

“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Sede Regional Camoapa

Trabajo de Graduación

Evaluación de tres insecticidas botánicos y dos químicos contra el complejo
mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Genn.)- Geminivirus en el cultivo de tomate
(*Lycopersicon esculentum*, Mill) en Camoapa, Boaco.

AUTORES

- ☒ Br. Lilliam Esther Arceda Medina.
- ☒ Br. Silvana del Socorro López.

ASESOR

Ing. Kelving John Cerda Cerda.

Camoapa, Boaco
Nicaragua

24 Septiembre del 2011

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la facultad y/o director de sede:

Ing. M.Sc Luis Guillermo Hernández Malueños.

Como requisito parcial para optar al título profesional de: INGENIERO AGRÓNOMO

Miembros del tribunal examinador

Ph.D. Freddy Miranda O.

Presidente

Ing. Fernando Hernández S.

Secretario

Ing. Jorge Gómez M.

Vocal

Ing. Kelving John Cerda C.

Asesor

Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa
24 de septiembre del 2011

DEDICATORIA

A Dios, por ser nuestro creador, amparo y fortaleza, cuando más lo necesitamos, y por hacer palpable su amor a través de cada una de las personas que nos rodean.

A mi querida madre María Eladia Medina Urbina por ser un ejemplo en mi vida de amor, entrega y sacrificios. Sin ti no hubiese podido lograr esta meta, eres el más preciado tesoro que Dios me ha regalado.

A mi papá por su experiencia y conocimientos invaluable, mis hermanos, profesores y amigos por su apoyo incondicional y motivación para salir adelante, que sin esperar nada a cambio, han sido pilares en nuestro camino y así, forman parte de este logro, que nos abre puertas en nuestro desarrollo profesional.

Lilliam Esther Arceda Medina

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A ti Madre, Isabel López Ojeda a quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado,
¡Te quiero mucho!

A mis Hermanos, porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.

A mis Familiares, gracias a mis tías que directamente me impulsaron para llegar hasta este lugar, a todos mis familiares que me resultan muy difíciles poder nombrarlos en tan poco espacio.

A mis maestros, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por los conocimientos que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional,

A mis amigos, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que hasta el momento, seguimos siendo amigos.

Silvana del Socorro López

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por amarnos tanto y regalarnos estos cinco años que hoy reflejan el primer fruto, de muchos que vendrán, y que son producto de nuestra constancia y perseverancia.

A nuestros padres y hermanos, que nos han regalado el derecho de crecer, y que en este proceso han estado con nosotras, deben saber, que son el motor de nuestra motivación.

A nuestros amigos, que en todo tiempo nos han apoyado y compañeros de clase porque sin ellos la vida universitaria no hubiese sido tan especial.

A nuestros profesores, que hoy pueden ver un reflejo de lo que han formado y que sin duda han calado hondo en nuestras vidas, permitiéndonos escoger esta profesión por el amor que hemos visto reflejados en su desarrollo profesional.

A nuestro profesor guía, Kelvin John Cerda, que ha sido una gran ayuda y que sobre todo, nos ha sabido entender, aconsejar y guiar, en este proceso.

A la Universidad Nacional Agraria y en especial a la sede-Camoapa por darnos la oportunidad de formar parte de ella y por permitimos ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país..

A la Cooperación Sueca a través de Asdi – SARE, por brindar apoyo con el financiamiento de esta investigación y a los productores Ing. Francisco Altamirano y Sr. Elio Oporta por su acompañamiento en el desarrollo del proyecto de investigación.

Lilliam Esther Arceda Medina

Silvana del Socorro López

ÍNDICE GENERAL

| Sección | Páginas |
|---------------------------------------|---------|
| DEDICATORIA | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| INDICE GENERAL | iv |
| INDICE DE TABLA | v |
| INDICE DE FIGURA | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| | |
| I INTRODUCCION | 1 |
| II OBJETIVOS | 4 |
| III MATERIALES Y METODOS | 5 |
| 3.1 Ubicación y fecha del Estudio. | 5 |
| 3.2 Diseño metodológico | 5 |
| 3.2.1 Tratamientos | 6 |
| 3.2.2 Descripción de los tratamientos | 6 |
| 3.3 Manejo del ensayo | 8 |
| 3.3.1 Aplicación de los tratamientos | 8 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3.2 | Fertilización del ensayo | 8 |
| 3.3.3 | Toma de datos | 9 |
| 3.4. | VARIABLES EVALUADAS | 9 |
| 3.4.1 | Incidencia de mosca blanca | 9 |
| 3.4.2 | Incidencia de virus | 9 |
| 3.4.3 | Severidad de virus | 10 |
| 3.4.4 | Otros insectos | 11 |
| 3.5 | Rendimiento | 11 |
| 3.6 | Análisis económico | 11 |
| 3.6.1 | Presupuesto parcial | 11 |
| 3.6.2 | Análisis de dominancia | 12 |
| 3.6.3 | Tasa de retorno marginal | 12 |
| 3.6.4 | Análisis de los datos | 12 |
| IV | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 13 |
| 4.1 | Fluctuación poblacional de adultos de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci Genn</i>) en cultivo de tomate en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 13 |
| 4.2 | Incidencia del daño de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci Genn</i>) en cultivo de tomate en las distintas fechas de muestreo para cada uno de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 16 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3 | Severidad del daño de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Genn) en cultivo de tomate en las distintas fechas de muestreo para cada uno de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 17 |
| 4.4 | Promedio poblacional de insectos plagas minador de la hoja y afidos en las distintas fechas de muestreos para cada uno de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 20 |
| 4.5. | Promedio poblacional de enemigos naturales en las distintas fechas de muestreos para cada uno de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 21 |
| 4.6. | Rendimiento total (kg/ha^{-1}) en los tratamientos en el periodo comprendido entre junio y agosto del 2010. Mombachito, Camoapa | 24 |
| 4.7 | Comparación económica de los tratamientos evaluados | 25 |
| 4.7.1 | Presupuesto parcial | 26 |
| 4.7.2 | Análisis de dominancia | 27 |
| 4.7.3 | Análisis de la tasa de retorno marginal | 27 |
| V | CONCLUSION | 29 |
| VI | RECOMENDACIONES | 30 |
| VII | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 31 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | | PÁGINAS |
|--------|---|---------|
| 1 | Escala de severidad de virosis | 10 |
| 2 | Análisis de separación de media según Duncan ($\alpha = 0.05$) de la fluctuación poblacional de mosca blanca en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010, Mombachito, Camoapa. | 14 |
| 3 | Análisis de separación de media según Duncan ($\alpha = 0.05$) de incidencia de virus (%) transmitida por mosca blanca en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010, Mombachito, Camoapa. | 17 |
| 4. | Análisis de separación de media según Duncan ($\alpha = 0.05$) de la severidad de virus (%) transmitida por mosca blanca en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa. | 18 |
| 5. | Promedio poblacional de insectos plagas, en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 20 |
| 6. | Promedio poblacional de enemigos naturales en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 22 |

7. Presupuesto parcial (U\$) de los tratamientos evaluados en los periodos comprendidos entre abril y junio, 2010. Mombachito, Camoapa. 26
8. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa. 27
9. Análisis de la tasa de retorno marginal de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa 28

INDICE DE FIGURAS

| FIGURA | | PÁGINA |
|--------|---|--------|
| 1. | Fluctuación poblacional de mosca blanca en los insecticidas químicos y botánicos, en el período comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 13 |
| 2. | Comparación del porcentaje de incidencia de virus en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 16 |
| 3. | Comparación del porcentaje de severidad de virus en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa | 18 |
| 4. | Rendimiento total en kg/ha^{-1} por tratamiento, en el periodo comprendido entre junio y agosto del 2010. Mombachito, Camoapa | 24 |

Evaluación de alternativas de manejo químicos y botánicos contra el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, genn.)- Geminivirus en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill).

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre el periodo comprendido de Abril a Julio del 2010, en la comunidad de Mombachito, municipio Camoapa, departamento de Boaco. El objetivo fue evaluar cinco alternativas de manejos contra el complejo *Bemisia tabaci* – Geminivirus, en el cultivo de tomate. El híbrido utilizado fue Shanty, estableciendo el semillero bajo condiciones de micro-invernadero, para evaluar las alternativas de manejo se utilizó un diseño de bloque completo al azar (BCA), arreglando los siguientes tratamientos: actara 25 WG (Thiametoxam); engeo 24,7 SC (Thiametoxam + Lambda-Cihalotrina); macerado de hojas de madero negro (*Gliricidia sepium*); aceite vegetal + jabón líquido, macerados de ajo (*Allium sativum*)+ chile (*Capsicum sp*)+ jabón y un testigo (sin aplicación). En las variables evaluadas (promedio de mosca blanca, incidencia de virus, severidad de virus, otros insectos, rendimiento y análisis económico). Se registraron los siguientes resultados: promedio de mosca blanca/plantas más bajos actara (1.20 ± 0.12 ; $Pr \leq 0.0001$), aceite vegetal (1.57 ± 0.16) y madero negro (1.66 ± 0.18). Los menores porcentajes de incidencia y severidad de virus fue el actara. En el tratamiento de madero negro se registraron los promedios más alto de araña, después del tratamiento testigo. Los rendimientos promedios registrado por tratamientos más altos fue en engeo y madero negro, el tratamiento que mostró la tasa de retorno marginal más alta fue engeo con 638 %.

Palabras claves: *Enemigos naturales, Gliricidia sepium, TRM.*

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es originario de la costa occidental de Sudamérica específicamente de los Andes, (Smith, 1994). La introducción del cultivo a Europa fue desde Tenochtitlán, capital del imperio azteca, después de la conquista de los españoles (Peralta *et al.*, 2007). El tomate se inicio a cultivar en Nicaragua en los años 1940's, inicialmente en el municipio de Tisma, departamento de Masaya (Rayo, 2001).

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 Nandaime aunque en menor escala. Existen otras zonas con potencial, como el valle de Jalapa, la meseta de Carazo y algunos valles de los departamentos de Boaco y Chontales (INTA, 1999).

La producción mundial de tomate (tanto fresco como procesado) alcanzó 108 millones de toneladas en el año 2002 (FAS/USDA, 2003). (MAGFOR2007) reportó que la exportación de tomate en Nicaragua disminuyó en un 86 % para los años 2007–2008 (4479.24 a 601.25 t), aun así se mantuvo entre las seis primeras hortalizas que aportan a la economía del país (MIFIC, 2007).

Los problemas que amenazan la producción de tomate son variados, pero el más sentido por los productores lo representan complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Genn), que ha llegado a causar una pérdida de hasta el 100 % de los rendimientos en el cultivo de tomate (Morales, 1990). Los problemas ocasionado por el complejo mosca blanca–geminivirus se reportaron en Centroamérica desde 1961 y en Nicaragua se reporta por primera en 1965 (CATIE, 1990).

Esta plaga causa daños directamente al cultivo del tomate, caracterizado por succionar la savia e inyectar sustancias fitotóxicas a la planta. También por la transmisión de Geminivirus causante de enfermedades viróticas en tomate, el cual es capaz de devastar por completo un área determinada de cultivo, donde las etapas más críticas son las primeras semanas después de la germinación de la planta (Brown, 1994; Jarquín, 2004).

Taxonómicamente *B. tabaci* pertenece a la clase insecta, orden Homóptera y familia Aleyrodidae (Caballero, 1996). El insecto presenta un ciclo de vida variable, el cual depende en gran medida del hospedero y de la temperatura, ya que a 32°C el ciclo del insecto dura 19 días y se puede extender hasta 73 días a 15 °C; este periodo puede ser mayor o menor dependiendo de las variaciones de temperatura (Salguero, 1992).

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; su gran movilidad facilitada por el viento, permitiéndole emigrar de un cultivo a otro; amplio ámbito de hospedero, siendo esta altamente polífaga; alteraciones fitotóxicas, por lo general síndromes en diferentes cultivos y sobre todo asociación con Geminivirus (Hilje, 2001).

Se han identificados grupos de geminivirus transmitidos por mosca blanca que se han reportado en Nicaragua entre los que están: el primer grupo relacionado con el *virus del enrollamiento de las hojas 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 las zonas de Sébaco, Condega y Masaya relacionado con el *Virus del moteado suave del tomate*, siendo éste último el grupo de mayor importancia (Rojas *et. al.*, 2000).

Como solución a corto plazo los productores han utilizado insecticidas sintéticos de diferentes grupos químico, abusando de las dosis recomendadas, número de aplicaciones en un solo ciclo. Como consecuencia mosca blanca ha adquirido resistencia a los grupos de insecticidas carbamatos, organofosforado, peritroides (Dittrich *et al.*, 1990) y bifentrin, metamidofos, endosulfan (Hruska *et al.*; 1997).

Entre las búsquedas de alternativas a esta problemática se han realizado investigaciones en: identificación de plantas hospederas *Lycopersicum esculentum*, Mill, *Phaseolus vulgaris*, L. *Gossypium hirsutum*, *Nicotiana tabacum*, *Cucumis melo* (Caballero, 1994), evaluación de insecticidas (Mendoza, 2002), evaluación de variedades resistente a geminivirus virus transmitido por mosca blanca (Chavarría, 2004), manejos de semilleros de tomate (Chavarría y Rizo, 2009).

En el 2006 y en el 2007 se evaluaron cuatro alternativas de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus en semilleros de tomate con productores de Tisma, Masaya. Los resultados de estos estudios reportan que el uso de barreras físicas como micro invernadero y/o micro túnel protegen de manera efectiva contra infecciones tempranas de virus transmitidos por mosca blanca (Rodríguez y Morales, 2007), pero eso no es totalmente la solución al problema ya que es necesario además identificar la alternativa en manejo de campo que ayude a recuperar el equilibrio de los sistemas, proteja al hombre y que sea viable económicamente.

Parece evidente que algunos sistemas de producción, por razones económicas y ecológicas no podrán sostenerse a mediano plazo, al menos que se desarrollen nuevas tecnologías para el manejo del problema de mosca blanca. La magnitud y complejidad del problema y la labor de la investigación y la transferencia de tecnologías requiere del esfuerzo conjunto y coordinado de muchas instituciones ligadas al sector agropecuario (Hilje, L. 2000).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- Identificar alternativas de manejo contra el complejo mosca blanca-geminivirus que contribuyan a la sostenibilidad del sistema en el cultivo de tomate.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de cinco alternativas de manejo sobre poblaciones de mosca blanca en el cultivo de tomate en etapa de campo.
- Evaluar el efecto de cinco alternativas de manejo del complejo mosca blanca-geminivirus sobre la incidencia y severidad de virus en el cultivo de tomate.
- Comparar los beneficios económicos entre las alternativas botánicas y químicas, a través de un análisis económico de presupuesto parcial.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y fechas del estudio

El estudio se realizó en el departamento de Boaco, municipio Camoapa, comunidad Mombachito finca San Pascual. El municipio de Camoapa está ubicado a 114 km de distancia de la capital Managua y 30 km de la cabecera departamental (Boaco). Entre las coordenadas 12° 23' de latitud norte y 85° 30' de longitud oeste (Monterrey, 2009). Limita al norte con el departamento de Matagalpa y el municipio de Boaco, al sur con Chontales al este con la RAAS y al oeste con el municipio de San Lorenzo. Se encuentra a una altura de 520 m.s.n.m, presentando un clima variado, con temperaturas de 23°C a 25.2°C y con precipitaciones pluviales anuales que oscilan entre los 1200 y 2000 mm, suelos francos arcillosos con pH entre 6.5 y 7 (AMUNIC, 2005).

La finca San Pascual, se ubica a 14 km al norte de la ciudad de Camoapa, se encuentra entre 1150 - 1350 m.s.n.m con precipitaciones anuales aproximadamente entre 800 y 1200 mm. El trabajo se efectuó en el periodo comprendido entre febrero a agosto del 2010.

3.2 Diseño metodológico

El experimento fue un unifactorial, con diseño de establecimiento de bloque completo al azar (BCA), dividiéndose en cuatro bloques, con seis parcelas en cada bloque. La parcela útil estuvo definida por los dos surcos centrales en cada parcela totalizando un promedio de 20 plantas por parcela útil. Las distancias de siembras fueron de 0.5 m entre plantas y 1.5 m entre surcos, el tamaño de cada parcela fue de 6 m de largo y 9 de ancho. Las dimensiones fueron las siguientes: área de la parcela experimental 54 m², área del bloque 324 m², área entre bloques 243 m² y el área total del experimento 1539 m².

El establecimiento del semillero se realizó en el mes de febrero, el trasplante al campo definitivo se efectuó a los 35 días. Los muestreos se realizaron semanalmente iniciando 8 ddt y finalizando previamente a la cosecha, la cual se realizó en los meses de julio y agosto.

3.2.1 Tratamientos

| No | Tratamientos |
|----|--------------------------------|
| T1 | actara |
| T2 | engeo |
| T3 | macerado de madero negro |
| T4 | aceite vegetal + jabón líquido |
| T5 | chile + ajo + jabón |
| T6 | testigo |

3.2.2 Descripción de los tratamientos

T1: Actara® 25 WG. El Tiametoxam 25% como ingrediente activo puede ser aplicado en muchos cultivos para el control de varios tipos de insectos plaga tales como áfidos, moscas blancas, trips, minadores, chinches, saltahojas, coleópteros y lepidóptera. Actara® 25 WG es igualmente efectivo en aplicaciones foliares y en aplicaciones al suelo.

Su sistemicidad y alta solubilidad dan un elevado período de control y permiten un buen aprovechamiento del producto en aplicaciones al suelo, aún en épocas secas. Las dosis utilizadas fueron 300 g ha⁻¹ en el cultivo de tomate (syngenta®).

T2: Engeo® 247 SC. Ingredientes activos: *Tiametoxam* 141g/L (14.1%P/V), *Lambdacihalotrina* 106 g/L (10,6%P/V). Engeo® 247 SC, es un insecticida de amplio espectro de acción, indicado para el control de larvas y adultos de insectos masticadores, picadores –chupadores como polillas, mosquitas blancas y otros en hortalizas, leguminosas y tabaco.

Además, evita la eclosión de huevos por contacto con un rápido poder de volteo por ingestión, posee efecto de repelencia y acción anti alimentaria. Engeo® 247 SC se caracteriza por su alta liposolubilidad, por lo que es rápidamente absorbido por la capa cerosa de los insectos. Es efectivo incluso en condiciones de alta humedad ambiental y sobre el follaje y con temperaturas bajas. Se aplicó dosis de 350 cc ha⁻¹. En intervalos entre 7 a 30 días, dependiendo la presión de la plaga (syngenta®).

T3: madero negro (*Gliricidia sepium*). Extractos de *G. sepium*, fueron evaluadas en cuanto a su actividad fago disuasiva sobre los adultos de *B. tabaci*, encontrando que el macerado de hojas reduce la actividad del insecto (Flores *et al.*, 2007). (Quezada, 2003), reporta que en seis días de reposo de macerado de hojas de *G. sepium* se extrae la mayor cantidad de ingrediente activo. Se trituro 0.23 kg de hoja de madero negro en un litro de agua dejándolo en reposo por 3 días para disolver en bomba de 20 litros, las aplicaciones se realizaban según la incidencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn).

T4: aceite vegetal + jabón líquido. La FUNSALPRODESE, 2000, se aplicó la mezcla de 12 copas bayer de aceite vegetal, 6 copas bayer de jabón líquido y se agregó esta solución a la bomba de 20 litros de agua, para el control de mosca blanca. (Fenigstein *et al.*, 2001), evaluó diferentes aceites de origen vegetal, encontrando que los de semilla de algodón y maní causan mayor mortalidad en los diferentes estados del ciclo de vida de *B. tabaci*.

T5: chile + ajo + jabón. Su ingrediente activo es la *capaicina*. Actúa inhibiendo el apetito de los insectos, sus principios activos se sitúan en la cascara y semillas, el chile libera una toxina que actúa como repelente y desvía los hábitos alimenticios por el contacto o la ingestión que altera el sistema nervioso central de la mosca (ASECSA, 1990 & Domínguez, 2000). El ajo al ser absorbido por la planta puede provocar alteración en la transpiración y un cambio en los líquidos intracelulares tales como la savia de la planta. Provoca además una sobreexcitación en el sistema nervioso (causada por la sustancia llamada tiosulfato), provocando desorientación (Domínguez, 2000).

Este tratamiento se aplicó por aspersión una vez que se encontró un promedio de una mosca por planta con dosis de 100 g de chile molido (cascara y semilla madura), 100 g de ajo molido en 1 litro de agua y 100 g de jabón blanco (como adherente), por bombada de 20 litros.

T6: Testigo. En este tratamiento no se realizó ninguna aplicación.

3.3 Manejo del ensayo

En este estudio se estableció un semillero de tomate bajo condiciones de micro invernadero en Tisma-Masaya que duró 35 días aproximadamente. Se utilizó semilla certificada Shanty®, ésta se puede sembrar todo el año si se dispone de agua, se caracteriza por ser resistentes a TYLCV. La planta es vigorosa y con producción abundante, los frutos son rojos de forma oval con peso de 100 a 150 gr, con larga vida y resistentes al transporte (productores de hortalizas-México y Centroamérica 2011).

3.3.1 Aplicaciones de los tratamientos

Para determinar la aplicación de los tratamientos se realizaron muestreos semanales, se utilizó una bomba de mochila matabi, boquilla metálica, con capacidad de 20 litros de agua, las aplicaciones se efectuaron por las mañanas solamente cuando el daño llegó al umbral, tomando como nivel crítico poblacional 1 mosca blanca promedio por planta de tomate; considerando que esta plaga es el principal vector de muchos virus.

3.3.2 Fertilización del ensayo

La fertilización de las plantas se realizó utilizando fertilizante completo (18-46-00), urea (46-0-0) y Muriato de potasio (0-0-60), las dosis aplicadas se distribuyeron de acuerdo a la demanda que la planta de tomate requiere ($N = 280 \text{ kg}$, $P_2O_5 = 200 \text{ kg}$, $K_2O = 430 \text{ kg}$ todos en ha), distribuido en las fases fenológica (Chemonics, 2008).

3.3.3 Toma de datos

El muestreo se realizó semanalmente por la mañana basada en conocimiento bioecológicos de la plaga. Para el levantamiento de los datos se seleccionaron los dos surcos centrales en cada parcela de tomate. En cada uno se tomaron 10 plantas y se muestrearon específicamente las hojas tiernas, las mismas fueron marcadas para darle seguimiento a la incidencia y severidad de virosis

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Promedio de mosca blanca.

La variable incidencia de mosca por planta, se comenzó a tomar desde los 8 días después del transplante, realizando monitoreos semanales hasta los 60 ddt, donde se muestreaban todas las hojas de las plantas específicamente el envés de la hoja, lugar donde se encuentra más frecuente la mosca blanca. Para calcular el promedio de mosca blanca por planta se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Incidencia de adultos de mosca blanca} = \frac{\text{sumatoria de mosca blanca por plantas}}{\text{el total de plantas muestreadas}}$$

3.4.2 Incidencia de virus

La toma de datos inició a partir de la aparición de los primeros síntomas (20ddt). Se revisaron 20 plantas en cada tratamiento para un total de 120 plantas por repetición, se revisó toda la planta. La incidencia es la relación de las plantas que presentaban síntomas del daño de la mosca blanca con relación al número total de las plantas muestreadas, multiplicadas por cien.

$$\text{Incidencia de virosis} = \frac{\text{total de plantas con sintomas virales}}{\text{el total de plantas muestreadas}} \times 100$$

3.4.3 Severidad de virus

La severidad es el porcentaje de tejido visiblemente dañado o afectado de una planta con relación al total evaluado. Para diferenciar una planta sana de una enferma se realizó a través de la observación del síntoma característico que presentan las hojas de las plantas atacadas por la mosca blanca, como es la clorosis y deformación de las hojas y ramas. La toma de datos se realizó a los 20 ddt y se continuaron 1 vez por semana hasta los 42 ddt.

Para obtener el grado porcentual de la severidad se utilizó la siguiente fórmula general planteada por Vanderplank, 1963: sumatoria de los grados de severidad encontrados entre el número total de planta totales multiplicada por el grado mas alto de la escala por 100.

$$\text{Severidad de Virus} = \frac{\sum \text{de los grados de severidad encontrados}}{\text{el numero de plantas muestreadas} \times \text{el grado + alto de la escala}} \times 100$$

Para determinar el grado de severidad ocasionado por la mosca blanca se utilizó la escala de severidad, modificada por Jiménez, 2006.

Cuadro 1. Escala de severidad de virosis (modificada por Jiménez, 2006)

| Escala | Severidad (síntomas) |
|--------|---|
| 0 | No hay síntomas |
| 1 | Débil mosaico y corrugado en la lámina foliar en las hojas nuevas |
| 2 | Mosaico y corrugado de las hojas generalizado |
| 3 | Mosaico, corrugado y deformación de hojas y ramas |
| 4 | Enanismo y deformación severa |

3.4.4 Otros insectos

Además de las poblaciones de adultos de mosca blanca, simultáneamente se tomaron datos de la ocurrencia poblacional de insectos plagas y benéficos asociados al cultivo del tomate. Esta variable se tomo desde los 8 días después del trasplante hasta los 48 ddt.

3.5 Rendimiento (kg ha⁻¹)

Para obtener los datos de rendimiento se realizó una sola cosecha de tomate a los 85 ddt seleccionando únicamente cinco plantas de tomate en cada tratamiento por repetición para un total de 20 plantas por las 4 repeticiones, se tomaron los frutos verdes y maduros, se pesaron en una balanza común para obtener un peso en libras y posteriormente convertirlos a kg. Para obtener el rendimiento en kg por hectárea se tomaron en el área en m² que ocupaba cada tratamiento y en base a la distancia de siembra se calculó el número de plantas en cada tratamiento, para sacar el número de plantas que alcanzarían en una ha y así hacer la relación de los kg obtenidos en 20 plantas muestreadas y cuantos obtendríamos en el número de plantas de toda la ha⁻¹.

3.6 Análisis económico (CIMMYT, 1988).

3.6.1 Presupuesto parcial

Es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos evaluados. El presupuesto parcial es una forma de calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento de un experimento en una finca, así mismo incluye los rendimientos medios, rendimientos ajustados y el beneficio bruto de campo (CIMMYT, 1988).

3.6.2 Análisis de dominancia

Consiste en realizar un examen inicial de los costos y beneficios de cada tratamiento, lo cual puede servir para excluir algunos de los tratamientos y como consecuencia simplificar el análisis. Por tanto, un análisis de dominancia se efectúa, primero ordenando los tratamientos de menor a mayor total de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

3.6.3 Tasa de retorno marginal

El análisis de la tasa de retorno marginal se realiza en base a los tratamientos no dominados, comenzando con el de menor costo y se procede 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.

Resulta de la división del beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) y el costo marginal (aumento de los costos que varían), expresada en porcentaje, la tasa de retorno marginal indica, que por cada unidad monetaria que se invierte en adquirir y aplicar un determinado producto en un determinado cultivo, el agricultor recupera la unidad monetaria invertida en dicha actividad, además de obtener unidades monetarias adicionales.

3.6.4 Análisis de los datos

Una vez recolectados los datos en campo se procedió a ordenarlos por variable y luego hacer un análisis de varianza ANDEVA. Se realizó una separación de medias por **Duncan ($\alpha = 0.05$)**. Para hacer los análisis de los datos se usó el programa estadístico INFOSTAT, se hicieron comparaciones en los rendimientos de cada uno de los tratamientos y se determinó la rentabilidad de los tratamientos sometiendo los datos a un análisis económico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Fluctuación poblacional de adulto de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en cultivo de tomate en el período comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

Se comparó la fluctuación poblacional de adulto de mosca blanca en seis parcelas de tomate desde el 4 de abril al 22 de mayo del 2010 (Figura 1). Se observó que las poblaciones de mosca blanca se presentaron a partir de la primera fecha de muestreo. Esta figura muestra que en las fechas del 10 al 24 de abril se presentaron las poblaciones más altas de mosca blanca y las más bajas el 02 de Mayo, el tratamiento que presentó las poblaciones más bajas fue el engeo entre los químicos, aceite vegetal + jabón líquido en los botánicos ambos con promedio de 0.88 moscas blanca por planta, por el contrario, el tratamiento que presentó los mayores niveles poblacionales fue el testigo con 3.59 moscas blancas por planta. El análisis realizado de la fluctuación poblacional de mosca blanca indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.001$), donde actara, engeo y aceite vegetal + jabón líquido reflejan los niveles más bajos comparados con los demás tratamientos aplicados (figura 1).

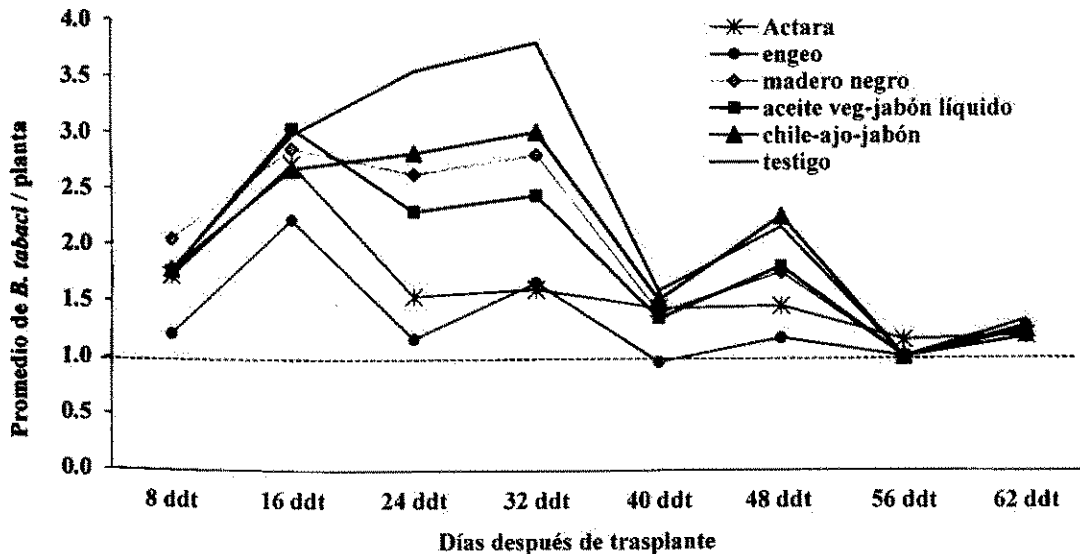


Figura 1. Fluctuación poblacional de mosca blanca en los insecticidas químicos y botánicos, en el período comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

Cuadro 2. Análisis de separación de media según Duncan ($\alpha = 0.05$) de la fluctuación poblacional de mosca blanca en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

| Tratamientos | Medias* \pm E.S | Categorías |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| actara | 1.20 \pm 0.12 | a |
| engeo | 1.36 \pm 0.15 | ab |
| aceite vegetal + jabón líquido | 1.57 \pm 0.16 | bc |
| madero negro | 1.66 \pm 0.18 | bc |
| chile + ajo + jabón | 1.80 \pm 0.19 | cd |
| testigo | 2.07 \pm 0,25 | d |
| C.V=40.37 | Pr=0.0001 | F=20.76; gle =176 |

En Nicaragua en el ciclo 1991-1992 para el caso de mosca blanca se estimaron pérdidas en el cultivo de tomate del 30 - 100% (Jiménez, 2009). En el estudio de evaluación de alternativas de protección física y químicas de semilleros de tomate contra el ataque de complejo de mosca blanca - geminivirus, se reporto mosca blanca como una de las principales plagas que afecta el cultivo de tomate, en el municipio de Tisma-Masaya, según dicho estudio la mosca blanca se presentó en toda la etapa de campo y que causó problemas en el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate, lo que impacto negativamente el rendimiento (González y Obregón, 2007). El daño provocado por mosca blanca- geminivirus depende directamente de la influencia de los tratamientos en el manejo de las poblaciones, buscando disminuir los índices de daños en los cultivos agrícolas (FHIA, 2000).

La fluctuación poblacional de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn), en las parcelas de tomate, se presentó a partir de las primeras fechas de muestreo hasta la culminación del ciclo del cultivo. Las poblaciones más altas de mosca blanca se presentaron en las fechas del 10 al 24 de abril (20 ddt) y 9 de mayo (42 ddt).

En la fecha 02 de mayo, (35 ddt) las parcelas tratadas con engeo y aceite vegetal + jabón líquido, obtuvieron las menores poblaciones de mosca blanca en comparación con los demás tratamientos, por lo que se puede deducir que la efectividad del producto químico engeo para el manejo de mosca blanca fue eficaz, ya que mantuvo las poblaciones de la plaga a bajos niveles, no representando mayor peligro en las plantaciones.

Después de las fechas mencionadas las poblaciones de mosca blanca disminuyeron en todas las parcelas en estudio, esto coincide con lo mencionado por (Rosset, 1990) donde explica que los adultos de *B. tabaci* empiezan a disminuir cuando el cultivo resulta poco atractivo para su alimentación, debido a su aspecto y baja calidad nutritiva, por lo que la mosca blanca migran hacia otros cultivos o malezas.

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, en este estudio se reportan mínimos de 0.88 moscas/plantas y máximas de 3.59 moscas/plantas.

4.2 Incidencia del daño de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Genn) en cultivo de tomate en las distintas fechas de muestreo para cada uno de los tratamientos evaluados en el período comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

En la primera fecha de muestreo (8ddt) las parcelas no presentaban ningún síntoma de incidencia de daño de mosca blanca. Los primeros síntomas de virosis se reflejaron a los 20 ddt, las parcelas de los tratamientos actara, engeo y chile + jabón líquido mostraron los menores porcentajes de incidencia del daño a los 20, 35, y 42 ddt. En cambio las parcelas tratadas con madero negro, engeo y testigo mostraron a los 42 ddt los mayores porcentajes de incidencia con 59, 38, y 62% (figura2).

El análisis de separación de media indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (cuadro 3). En el cual los tratamientos actara, chile + ajo + jabón y engeo pertenecen a la categoría (a), aceite vegetal+ jabón líquido y madero negro pertenecen a la categoría (ab) y testigo a la categoría (b).

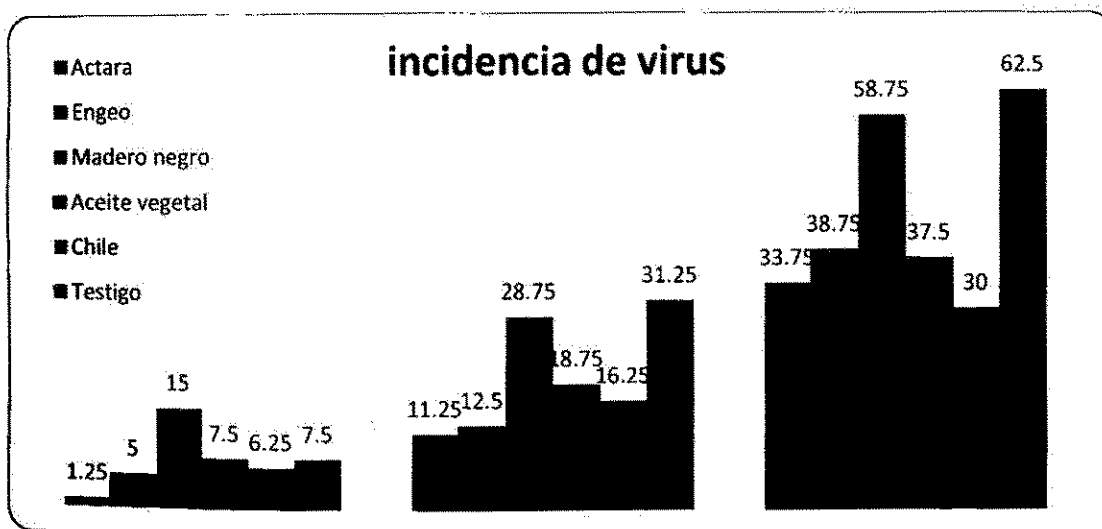


Figura 2. Comparación del porcentaje de incidencia de virus según muestreos en los tratamientos evaluados, entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

Cuadro 3. Análisis de separación de media según Duncan ($\alpha = 0.05$) de incidencia de virus (%) transmitida por mosca blanca en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

| Tratamientos | Incidencia | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| | Medias \pm E.S | Categorías |
| actara | 22.50 \pm 6.81 | a |
| chile + ajo + jabón | 23.13 \pm 6.19 | a |
| engeo | 25.63 \pm 7.53 | a |
| aceite vegetal+ jabón liquido | 28.13 \pm 6.81 | ab |
| madero negro | 43.75 \pm 11.60 | ab |
| testigo | 46.88 \pm 10.81 | b |
| C.V= 60.5 | $P_T= 0.04$ | F; $g_{le}= 4.63; 38$ |

4.3 Severidad del daño de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en tomate en las distintas fechas de muestreo para cada uno de los tratamientos evaluados en el período comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

Se observó que a los 8 ddt no se presentaba ningún porcentaje de severidad del daño de mosca blanca en ninguno de los tratamientos. Sin embargo, a los 20 ddt, los niveles observados eran bajos. A los 35 ddt la parcela tratada con actara, fue la que presentó el porcentaje más bajo de severidad con 4.82 % y la parcela con madero negro obtuvo el mayor índice de severidad con 11.32 %. Por el contrario a los 42 ddt, actara fue el que presentó menor porcentaje de daño con 10.4% y el testigo mostro los niveles mas altos de severidad con 84.5% (Figura 3). El análisis de separación de media con $\alpha = 0.05$ indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, donde actara y chile + ajo + jabón reflejan los menores porcentajes de severidad con 7.51 y 7.98% respectivamente, por el cual los agrupamos en la categoría (a), seguido por engeo y aceite vegetal + jabón líquido con 9.22 y 9.03%, ubicados en la categoría (ab).

Los tratamientos madero negro y testigo presentaron los porcentajes más altos de severidad del daño de mosca blanca con 17.20 y 15.34 %, ubicándose en la categoría (b).

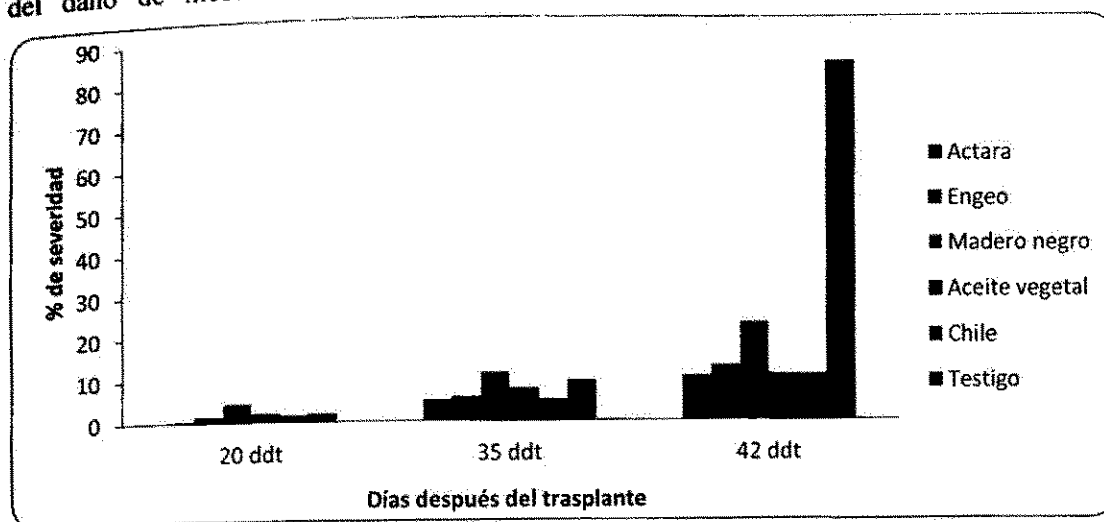


Figura 3. Comparación del porcentaje de severidad de virus en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

Cuadro 4. Análisis de separación de media según Duncan ($\alpha = 0.05$) de la severidad de virus (%) transmitida por mosca blanca en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

| Tratamientos | Severidad | |
|--------------------------------|------------------|------------------------|
| | Medias \pm E.S | Categorías |
| actara | 7.51 \pm 2.22 | a |
| chile + ajo + jabón | 7.98 \pm 2.79 | a |
| engeo | 9.22 \pm 2.37 | ab |
| aceite vegetal + jabón líquido | 9.03 \pm 2.35 | ab |
| madero negro | 17.20 \pm 4.85 | b |
| testigo | 15.34 \pm 3.89 | b |
| C.V = 71.32 | $P_r = 0.07$ | F; $g_{le} = 3.27; 38$ |

Los niveles de infestación de virosis en tomate no siempre dependen de la cantidad de adultos por plantas, existen estudios donde se puede comparar que los niveles de incidencia y severidad de virosis fueron relativamente similares con poblaciones diferentes de mosca blanca. Un ejemplo de lo antes dicho es el estudio de (Quirós *et al.*, 1994) donde se observó que las mayores poblaciones de mosca blanca aceleraron la epidemia al desplazar el virus más rápidamente, por otro lado, (Hilje 1993), reporta que pocos adultos de *B. tabaci* pueden diseminar la virosis rápida y eficientemente.

El porcentaje de incidencia reflejó que a los 20 ddt, la parcela tratada con actara, engeo y chile + ajo + jabón presentaron los menores porcentajes de incidencia del daño de mosca blanca, en cambio las parcelas tratadas con aceite vegetal + jabón líquido, madero negro y testigo presentaron los mayores porcentajes de incidencia. A los 42 ddt la etapa final del ciclo del cultivo, el porcentaje de incidencia más bajo lo presentó las parcelas tratada con chile + ajo + jabón y actara comparado con los demás tratamientos en estudio.

Referente al porcentaje de severidad del daño de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) se observó que a los 20 ddt, la parcela tratada con actara obtuvo el menor porcentaje, seguidos por los tratamientos engeo, chile + ajo + jabón, aceite vegetal + jabón líquido y testigo en cambio la parcela tratada con madero negro presentó los porcentajes de severidad más altos. A los 42 ddt las parcelas tratadas actara, aceite vegetal + jabón líquido y chile + ajo + jabón fueron las que presentaron los porcentajes de severidad más bajos seguido por el engeo y madero negro siendo el tratamiento testigo el que mostró el porcentaje de severidad más alto.

Los bajos porcentajes de virosis se le atribuyen al uso de semilleros protegidos físicamente, probablemente debido al hecho de haber estado protegidos en la etapa más crítica y susceptible de su fenología, lo que 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. Otros factores que influyeron en la baja presencia de la enfermedad fueron los constantes muestreos poblacionales, la aplicación oportuna de los productos y la buena fertilización durante todo el ciclo del cultivo.

4.4 Promedio poblacional de insectos plagas minador de la hoja y áfidos en las distintas fechas de muestreo para cada uno de los tratamientos evaluados en el período comprendido de abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

Según las fluctuaciones poblacionales del minador de la hoja, los tratamientos con mayor promedio fueron aceite vegetal + jabón líquido y testigo con 1.31 y 1.16, en el caso de los tratamientos actara y engeo fueron los que presentaron menor presencia de población del minador de la hoja. El análisis realizado con $\alpha = 0.05$ indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados en el período comprendido de abril a junio del 2010 (cuadro5). Por otro lado, los promedios poblacionales de los áfidos fueron bajos en comparación al minador de la hoja, el tratamiento que presento la mayor media fue actara con 0.23 insectos por plantas. El análisis realizado con $\alpha = 0.05$ demuestra que no existe diferencia significativa en los tratamientos evaluados.

Cuadro 5. Promedio poblacional de insectos plagas, en los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

| Tratamientos | MINADOR DE LA HOJA (<i>Liriomyza sp</i>) | | AFIDOS (<i>Aphis gossypii</i>) | |
|--------------------------------|---|------------|----------------------------------|------------|
| | Medias*± E.S | Categorías | Medias*± E.S | Categorías |
| actara | 0.84±0.33 | a | 0.23±0.09 | a |
| engeo | 1.11±0.39 | a | 0.17± 0.06 | a |
| madero negro | 0.88± 0.31 | a | 0.19±0.09 | a |
| aceite vegetal + jabón líquido | 1.31±0.36 | a | 0.08±0.04 | a |
| chile + ajo + jabón | 0.91±0.33 | a | 0.19±0.08 | a |
| testigo | 1.16±0.38 | a | 0.18±0.09 | a |
| CV | 126.32 | | 178.89 | |
| Pr | 0.05 | | 0.05 | |
| F; gle | 17.28;176 | | 12.90;176 | |

4.5 Promedios poblacionales de enemigos naturales en las distintas fechas de muestreos para cada uno de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

La depredación es común entre los insectos y los casos de más éxito en el control biológico han tenido que relacionarse con la depredación (Stech in Metcalf. y Luckm, 1990). Los análisis realizados en arañas, con $\alpha = 0.05$ reflejan que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (cuadro 6). Las parcelas tratadas con actara y chile + ajo + jabón presentaron las menores poblaciones con 0.02 arañas/plantas, estos tratamientos corresponde a la categoría (a), seguidos por engeo, madero negro y aceite vegetal + jabón liquido con 0.03 ubicado en la categoría (ab).

El tratamiento testigo presento las poblaciones más altas con 0.05 arañas/plantas, el cual pertenece a la categoría (b). Según el análisis realizado en chrysopa, con $\alpha = 0.05$ indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

El mayor nivel poblacional de crisopa se encontró en el tratamiento actara con 0.03 masas de crisopa/ planta. A diferencia de los demás tratamientos con 0.01 masas de insectos/planta. El análisis realizado en hormigas, con $\alpha = 0.05$ indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (cuadro 6). Se observó que la mayor población de hormigas se presento en las parcelas tratadas con engeo con 0.05, seguido del tratamiento chile + ajo + jabón con 0.04, actara y aceite vegetal + jabón liquido ambos con 0.03, en cambio madero negro y testigo mantuvieron su dinámica poblacional con 0.02 hormigas /planta.

Cuadro 6. Promedios poblacionales de enemigos naturales en los tratamientos evaluados en el período comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

| Tratamientos | ARAÑA (<i>Araniella cucurbitina</i>) | | CRISOPA (<i>Chrysopa sp</i>) | | HORMIGA (<i>Lasius niger</i>) | |
|--------------------------------|--|------------|--------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| | Medias*± E.S | Categorías | Medias*± E.S | Categorías | Medias*± E.S | Categorías |
| actara | 0.02±0.01 | a | 0.03±0.02 | a | 0.03±0.02 | a |
| engeo | 0.03±0.01 | ab | 0.01±0.01 | a | 0.05±0.03 | a |
| madero negro | 0.03±0.01 | ab | 0.01±0.01 | a | 0.02±0.01 | a |
| aceite vegetal + jabón líquido | 0.03±0.01 | ab | 3.1E±2.2E-03 | a | 0.03±0.01 | a |
| chile + ajo + jabón | 0.02±0.01 | a | 0.01±0.01 | a | 0.04±0.03 | a |
| testigo | 0.05±0.02 | b | 0.01±3.0E-03 | a | 0.02±0.01 | a |
| CV | 156.76 | | 481.32 | | 346.20 | |
| Pr | 0.05 | | 0.05 | | 0.05 | |
| F; gle | 4.32;176 | | 1.21;176 | | 3.46;176 | |

En este estudio describimos la ocurrencia poblacional de insectos plagas (áfidos y minador de la hoja) y de insectos benéficos asociados al cultivo del tomate como crisopa, araña y hormiga.

En el caso de los áfidos se observó que en la fecha 09 de mayo (42 ddt) se presentó la mayor fluctuación poblacional en la parcela testigo seguidos por los tratamientos actara, madero negro y el tratamiento que presentó la menor población fue engeo. Las poblaciones de áfidos fueron variadas en todas las fechas de muestreo, esto concuerda con lo que argumenta el INTA (2004), que la época de menor incidencia de áfidos es el período comprendido entre los meses de noviembre a marzo.

En cuanto al minador de la hoja destacado como el insecto que se alimenta del tejido medio de la hoja (parénquima) dejando solamente el haz y el envés causando una apariencia de quemado (Jiménez, 2009). Las mayores fluctuaciones se presentaron en las fecha 2 y 9 de mayo (35 y 42 ddt) en los tratamientos testigo y aceite vegetal + jabón líquido por lo contrario los que presentaron menores fluctuaciones fueron actara y engeo.

En los últimos 35 años experimentos en cultivos han probado la capacidad de las arañas en reducir las poblaciones de algunos insectos plagas y consecuentemente el daño que causan (Marshall et al., 2002). Teniendo en cuenta estos criterios resulta de importancia el rol que cumplen las arañas al complementar su accionar con el de otros enemigos naturales (Sunderland, 1999).

En nuestro estudio la mayor población de arañas se presentó el 18 de abril (21 ddt) en la parcela engeo, seguidos por los tratamientos madero negro, aceite vegetal + jabón líquido y testigo, por el contrario los tratamientos que presentaron las menores poblaciones fue actara y chile + ajo + jabón. El 02 de mayo las poblaciones aumentaron en el tratamiento testigo. A diferencia de los demás tratamientos mantuvieron bajos niveles en todas las fechas de muestreo.

Se observó que en la fecha 18 de mayo se encontró el mayor nivel poblacional de crisopa en el tratamiento de actara. El 02 de mayo aumentó la población en los tratamientos de madero negro seguido por actara y chile + ajo + jabón, el 09 de mayo hubo presencia de éstos en todos los tratamientos.

El 04 de abril se observó que la mayor fluctuación poblacional de hormigas se presentó en las parcelas tratadas con engeo y chile + ajo + jabón. Donde los tratamientos madero negro y testigo presentaron las poblaciones más bajas de hormigas y el 09 de mayo el tratamiento madero negro reflejo las poblaciones más altas.

4.6 Rendimiento total (kg/ha^{-1}) en los tratamientos evaluados en el período comprendido entre junio y agosto del 2010. Mombachito, Camoapa.

Los rendimientos totales obtenidos reflejan, que el tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento fue la parcela tratada con engeo $22,297.9 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$. Seguido por madero negro $21,302.9 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$, aceite vegetal + jabón líquido $20,508.8 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$, chile + ajo + jabón $20,375.6 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$, y la parcela tratada con actara y testigo obtuvieron los menores rendimientos con $18,791.4$ y $17,995.3 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$ respectivamente.

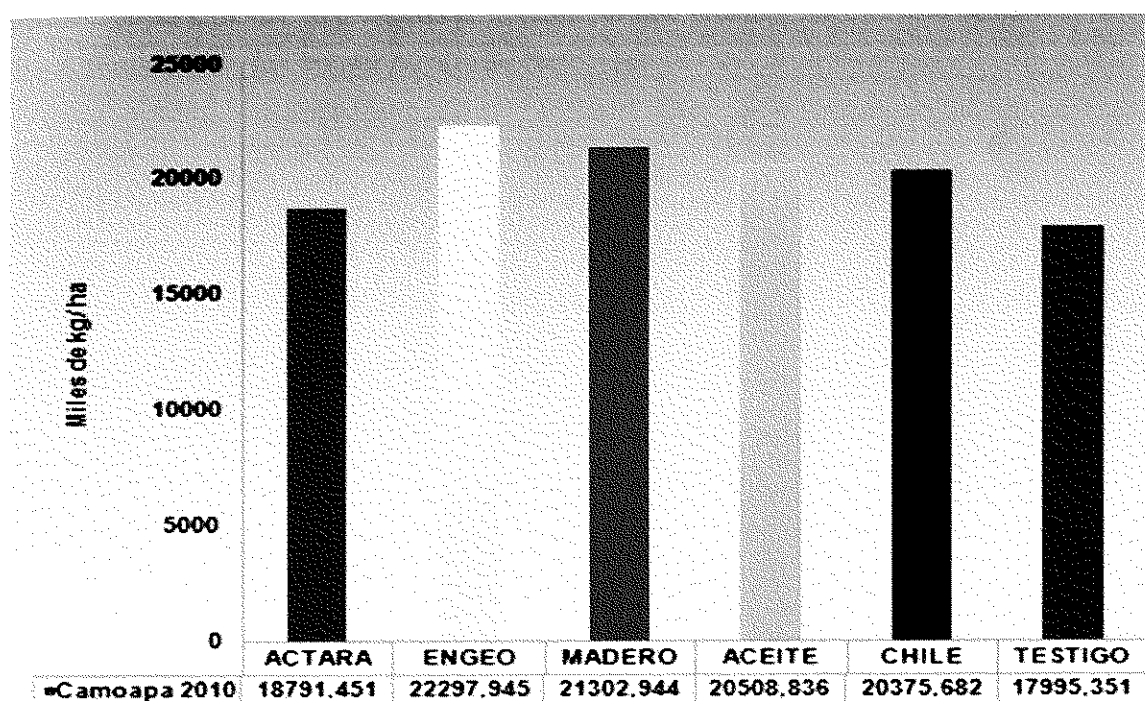


Figura 4. Rendimiento total en kg/ha por tratamiento, en el período comprendido entre junio y agosto del 2010. Mombachito, Camoapa

Los altos rendimientos de un cultivo son un factor muy importante para los productores, más aún cuando los precios en el mercado son altos. Es de mucha importancia, a la hora de hacer un estudio, determinar cuál de las tecnologías evaluadas representa una mejor opción (económicamente hablando) para los productores. (Rodríguez y Morales, 2007)

4.7 Comparación Económica de los tratamientos evaluados

4.7.1 Presupuesto parcial

El análisis del presupuesto parcial realizado según la metodología del CIMMYT, determinó que los mayores costos variables los obtuvo la parcela tratada con actara y aceite vegetal + jabón líquido con 571.55 y 417.20 USD/ha⁻¹ respectivamente y los de menores costos variables fueron las parcelas testigo, madero negro, chile + ajo + jabón y engeo con 0, 98.49, 170.03 y 185.85 USD/ha⁻¹. El tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto fue el engeo con 14,263.21 USD/ha⁻¹, en cambio el tratamiento que presentó los menores beneficios netos fue el actara con 11,605.31USD/ha (cuadro 7).

Cuadro 7. Presupuesto parcial (US\$) de los tratamientos evaluados en los periodos comprendidos entre abril y junio, 2010. Mombachito, Camoapa.

| Concepto | actara | engeo | madero negro | aceite vegetal + jabón líquido | chile + ajo + jabón | testigo |
|---|------------------|------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------|
| RendimientoKg/ha ⁻¹ | 18,791.451 | 22,297.945 | 21,302.944 | 20,508.836 | 20,375.682 | 17,995.351 |
| Rendimiento ajustado (10%) (Kg ha ⁻¹) | 16,912.31 | 20,068.15 | 19,172.65 | 18,457.95 | 18,338.12 | 16,195.82 |
| Precio de campo USD /kg | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 |
| Ingreso bruto \$ | 12,176.86 | 14,449.06 | 13,804.30 | 13,289.72 | 13,203.44 | 11,660.99 |
| Costo de insecticida botánico ha ⁻¹ | - | - | 5.62 | 51.15 | 15.84 | - |
| Costo de insecticida químico ha ⁻¹ | 73.20 | 28.72 | - | - | - | - |
| Costos de las aplicaciones USD | 8.45 | 8.45 | 8.45 | 8.45 | 8.45 | - |
| Nº aplicaciones | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 0 |
| Costos totales de insecticidas USD | 512.40 | 143.60 | 39.34 | 358.05 | 110.88 | 0 |
| Costos totales de aplicación de insecticidas USD | 59.15 | 42.25 | 59.15 | 59.15 | 59.15 | 0 |
| Costos totales que varían USD | 571.55 | 185.85 | 98.49 | 417.20 | 170.03 | 0 |
| Beneficio neto | 11,605.31 | 14,263.21 | 13,705.81 | 12,872.52 | 13,033.41 | 11,660.99 |

* Precio oficial del dólar: \$ 21.30 (Junio del 2010). Fuente: BCN.

* Precio del producto al momento de la cosecha (0.72USD/kg)

4.7.2 Análisis de dominancia

El resultado del análisis de dominancia indica que los tratamientos testigo, chile + ajo + jabón, actara y aceite vegetal + jabón liquido resultaron ser dominado por los tratamientos madero negro y engeo.

Cuadro 8. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

| Tratamientos | Costos Variables(USD) | Beneficio neto(USD) | Dominancia |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------|------------|
| testigo | 0 | 11,660.99 | D |
| madero negro | 98.49 | 13,705.81 | ND |
| chile + ajo +jabón | 170.03 | 13,033.41 | D |
| engeo | 185.85 | 14,263.21 | ND |
| aceite vegetal + jabón liquido | 417.20 | 12,872.52 | D |
| actara | 571.55 | 11,605.31 | D |

ND: No dominado

D: Dominado

4.7.3 Análisis de la tasa de retorno marginal

La TRM indicó la cantidad de dinero obtenida por cada dólar invertido y reflejo que para el control de mosca blanca el mejor tratamiento es el engeo, ya que por cada dólar que invierte el agricultor obtiene una tasa de retorno marginal de 638 %, es decir \$ 6.38 siendo este beneficio mayor que el que aporta el tratamiento comparado (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de la tasa de retorno marginal de los tratamientos dominantes en el periodo comprendido entre abril y junio del 2010. Mombachito, Camoapa.

| Tratamientos | Costo variable | Costo marginal | Beneficio neto | Beneficio marginal | Tasa de retorno marginal % |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| | USD | USD | USD | USD | USD |
| Madero negro | 98.49 | | 13,705.81 | | |
| Engeo | 185.85 | 87.36 | 14,263.21 | 557.40 | 638 |

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 engeo, seguido por madero negro y el tratamiento actara mostró el menor beneficio neto esto probablemente se debió a que este alcanzo los mayores costos variables; así mismo, en el análisis de la tasa de retorno marginal realizado para los tratamientos no dominados engeo y madero negro, se obtuvo una tasa de retorno marginal de 638% es decir que por cada dólar invertido al pasar del tratamiento madero negro a engeo, el agricultor espera ganar un promedio de 6.38 dólar, por tanto es una opción económicamente viable debido a que es mayor que la tasa de retorno mínima aceptable.

V. CONCLUSION

- Se determinó que los tratamientos actara y engeo resultaron más efectivos, para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Genn) en el cultivo de tomate, ya que las plantas tratadas con estos productos presentaron las menores poblaciones y bajos niveles de incidencia y severidad de virus.
- Los tratamientos actara y aceite vegetal + jabón líquido resultaron ser más efectivos para el control de otros insectos plagas (afidos, minador de la hoja) asociados al cultivo del tomate. En cambio el tratamiento madero negro presentó las mayores poblaciones de enemigos naturales (arañas, crisopa y hormigas).
- Se observó que las parcelas tratadas con engeo presentó los mayores rendimientos en comparación con los demás tratamientos.
- El análisis económico realizado en este estudio reflejó que el tratamiento engeo obtuvo los mayores ingresos brutos y el tratamiento testigo los menores costos variables.
- El análisis de retorno marginal indica que si los productores aplican el tratamiento engeo para el control de mosca blanca, por cada dólar que ellos invierten en el control obtienen 6.38 dólares de ganancia

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso intercalado de insecticida químico (engeo) y botánico (madero negro) para evitar la resistencia de la plaga, reducir poblaciones de mosca blanca y obtener mayores rendimientos.
- Tomando en cuenta que el tratamiento engeo fue el que presentó mayores beneficios netos, se recomienda el uso por los productores por ser rentable y eficiente para el manejo de mosca blanca.
- Capacitar a los productores sobre la bio-ecología de la mosca blanca y enemigos naturales para el manejo de esta plaga.
- Integrar la participación de productores de manera activa en la realización de pruebas con diversos insecticidas contra insectos vectores.

VII. LITERATURA CITADA

ARRÓLIGA BODÁN, A.Y. Y MENDOZA GONZALEZ, J. E. 2007. Evaluación de la comercialización de productos agropecuarios en el casco urbano del municipio de Camoapa, Boaco. Tesis, administración de empresas con mención en agro negocios. Universidad Nacional Agraria – sede Camoapa.

ASECSA (Asociación de Servicios Comunitarios de Salud), 1990. Los plaguicidas, su uso, peligro y otras alternativas para el control de plagas. Chimaltenango, Guatemala, P.100

CYMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo) ,1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos Económicos. Un manual metodológico de evolución económica. ME.DF.CIMMYT.p.79

BLANCO, J;HILJE, L. 1995.Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de *Bemisia tabaci* y la incidencia de virosis en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35: 1-10.

BROWN, JK. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. FAO Plant Protection Bulletin 42(1-2): 3-32.

CABALLERO, R.1994. Clave de campo para estado inmaduro de mosca blanca de Centroamérica (Homóptera: Aleyrodidae) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. P.4

CABALLERO, R. 1996. Metodología para el estudio y manejo de mosca blanca y Geminivirus. Ed. Hilje. L. Turrialba, Costa Rica. p. 1-10.

CATIE, 1990. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba. Costa Rica.

CHAVARRÍA, S, 2004. Evaluación de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en relación al complejo mosca blanca-Geminivirus bajo infecciones naturales en la zona del pacífico de Nicaragua. Tesis de Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. UNA FAGRO. p. 3-4.

DITTRICH V. ERNST G. RUESCHO. AND UK SOLANG, 1990. Resistance mechanisms in sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) population from Sudan, Turkey, Guatemala y Nicaragua. Journal of Economic Entomology. 83 1665-1670

DOMINGUEZ, M, 2000. Control biológico y extracto botánicos para el control de plagas y enfermedades. Escuela de estudio de postgrado (MUPLAN) Agroecológica de plantas medicinales. Facultad de ciencias químicas y farmacias. Facultad de agronomía, universidad de San Carlos, Guatemala.

FAS/USDA (Horticultural & Tropical Products Division), 2003. Processed Tomato Products Outlook and Situation in Selected Countries, 7 p.

FUNSALPRODESE (Fundación Salvadoreña para la promoción social y el desarrollo económico), 2000. Elaboración de plaguicidas orgánicos. San Salvador, Salvador.

GONZALEZ KUANT, JD; OBREGÓN BLANDÓN, HM. 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annuum* L.), contra el ataque de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) Geminivirus. Tesis ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. p. 5-25

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

HILJE, L.1995. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35:46-54.

HILJE, L. 2000. Use of living ground covers for the managing whitefly *Bemisia tabaci* as a geminivirus vector in tomatoes. *In* Proceedings British Crop Protection Council- Pest & Diseases (2000, Brighton,United Kingdom). v.1. p. 167-170.

HILJE L. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca-Geminivirus en tomate, en Costa Rica. ed. Manejo integrado de plaga N° 61. p. 69-80.

INTA, 1999(Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Cultivo de tomate. Guíatecnológica del tomate. ed. Henner Obregón N° 22 Managua, Nicaragua. p. 55.

INTA, 2004. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Manejo Integrado de plagas en tomate, Managua, Nic. Ira ed. La prensa, Managua, Nicaragua. p.6.

JARQUIN, D, 2004: Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicum esculentun* Mill), basado en el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y Geminivirus, en la comunidad de Apompuá, Potosí, Rivas, Nicaragua. Tesis de Msc. Managua, Nicaragua. p. 21-25.

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal), 2007.Área cosechada, rendimientos y producción de hortalizas a nivel nacional. Ciclos agrícolas del 1999- 2005. Managua, Nicaragua. Estudio preliminar.

SALGUERO, Y. 1992. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. En la mosca blanca (Homóptera: Aleyrodidae). En América central y el caribe. Memoria. Turrialba, Costa Rica. N° 205: 20-26.

MENDOZA S. 2002. Diagnostico en la entofauna benéfica presente en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentun* 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.

MONTERREY SOLORZANO 2009, Ubicación: Camoapa – Nicaragua, reymonterrey@yahoo.es; reymonterrey@hotmail.com

MORALES, F. J.; CARDONA, C; BUENO, M. J. y RODRIGUEZ, I. 2006. Manejo Integrado de Enfermedades de Plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. ed. Francisco J Morales. CIAT. Colombia. p 43

QUEZADA I. DIAZ O, 2003. El madero negro (*Gliricidia sepium*) como garrapaticida en ganado bovino de carne. Región central sur, Costa Rica.

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 (*Lycopersicon 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.

RODRIGUEZ SALGUERA V. H; MORALES BLANDÓN J. L, 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Genn)-Geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya. Tesis Ing. Agrónomo. 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.

SYGENTA, El poderoso insecticida, original preferido por los viticultores: actara y engeo. (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado el 28 de marzo del 2010. Disponible: http://www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/folletos_fitosanitarios/vertimec_vides.pdf.