cual es importante a la hora del transplante (Blanco y Hilje, 1995). Por el contrario, los tratamientos que obtuvieron los menores rendimientos fueron el Nim con 9,738.03 kg/ha y el Microtúnel con 9,294.06kg/ha, esto probablemente se debió a que estos tratamientos estaban sembrados directamente en el suelo lo cual es una desventaja, ya que eso se traduce en más competencia con malezas por nutrientes, agua y luz, reduciendo así los rendimientos debido a la producción de plántulas etioladas en el caso de Microtúnel, cloróticas y fáciles de estresarse a la hora del transplante (Quirós *et al.*, 1994; Blanco y Hilje, 1995). En general, los rendimientos en este estudio fueron bajos para los cuatro tratamientos, esto se debió al ataque severo del tizón temprano (*Alternaria solani*) en todas las parcelas, interrumpiendo la recolección de datos para la estimación de cosecha.

Los altos rendimientos de un cultivo son un factor muy importante para los productores, más aun cuando los precios en el mercado son altos. Es de mucha importancia, a la hora de hacer un estudio, determinar

cual de las tecnologías evaluadas representa una mejor opción (económicamente hablando) para los productores. En el presente estudio se realizó un análisis económico basado en un presupuesto parcial, a través de este se pudo determinar que los mejores beneficios netos los presentó el tratamiento de Microinvernadero, seguido por Gaucho-confidor y los menores beneficios netos los presentó el Nim y el Microtúnel (Figura 6), esto probablemente se debió a que los tratamientos Microinvernadero y Gaucho-confidor obtuvieron los mayores rendimientos; asimismo, en el análisis de la tasa de retorno marginal realizado para los tratamientos no dominados Microinvernadero y Gaucho-confidor, se obtuvo una tasa de retorno marginal de 145.05 % es decir que por cada dólar invertido al pasar del tratamiento Gaucho-Confidor a Microinvernadero, el agricultor espera ganar un promedio de 1.45 dólar, por tanto es una opción recomendable económicamente debido a que es mayor que la tasa de retorno mínima aceptable.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de Microinvernadero y Microtúnel, tienen un efecto sobre la incidencia y la severidad de virosis transmitida por mosca blanca en comparación con los demás tratamientos.

La protección del tomate en la etapa de semillero con la tecnología de Microinvernadero, fue más eficiente que los demás tratamientos comparados en lo que respecta a los rendimientos obtenidos.

De la comparación económica realizada, el tratamiento que resultó más rentable fue el Microinvernadero.

RECOMENDACIONES

Seguir evaluando estas alternativas de protección de semilleros de tomate, tanto en Tisma como en otras zonas productoras de tomate del país, para comprobar con mayores argumentos que el uso de estas tecnologías son eficaces para el manejo del complejo mosca blanca-Geminivirus.

En base a este estudio y a los resultados obtenidos en él, se puede recomendar el uso de Microinvernaderos como protección física de semilleros ya que este tratamiento obtuvo el menor porcentaje de incidencia y severidad de virosis y el mejor rendimiento.

Realizar este estudio en época de apante para determinar si el uso de estas tecnologías se comporta de forma similar en estas fechas.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Centro Internacional de Agricultura (CIAT) por contribuir económicamente para la

realización de este estudio, al señor productor Francisco Javier Altamirano por apoyarnos durante toda la fase de campo del experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, F. 2004. Análisis Económico de Experimentos de Campo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. p. 143-156.
- CATIE. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba. Costa Rica. p.
- Chavarría, S, 2004. Evaluación de cinco variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en relación al complejo mosca blanca-Geminivirus bajo infecciones naturales en la zona del pacifico de Nicaragua. Tesis de Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. UNA FAGRO. p. 3-4.
- Gomes, D. 1992 evaluación de seis variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo un manejo MIT para el complejo mosca blanca geminivirus en el Valle de Sébaco. Nic. 51 p.
- Hilje, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de plagas Turrialba, (Costa Rica) 29: 51-57.
- Jarquín, D, 2004: Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), basado en el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Geminivirus, en la Comunidad de Apompuá, Potosí, Rivas, Nicaragua. Tesis de M. Sc. Managua, Nicaragua. p. 21-25.
- Morales, F. J.; Cardona, C; Bueno, M. J. y Rodríguez, I. 2006. Manejo Integrado de Enfermedades de Plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. ed. Francisco J Morales. CIAT. Colombia. p 43
- Mendoza S. 2002. Diagnóstico en la entofauna benéfica presente en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y gusano del fruto, a través del Nim 80 (*Azadirachtha indica*), Dipel (*Bacillus thuringiensis*) y Filitos en el Municipio de Estelí, en época de apante. Tesis de Ing Agrónomo Managua, Nicaragua. p. 1-2.
- Quiros, C. A.; Ramirez, O.; Hilje, L. 1994. Participación de los productores en adaptar y evaluar tecnologías de semilleros contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en tomate. Manejo Integrado de Plagas. Turrialba Costa Rica. p. 1-7
- Rayo M. 2001. Caracterización biológica transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en el Municipio de Santa Lucía, Boaco y la evaluación de diferentes materiales de tomate sometidos a inoculación artificial y natural antes el complejo mosca blanca-Geminivirus. Managua, Nicaragua. p. 1-4.
- Rojas, A.; Kvarnheden, A. y Valconnen. J. P. T. 2000. Geminivirus infesting tomato crop in Nicaragua. Plant. Disc. 89. p. 843-846.
- Vásquez M. 2006. Evaluación de dos variedades de siembra y selección negativa como opciones del manejo complejo mosca blanca- Begomovirus en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en dos regiones de Nicaragua. Tesis de Ing Agrónomo. Managua, Nic. p. 1-5
- Van Lenteren, J. C.; Noldus, L. P. J. J. 1990. Whitefly-plant relationships; Behavioural and ecological aspects. In *Whiteflies: Their biionimics, pest status and management*. D Garling (ed) New Castle, U K. Athenaeum Presss. p. 47-89.
- Zúñiga C. y Ramírez P. 2002. Los Geminivirus, patógenos de importancia mundial. Manejo integrado de plagas y Agroecología. Turrialba, Costa Rica N° 64 Pág. 25-33.