

Efecto de bioinsumos en la dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* (GEN) *Liriomyza spp*, EN EL cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, L), San Isidro 2017-2018



Effect of bio-inputs on the population dynamics of *Bemisia tabaci* (GEN) *Liriomyza spp*, IN THE tomato crop (*Solanum lycopersicum*, L), San Isidro 2017-2018

Artola Díaz, Azahel Josué; Duarte Herrera, Michael Antonio; Ráudez Centeno, Darwin; Estrada Santana, David Concepción; Editor Académico Prof. Dr. Carlos Alberto Zúniga-González

 **Azahel Josué Artola Díaz**
diazazahel@gmail.com
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), CUR Jinotega., Nicaragua

 **Michael Antonio Duarte Herrera**
maduartesh23@gmail.com
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), CUR Jinotega, Nicaragua

 **Darwin Ráudez Centeno**
darwinceneno19@yahoo.es
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), CUR Jinotega., Nicaragua

 **David Concepción Estrada Santana**
david.estrada@curj.unanleon.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), CUR Jinotega., Nicaragua
Editor Académico Prof. Dr. Carlos Alberto Zúniga-González
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias., Nicaragua

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua
ISSN-e: 2410-7980
Periodicidad: Semestral
vol. 6, núm. 12, 2020
czuniga@ev.unanleon.edu.ni

Recepción: 30 Septiembre 2020
Aprobación: 12 Noviembre 2020

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941759004/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i12.9932>

Autor de correspondencia: david.estrada@curj.unanleon.edu.ni

Resumen: El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de cinco tratamientos biológicos sobre el manejo de las plagas de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza spp*. Estos fueron: *Gliricidia sepium*, Walpers, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Azadiracta indica*. Juss y un testigo convencional para efectos comparativos; fueron dispuestos en un diseño completamente aleatorio en terrenos del Centro de Desarrollo Tecnológico Hugo Chávez Frías, San Isidro, Nicaragua durante el periodo del segundo semestre del año 2017 y primer semestre del año 2018. Las variables estudiadas fueron: Número de adultos de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza spp* por planta, incidencia y severidad de virosis, incidencia y severidad por daños provocados por *Liriomyza spp*, rendimiento comercial, presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal. Los resultados indicaron que los tratamientos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* son más eficientes en el control de adultos de mosca blanca; *Paecilomyces fumosoroseus* presentó los menores niveles de *Liriomyza spp* (0.5 adultos/planta), el testigo presentó niveles de incidencia inferiores al de los tratamientos para ambas plagas a los 15 y 45 días después del trasplante, además obtuvo el mayor rendimiento comercial de 31,477 kg/ha, seguido de *Beauveria bassiana*. Siendo este tratamiento donde se obtuvo el mayor porcentaje de retorno marginal (474%).

Palabras clave: *Bemisia tabaci*, *Liriomyza spp*, *Gliricidia sepium*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*.

Abstract: The objective of this research was to evaluate the effectiveness of five biological treatments on the management of the pests of *Bemisia tabaci* and *Liriomyza spp*. These were: *Gliricidia sepium*, Walpers, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Azadiracta indica*. Juss and a conventional control for comparative purposes; were arranged in a completely random design on land of the Hugo Chávez Frías Technological Development Center, San Isidro, Nicaragua during the period of the second semester of 2017 and first semester of 2018. The variables studied were: Number of

adults of *Bemisia tabaci* and *Liriomyza spp* by plant, incidence and severity of virosis, incidence and severity of damage caused by *Liriomyza spp*, commercial yield, partial budget, dominance analysis and marginal rate of return. The results indicated that the *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* treatments are more efficient in the control of whitefly adults; *Paecilomyces fumosoroseus* presented the lowest levels of *Liriomyza spp* (0.5 adults / plant), the control presented lower incidence levels than the treatments for both pests at 15 and 45 days after transplantation, also obtained the highest commercial yield of 31,477 kg / ha, followed by *Beauveria bassiana*. Being this treatment where the highest percentage of marginal return was obtained (474%).

Keywords: *Bemisia tabaci*, *Liriomyza spp*, *Gliricidia sepium*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*.

INTRODUCCIÓN

Una de las limitantes más severas que afronta la producción de tomate es la problemática fitosanitaria. En Nicaragua, los problemas fitosanitarios han sido históricamente manejados utilizando plaguicidas, los cuales han demostrado ser costosos, poco eficientes y altamente contaminantes, teniendo un alto efecto perjudicial sobre el ambiente y la salud pública (Antón et al, 2014; Al-Deghairi, M. 2008; Alves, S. B. 1986). Ante la necesidad de contrarrestar los efectos de este sistema de control fitosanitario, surgen alternativas de manejo económicamente viables y capaces de garantizar la inocuidad de los productos agrícolas, proteger y preservar la biodiversidad y el ambiente en que se desarrollan los cultivos (Jiménez, E; Rodríguez, O. 2014; Jussieu, A. 1830)

Una de las alternativas, que destacan es la utilización de bioinsumos, las cuales han tenido un impacto positivo sobre el manejo de los agroecosistemas productivos; según Reyes (2011), Cuando hablamos de bioinsumos nos referimos a los productos, elaborados a partir de organismos benéficos como insectos, hongos, bacterias y virus, o bien a extractos de plantas; la ventaja de estos productos es que no dejan residuos en el agua, el aire, el suelo o en los productos alimenticios y tampoco ponen en peligro la salud de los agricultores y consumidores (CAB INTERNATIONAL, 2000; Cardona, C.; Rodríguez. A.; Prad, P. 1993; Carmona, D. 2000; Cave, R. 1994; Chavarria, S. 2004) .

Navarrete et al, (2016), quienes evaluaron el efecto de algunos derivados de *Azadiracta indica* sobre las poblaciones de *Bemisia tabaci* (GEN) y sus controladores biológicos y Arriola (2011): Evaluación de tres insecticidas a base de *nim Azadiracta indica* sobre adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*); ponen de manifiesto el exorbitante potencial de estos mecanismos de control y resaltan la sostenibilidad como un objetivo que se podría lograr haciendo uso de estos elementos (INTA, 2002; Godonou, I., Green, K. R., Oduro, K. A., Lomer, C. J., Afreh-Nuamah, A. 2000; GoetteL, M. 1992, Gutiérrez, W. y Gonzales, C. 2009; Hall, R. 1993, Hernández, V., Berlanga, A. 1995; Humber, R. 1996; Inbar, M; Doostdar, G; Leibe Y Mayer, R; 1999; Jiménez Martínez, Edgardo 2007; Jiménez-Martínez; Varela G. 2013; Junqueira, C; Nunez, L & Luz, C. 2006; Jussieu, A 1789).

NOTAS DE AUTOR

david.estrada@curj.unanleon.edu.ni

De igual manera, muchos son los investigadores (Arias, M. 1995; Balladares, J. 2016; Bethke, J. Y Parrella, M. 1985) que han puesto bajo observación el modo de acción y desarrollo de un amplio espectro de controladores biológicos con el objetivo de determinar, sustentar y validar estas tecnologías como una alternativa al método de control ponderante en la región de Guatemala, tales son los casos de: Alas (2000), quien evaluó la efectividad de cuatro insecticidas biológicos [Mycotrol y Naturalis (*Beauveria bassiana*), Ago Biocontrol (*Verticillium lecanii*) y PFR-97 (*Paecilomyces p1*)] versus un testigo convencional (químico) sobre las poblaciones de ninfas de moscas blancas en el cultivo del melón (*Cucumis melo, L.*), los resultados de esta investigación indicaron que Mycotrol fue el insecticida biológico, que ejerció un control similar al del testigo convencional. También se determinó que fue el insecticida que obtuvo la mayor relación beneficio/costo, constituyéndola como una alternativa altamente rentable para el agricultor.

La presente investigación se focalizó en la evaluación de bioinsumos y su efecto en la dinámica poblacional de mosca blanca (*Bemisia tabaci, Genn*) y mosca minadora (*Liriomyza spp*) en la producción de tomate. Las primicias que conllevó a realzar dicho estudio, están fundamentadas en la demanda actual que atraviesa la población mundial ligada al suministro de productos inocuos y con altos estándares de calidad, así como la contaminación ambiental (de suelo y agua); provocada por el uso indiscriminado de plaguicidas utilizados en la agricultura convencional y los costos elevados en los que debe incurrir el agricultor para implementarlos (Lanuza Rodríguez, EH; Rizo González, EJ. 2012; Laurenti, N. 1768; Lessing, C. 1832; Linnae, C. 1753; Link, H. 1833; MAG, 2007; Mau, R y Martín, J. 1991; Monzón, A. 2001; Morales, F; Cardona, C; Bueno, J Y Rodríguez. 2006; Murguido, C. y Vera, R. 1999; Núñez, E. 1995; Osborne, L & Landa, Z. 1992; Pacheco, M.F. 1985)..

Finalmente, los resultados obtenidos pueden ser de provecho para investigadores del sector agrícola que aborden la problemática fitosanitaria en futuras investigaciones, extensionistas, agricultores y todo aquel cuya incidencia tenga impacto sobre el desarrollo de la agricultura en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño metodológico

Tipo de estudio

Es un estudio de carácter experimental en el que se evaluó la efectividad de cinco alternativas de manejo para el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci, Genn*) y Minador (*Liriomyza spp*) en la producción de tomate y de corte transversal porque se llevó a cabo en el período comprendido entre noviembre 2017 y mayo 2018, en el Centro de Desarrollo Tecnológico Hugo Rafael Chávez Frías del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) San Isidro (Comisión nacional de la mosca blanca, 1992; Espinel, C; Torrez, L; Grijalba, E; Villamizar, L Y Cotes, A. 2008; Evans, G. y Serra, C. 2002; Fabricius, J. 1787; Fagoonee, I. Y Toory, V. 1983; Falcon, L. 1985; Faust, R. 1992; Flores, G.; Hilje, L.; Mora, G. Y Carballo, M. 2008; García, C; Chairez, I Y Hernández. 2010).

Lo cinco tratamientos estuvieron dispuestos en un diseño completamente aleatorio (DCA), efectuándose tres repeticiones y complementándose con un testigo convencional que reflejase el manejo que comúnmente realizan los agricultores de la región sobre el manejo de mosca blanca (*B. tabaci*) y la mosca minadora (*Liriomyza spp*) en un área experimental de 1380 m².

Población de estudio

La siembra se realizó en un área de 1134 m² con las siguientes distancias: 70cm entre planta y 80cm entre surco; este marco de siembra constituyó una población de 1,296 plantas, que fueron dispuestas en 18 unidades experimentales, cada unidad experimental contó con 72 plantas.

Área de estudio

La parcela experimental se estableció durante el ciclo agrícola 2017, en terrenos del Centro de Desarrollo Tecnológico Hugo Rafael Chávez Frías San Isidro. Según la localización donde se realizó este ensayo; es un Bosque Seco Tropical (bs-T) (Holdrige, 1947; Link, H. 1833; Pouey, F; Chirinos, D; Y Riveros, G. 1997; Sclar, C. 1994; Sorokin, K. 1883; SPENCER, K. 1973, Sponagel, K. 1999; Sponagel, K; Fúnez, M. 1994; Tanada, Y., Kaya, H. 1993; Urbina, E. 2001; Vega, P. 2003; Vicentini, S., Faria, M., Oliveira, R. M. 2001; Vilas Boas, G; Franca, F; De Avila, A.; Becerra, I. 1997; Walpers, G. 1842; Wraight, S., Carruthers, et.al., 1998; Zoebisch, T Y Schuter, D. 1987, INTA, 2014; Reyes, M. 2011), y zona apta para el cultivo de tomate y el desarrollo poblacional de las plagas en estudio, con coordenadas (12°54'25.39"N y 86°11'3.46"O).

Período de estudio

El estudio se llevó a cabo en el período comprendido entre noviembre 2017 y mayo 2018.

Muestra

Para realizar el muestreo Se tomaron 180 plantas de un universo de 1296 plantas.

Fuente de información

Primaria

Tablas de recolección de datos y bitácora.

Secundaria

Sitio web, Libros, revistas indexada, artículos científicos, guías de manejo del cultivo, tesis.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos utilizados durante el estudio fueron hojas de muestreo para determinar la incidencia y severidad de mosca blanca (*Bemisia tabaco GEN*) y mosca minadora (*Liriomyza spp*). Tomando en cuenta la escala, porcentaje de daño, descripción de la escala y grado y categoría de infestación.

Procedimiento de recolección de información

Los datos fueron registrados en formatos de muestreo de incidencia y severidad, las primeras observaciones se realizaron el 17 de diciembre del 2017, a partir de entonces la frecuencia de muestreo fue de 1 vez por semana. Las observaciones fueron anotadas en una bitácora.

Plan de análisis

Para analizar los resultados obtenidos, utilizamos el programa “Statistical Program for Social Sciences” (IBM SPSS, 22), donde se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias según Duncan a un nivel de significancia de 0.05 para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Para realizar el análisis económico, procedimos a utilizar la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1998).

Operacionalización de variables (Ver anexos Tabla 1)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bemisia tabaci

Se comparó la fluctuación poblacional de la mosca blanca en parcelas de tomate cuyos semilleros estuvieron protegidos física y químicamente durante la etapa de semillero, encontrándose incidencia de *Bemisia tabaci* en todos los recuentos realizados a partir de diciembre 2017 hasta febrero 2018, antes del primer corte productivo; la población más alta se presentó en el segundo recuento (3 moscas/planta), correspondiendo a las unidades experimentales tratadas con Confidor® (*Imidacloprid*), en recuentos posteriores las poblaciones se mantuvieron constantes para todos los tratamientos (1-2 moscas/planta) (gráfico 1).

Según Vásquez et al, 2007; un agente de control biológico que reduzca los niveles poblacionales del vector, integrado en un sistema que incluya variedades con alguna resistencia o tolerancia al virus reducirá significativamente la incidencia de la enfermedad (Vuillemin, P. 1912).

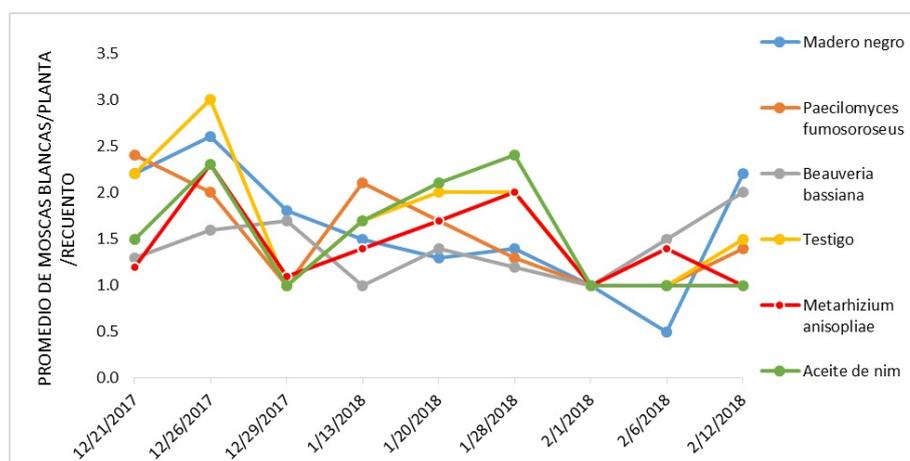


GRÁFICO 1
Fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci*

Número de moscas blancas por planta

Según los análisis estadísticos realizados para esta variable no existen diferencias significativas, valores de F, ($p \# 0.05$), (Tabla 2 y 3). En el Gráfico 2 se puede observar que los índices promedios (1.4 -1.7) de la mosca blanca para todos los tratamientos son semejantes.

Los resultados son relativamente inferiores a los obtenidos por: Alas, (2000); quien registro 14 y 21 moscas por planta en las unidades experimentales tratadas con Naturalis® (*Beauveria bassiana*), Mycotrol® (*Beauveria bassiana*) y PFR – 97® (*Paecilomyces*); Navarrete, 2006; quien registro 27 y 32 moscas por planta para los tratamientos INBIO – 75® (aceite formulado de nim), extracto acuoso de semillas de nim y Confidor® a diferentes dosis; Rodríguez y Morales, (2007); quienes registraron 2.75 y 2.9 moscas por planta para los tratamientos Gaucho® (*Imidacloprid – confidor*® (*Imidacloprid*)) y aceite de nim respectivamente y la investigación de Trujillo y Martínez, (2016); que refleja 38.19 y 43.19 moscas por planta para los tratamientos madero negro y *Metarhizium anisopliae* respectivamente.

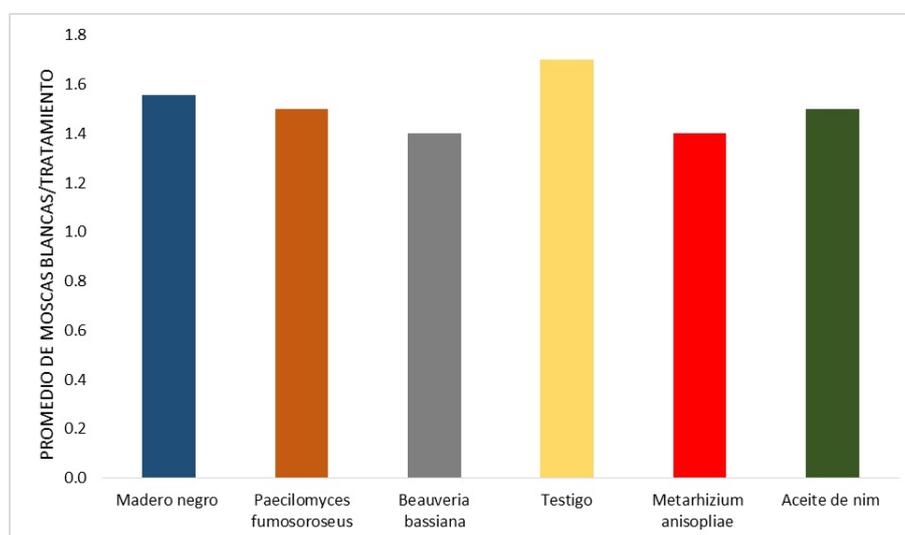


GRÁFICO 2 .
Promedio de moscas blancas por tratamiento

Incidencia de virosis a los 45 y 60 días después del trasplante (DDT)

Se comparó el porcentaje de incidencia de virosis ocasionada por mosca blanca; los datos se registraron a los 45 y 60 días posteriores al trasplante (Gráfico 3).

Se puede observar que los menores porcentajes de incidencia de virosis a los 45 DDT los presentó el testigo (*Confidor*® 20, *LS Imidacloprid*) con un valor de 26.7 % y aceite de nim (*Azadiractina*) con un 30%, pese a que las unidades experimentales correspondientes al testigo presentaren los mayores promedios poblacionales, lo que significa que había un mayor número de moscas en menos plantas infectadas, en contraste con los tratamientos evaluados; según lo señalado por Vázquez et al, (2007); a menudo basta un solo individuo para infectar el 100% de la plantación.

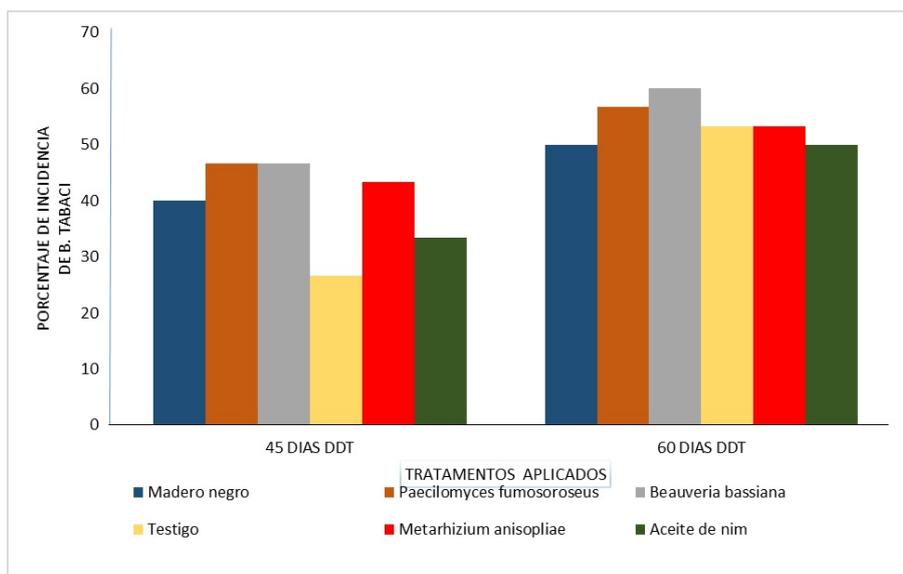


GRÁFICO 3
Porcentaje de incidencia de virosis por *B. tabaci* a los 45 y 60 DDT

Los resultados obtenidos para el análisis de esta variable no demuestran diferencias estadísticas significativas a los 45 DDT, valores de F, ($p > 0.05$), sin embargo, se observó que el menor porcentaje de incidencia de 26.7 % corresponde al testigo y el mayor de 46.7 % a *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*.

A los 60 DDT (después del trasplante) no se presentan diferencias estadísticas significativas para ninguno de los tratamientos, valores de F, ($p > 0.05$). Los porcentajes se mantuvieron entre 50 – 60.

Porcentajes de severidad de virosis de *B. tabaci* a los 60 DDT

Se comparó los niveles de severidad de virosis por mosca blanca alcanzados a los 60 DDT (después del trasplante) en los tratamientos evaluados (Gráfico 4).

El estudio realizado por Trujillo y Martínez, (2016), quienes también compararon *Metarhizium anisopliae* y madero negro (dos de los evaluados en el presente estudio), reflejan valores de severidad similares (1 y 2 respectivamente) a los obtenidos en nuestra investigación.

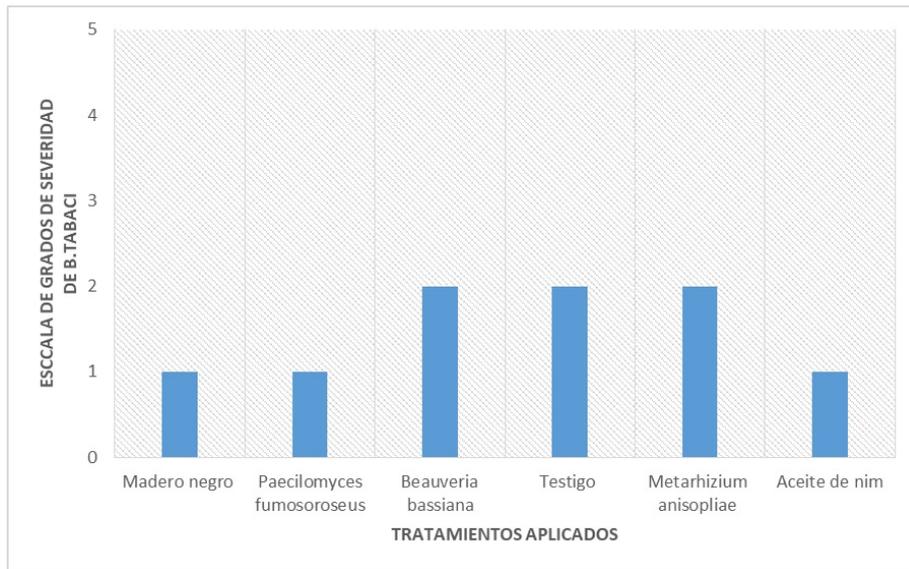


GRÁFICO 4
Grados de severidad de virosis causado por B. tabaci a los 60 DDT

3.2 Fluctuación poblacional de mosca minadora (*Liriomyza spp.*)

De manera análoga a los muestreos realizados para mosca blanca, se hicieron recuentos a partir de noviembre 2017 - marzo 2018, para observar el comportamiento poblacional de la mosca minadora (*Liriomyza spp.*). Encontrándose incidencia del insecto en todos los muestreos realizados en las fechas mencionadas. Si observamos el gráfico 5 notaran que los índices más altos del insecto se presentaron el 1ro de febrero del 2018, correspondiente a las parcelas tratadas con *Metarhizium anisopliae*; para los demás tratamientos; los índices poblacionales se muestran similares con una línea de tendencia descendente en las fechas culminantes del experimento.

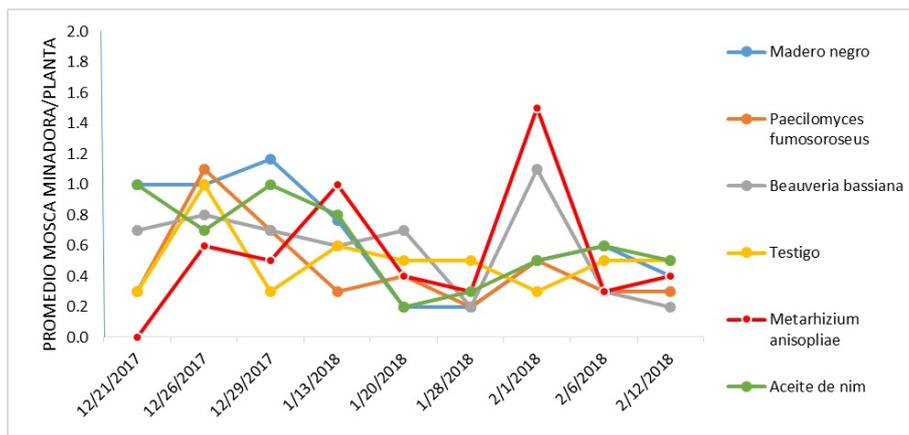


GRÁFICO 5 .
Fluctuación poblacional de *Liriomyza spp.*

Número de moscas minadoras por planta

Según los análisis estadísticos realizados para esta variable no existen diferencias estadísticas significativas, valores de F, ($p > 0.05$). En el gráfico 6 se puede observar que los índices promedios (0.5 -0.6) de la mosca minadora para todos los tratamientos son semejantes.

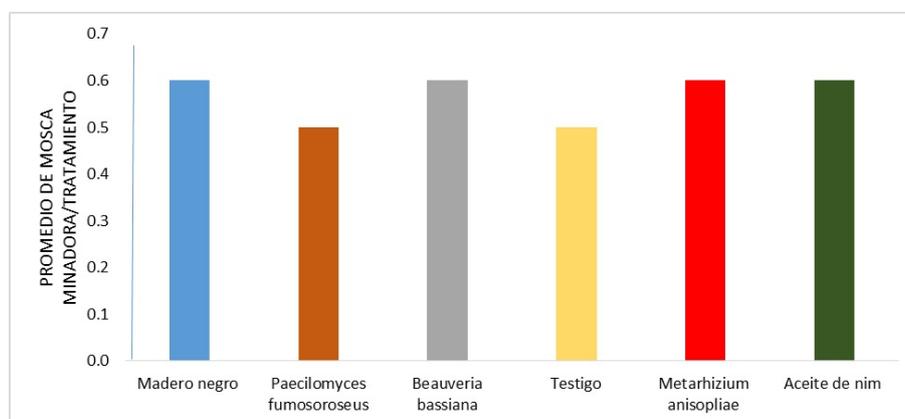


GRÁFICO 6 .
Promedio de moscas minadoras por tratamiento.

Incidencia de daño por mosca minadora

Se comparó el porcentaje de incidencia por daños ocasionada por mosca minadora; los datos se registraron a los 15 y 60 días posteriores al trasplante.

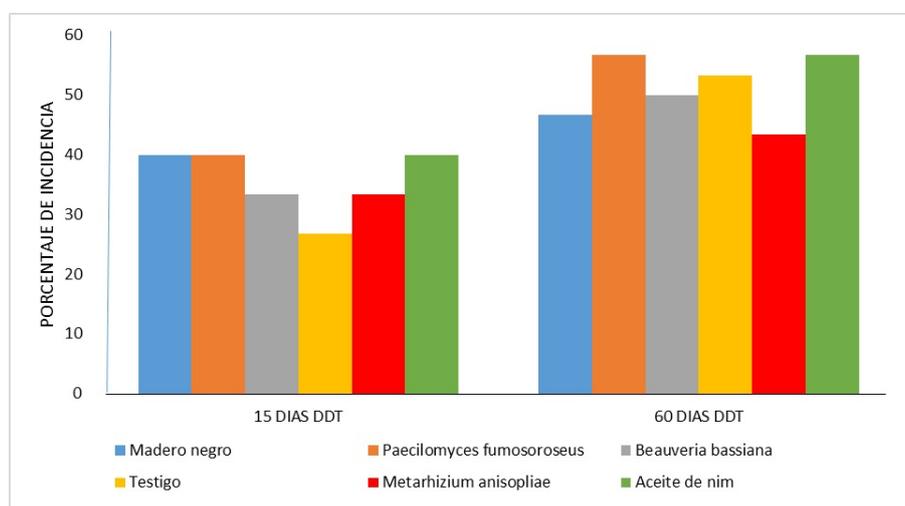


GRÁFICO 7
Incidencia de daño por mosca minadora a los 15 y 60 DDT.

Los resultados obtenidos en el análisis de esta variable no registran diferencias estadísticas a los 15 DDT y tampoco a los 60 DDT, valores de F, ($p > 0.05$); sin embargo, en el gráfico 7 se puede apreciar a simple vista que el testigo a los 15 DDT presenta niveles de incidencia significativamente inferiores comparado con los tratamientos: Aceite de nim (*Azadiractina*), madero negro y *Paecilomyces fumosoroseus*.

Grados de severidad por daños de mosca minadora.

Se comparó los niveles de severidad de virosis alcanzados a los 60 DDT en los tratamientos evaluados (Gráfico 8).

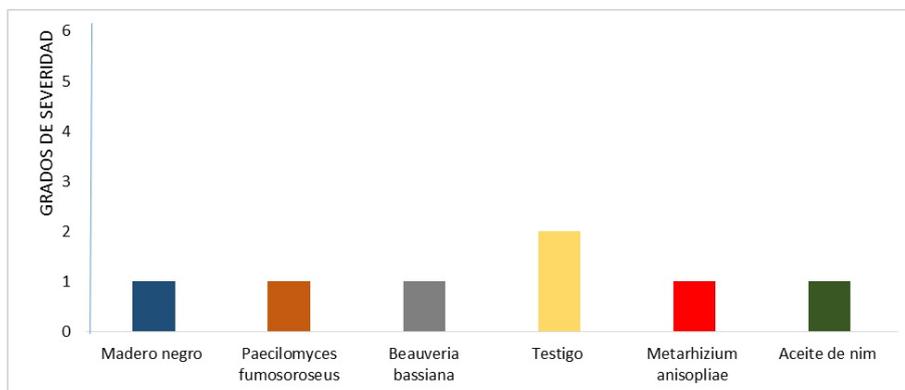


GRÁFICO 8
Grados de severidad por daños de mosca minadora.

Comparación del rendimiento total (kg/ha-1) de los tratamientos.

Se comparó el rendimiento total (kg/ha⁻¹) en los tratamientos evaluados, los mayores rendimientos los obtuvieron el testigo confidor® 20 LS (*Imidacloprid*) con 1,385 cajillas- 22.72 Kg/ha⁻¹, *Beauveria bassiana* (1,344 cajillas-22.72 Kg/ha⁻¹) y *Metarhizium anisopliae* (1,328 cajillas-22.72 Kg/ha⁻¹), respectivamente. Además, los menores rendimientos los presentaron los tratamientos aceite de nim (1,277 cajillas-22.72 g/ha⁻¹), *Paecilomyces fumosoroseus* (1,212 cajillas-22.72 Kg/ha⁻¹) y madero negro (1,187 cajillas-22.72 Kg/ha⁻¹) (gráfico 9).

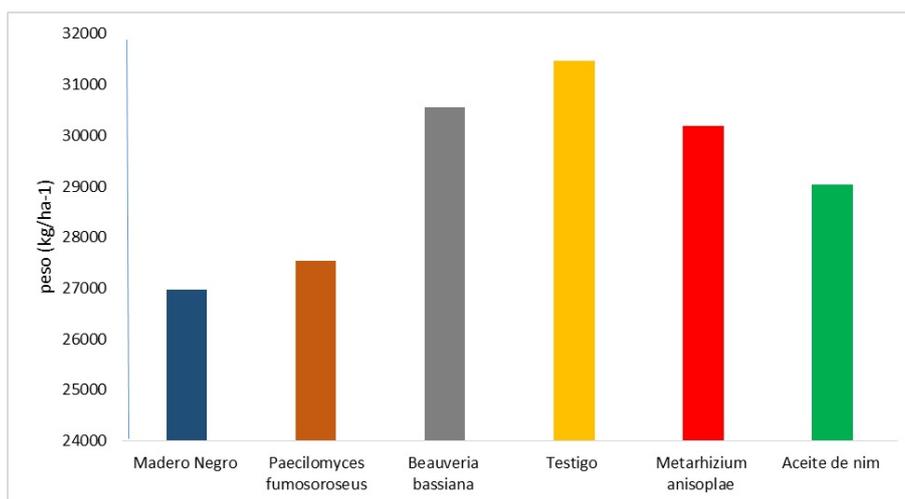


GRÁFICO 9 .
Rendimientos (kg/ha⁻¹) de los tratamientos evaluados.

Comparación económica US\$/ha⁻¹ de los tratamientos evaluados.

Se comparó el beneficio neto expresado en US\$/ha-1 de los tratamientos evaluados (tablas 2, 3 y 4), donde se observó que los mayores beneficios los obtuvieron el testigo (Confidor® 20 LS, Imidacloprid),

Beauveria bassiana y *Metarhizium anisopliae* en contraste con los tratamientos aceite de nim (Azadiractina), Paecilomyces fumosoroseus y madero negro que obtuvieron los beneficios más bajos (gráfico 10).

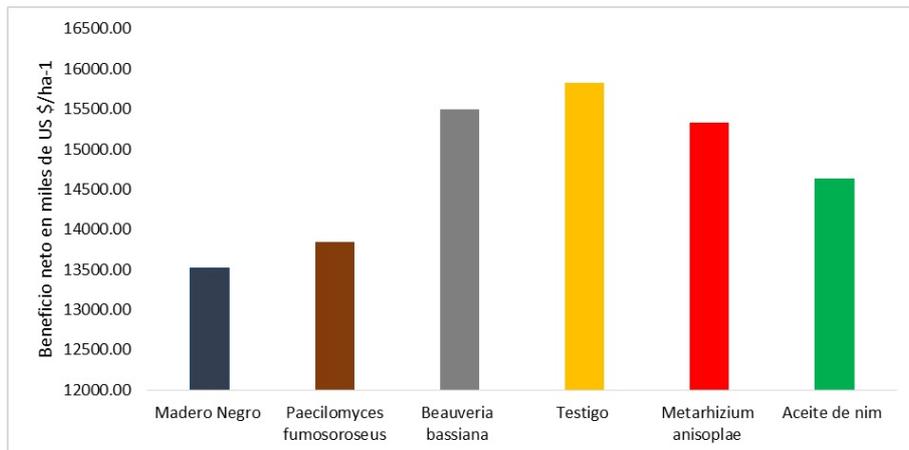


GRÁFICO 10
Beneficios netos en miles de US\$/ha⁻¹.

TABLA 2
Presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos

TRATAMIENTO	Made ro	Paec	Beau veria	Meta rhizi	Acceit e de	Teszi go
Rendimiento (kg/ha ⁻¹)	29791	30602	33950	33547	32258	34975
Rendimiento ajustado (10%)	26974	27542	30555	30192	29032	31477
Precio de campo (US\$)	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Ingreso Bruto (US\$)	15105	15424	17111	16908	16258	17627
Costos que Variables (CV)						
Costos de los insecticidas (US\$)	160.00	160	160	160	200	379
Costo de Preparación de Biofertilizantes (US\$/Dh/ha ⁻¹)	6.45	6.45	38.94	3.50	6.50	0.00
Costo Total de la Aplicación	166.45	166.45	198.94	163.50	206.50	379.00
Costos Fijos (CF)						
Depreciación de Invernadero (Ciclo)	7.09	7.09	7.09	7.09	7.09	7.09
Depreciación de bomba de mochila (Ciclo)	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15
Depreciación de bandejas (Ciclo)	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Depreciación de molino de Mano	0.60	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
Depreciación de Azadón (Ciclo)	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Costo de semilla (US\$/ha ⁻¹)	29.07	29.07	29.07	29.07	29.07	29.07
Costos de fertilizantes	776.21	776.21	776.21	776.21	776.21	776.21
Costo total mano de obra/ ha ⁻¹	573.66	573.66	573.66	573.66	573.66	573.66
Total costos fijos (US\$/ha ⁻¹).	1418	1418	1418	1418	1418.3	1418.9
Total costos variables (US\$/ha ⁻¹).	166.45	166.45	198.94	163.50	206.50	379.00
Total costos de producción (US\$/ha ⁻¹).	1585.3	1585.3	1617.2	1582.4	1624.8	1797.9
Beneficio neto (US\$/ha ⁻¹).	13520	13838	15493	15325	14633	15829
Precio del dólar 31.16						

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3
Análisis de dominancia par los tratamientos evaluados

Tratamiento	Costo Variable (US\$/ha ⁻¹)	Costo Marginal (US\$/ha ⁻¹)	Beneficio Neto (US\$/ha ⁻¹)	Beneficio Marginal (US\$/ha ⁻¹)	Dominancia
Metarhizium anisopliae	163.50		15325		ND
Paecilomyces fumosoroseus	166.45	2.95	13838	-1487	D
Madero Negro	166.45	0	13520	-318	D
Beauveria bassiana	198.94	32.49	15493	1973	ND
Aceite de nim	206.5	7.56	14633	-860	D
Testigo	379		15829		ND

Fuente: Elaboración propia

La tasa de retorno marginal demuestra que el tratamiento de mayor rentabilidad es *Beauveria bassiana* con un porcentaje de 474, lo que significa que, por cada dólar invertido, el productor recupera su dólar y obtiene US\$4.74 de ganancia.

TABLA 4
Tasa de retorno marginal de los tratamientos.

Tratamiento	Costo Variable (US\$/ha ⁻¹)	Costo Marginal (US\$/ha ⁻¹)	Beneficio Neto (US\$/ha ⁻¹)	Beneficio Marginal (US\$/ha ⁻¹)	Tasa de Retorno Marginal (%)
Metarhizium anisopliae	163.50		15325		
Beauveria bassiana	198.94	35.44	15493	168	474
Testigo	379	180.06	15829.2	336	187

Fuente: Elaboración propia

La tasa de retorno marginal demuestra que el tratamiento de mayor rentabilidad es *Beauveria bassiana* con un porcentaje de 474, lo que significa que, por cada dólar invertido, el productor recupera su dólar y obtiene US\$4.74 de ganancia.

De acuerdo al análisis de dominancia, los tratamientos dominados (D) fueron *Paecilomyces fumosoroseus*, madero negro y aceite de nim (*Azadiractina*), ya que tuvieron los beneficios marginales más bajos (ver tabla 3 y 4).

CONCLUSIONES

Beauveria bassiana y *Metarhizium anisopliae* presentaron los menores porcentajes de adultos de *Bemisia tabaci* por planta (1.4 adultos/planta), aunque el valor no fue estadísticamente significativo en comparación con los demás tratamientos, por lo que todos fueron igualmente efectivos en el control de esta plaga.

Paecilomyces fumosoroseus, presentó los menores niveles poblacionales de *Liriomyza spp* (0.5 adultos/planta), aunque el valor no fue estadísticamente significativo en comparación con los demás tratamientos, por lo que todos fueron igualmente efectivos en el control de esta plaga.

A los 45 días después del trasplante, el testigo (*Confidor® 20 LS, Imidacloprid*), presentó los menores porcentajes de niveles de incidencia de virosis con 26.7%, seguido por el tratamiento aceite de nim con 33.3%.

Beauveria bassiana y *Metarhizium anisopliae*

El testigo (Confidor® 20 LS, *Imidacloprid*), obtuvo el mayor rendimiento comercial de 31,477 kg/ha⁻¹, seguido de los tratamientos *Beauveria bassiana* con 30,555 kg/ha⁻¹ y *Metarhizium anisopliae* con 30,192 kg/ha⁻¹.

El tratamiento *Beauveria bassiana*, obtuvo el mayor porcentaje de retorno marginal de 474%, seguido del testigo (Confidor® 20 LS, *Imidacloprid*), de 87%.

LITERATURA CITADAS

- Alas, G. (2000). Evaluación de la efectividad de cuatro insecticidas biológicos para el control de ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de melón (*Cucumis melo*), finca de los yajes, del municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa, Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Agronomía Oriente.
- Al-Deghairi, M. (2008). Bioassay evaluation of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* vuill against eggs and nymphs of *Bemisia tabaci* Gennadius (*Homoptera: aleyrodidae*). Pakistan Journal of Biological Science. 11:1551-1560.
- Alves, S. B. (1986). Fungos entomopatogenicos. En: Controle microbiano de insectos. Rostista Alves, S (coordinador). Manole. P 73-126.
- Antón, S; Narvaez, E; y Hernandez, A. (2014). Control biológico de enfermedades en Nicaragua. Bettiol. W, y Rivera, M. control biológico de enfermedades de plantas en america latina y el caribe (p. 287). Nicaragua.
- Arias, M. (1995). Mosca blanca, descripción, ecología, danos y estrategias de manejo. Guayaquil, Ecuador, INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 16 p. (Boletín Divulgativo No. 253).
- Arriola, J. (2011). Evaluación de tres insecticidas a base de neem sobre el manejo de adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci; aleyrodidae*) en pepino; aldea las tunas, salamá. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Balladares, J. (2016).Evaluación de insecticidas químicos alternados con botánicos como opciones de manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci Gennadius*) y otros insectos plagas en tomate (*Solanum lycopersicum L.*), en Tisma, Masaya. (Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional Agraria (UNA). Nicaragua.
- Bethke, J. Y Parrella, M. (1985). Leaf puncturing, feeding and oviposition behavior of *Liriomyza trifolii*. Entomol. exp. appl., 39: 149-154. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1985.tb03556.x>
- CAB INTERNATIONAL (Centre for Agricultural Bioscience International. (2000). Crop Protection Compendium. Wallingford, UK, CAB INTERNATIONAL. 1 disco compacto, 8 m.
- Cardona, C.; Rodríguez. A.; Prad, P. (1993).Umbral de acción para el control de la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodea vaporariorum* (Westwood) (*Homoptera: Aleyrodidae*) en habichuela. Revista Colombiana de Entomología 49 (1): 27-33.
- Carmona, D. (2000) Bioecología y Manejo Integrado de la "mosca minadora de la hoja", *Lyriomiza huidobrensis* Blanchard (*Díptera: Agromyzidae*), en cultivos de papa del sudeste de Buenos Aires recuperado el 12 de dic del 2017 www.papaslatinas.org/wp-content/uploads/2017/08/Carmona-PLAGAS.pdf.
- Cave, R. (1994). ¿Es viable el control biológico de un vector de geminivirus, corno *Bemisia tabaci*? Manejo Integrado de Plagas no. 34: 16-22.
- Chavarria, S. (2004). Evaluación de cinco variedades de tomate (*Lycopersicum esculentu Mill*) en relación al complejo mosca blanca- Geminivirus bajo infecciones naturales en la zona del pacifico de Nicaragua. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). P. 3-4
- CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo). (1998). La formulación de recomendaciones a partir de datos Económicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. ME. D.F. CIMMYT. P. 79.
- Comisión nacional de la mosca blanca. (1992). Las moscas blancas en Nicaragua. Hilje, L; Arboleda, O. las moscas blancas en america central y el caribe (p. 54). Costa Rica: CATIE.

- Espinel, C; Torrez, L; Grijalba, E; Villamizar, L Y Cotes, A. (2008). Preformulados para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (*Hemiptera Aleyrodidae*) en condiciones de laboratorio. Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 34:22-27.
- Evans, G. y Serra, C. (2002): Parasitoids Associated with Whiteflies (*Hemiptera, Aleyrodidae*) in Hispaniola and Descriptions of two New Species of Encarsia Forster (*Hymenoptera: Aphelinidae*). Journal of Hymenoptera Research, 11 (2): 197-212.
- Fabricius, J. (1787). Mantissa insectorum sistens species nuper detectas adiectis synonymis, observationibus, descriptionibus, emendationibus, 2, p. 260-275.
- Fagoonee, I. Y Toory, V. (1983). Preliminary investigations of host selection mechanisms by the leafminer *Liriomyza trifolii*. Insect. Sci. Application, 4: 337-341. <https://doi.org/10.1017/S1742758400002356>
- Falcon, L. (1985). Development and Use of Microbial Insecticides in Biological Control in Agricultural IPM Systems, Academic Press, Londres, pp229-242. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-357030-7.50019-3>
- Faust, R. (1992). Conference report and 5 year national research and action plan for development of management and control methodology for sweetpotato whitefly. (1992, Houston, US). Houston, US, USDA. p. 4-5.
- Flores, G.; Hilje, L.; Mora, G. Y Carballo, M. (2008). Antifeedant activity of botanical crude extracts and their fractions on *Bemisia tabaci* Genn (*Homoptera: Aleyrodidae*) adults *Sechium pittieri* (*cucurbitaceae*). Department of Agriculture and Agroforestry. Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE). Turrialba, CR In: Rev. Biol. Trop. 56(4):2115-2129. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i4.5782> PMID:19419104
- García, C; Chairez, I Y Hernández. (2010). Efecto de la temperatura en la viabilidad de esporas y toxicidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre *Pieris rapae* (L.) (*Lepidoptera: Pieridae*). Folia Entomología. P. 1-7. México.
- Godonou, I., Green, K. R., Oduro, K. A., Lomer, C. J., Afreh-Nuamah, A. (2000). Field Evaluation of Selected Formulation of *Beauveria bassiana* for the Management of the Banana Weevil (*Cosmopolites sordidus*) on Plantain (*Musa spp.*) Biocontrol Science and Technology 10:779- 788. <https://doi.org/10.1080/09583150020011726>
- GoetteL, M. (1992). Fungal Agents for Biocontrol, Biological Control of Locust and Grasshoppers. U.K. CAB International Ascot. pp 122-132.
- Gutiérrez, W. y Gonzales, C. (2009). Evaluación De Cuatro Variedades De Tomate Industrial (*Lycopersicon Esculentum, Mill*) En El Rendimiento Y Tolerancia Al Complejo Mosca Blanca (*Bemisia Tabaci Gennadius*) - Geminivirus. Tesis para optar al título de ingeniería en agronomía. UNA (Universidad Nacional Agraria). Managua. Nicaragua.
- Hall, R. (1993). The use of pathogens to control whiteflies in Europe and the tropics Possibilities for integrated control. In: Memoria II Taller Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus. Managua, Nicaragua. 20-22 Octubre. p 35-48
- Hernández, V., Berlanga, A. (1995). Selección de aislamientos de *Paecilomyces spp* y su interacción con otros agentes de control de *Bemisia spp*. In: Memorias XVIII Congreso Nacional de Control Biológico. México. p 68-69.
- Holdrige, R. (1996). Ecología basada en zonas de Vida. Quinta reimpresión. San Jose, C.R. IICA (instituto interamericano de cooperación para la agricultura), p 216.
- Humber, R. (1996). Fungi: Identification, Manual of Techniques in Insect Pathology, Academic Press, New York, pp. 153-185. <https://doi.org/10.1016/B978-012432555-5/50011-7>
- IBM corp. Released (2014). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM corp.
- Inbar, M; Doostdar, G; Leibe Y Mayer, R; (1999). The role of rapidly plant induced reponses in asymmetric interspecific interactions among insect herbivores. J. Chem. Ecol., 25: 1961-1979. <https://doi.org/10.1023/A:1020998219928>
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). (2002). Cultivando tomate con menos riegos. Recuperado de: <http://es.scribd.com/document/73793591/TOMATE-INTA>.
- Jiménez Martínez, Edgardo (2007). Guía de manejo integrado de mosca blanca y virus en Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2445>

- Jiménez, E; Rodríguez, O. (2014). Mosca minadora (*Liriomyza spp*). Insectos plagas de cultivos en Nicaragua (p. 51).
- Jiménez-Martínez; Varela G. (2013). Módulo práctico: Manejo integrado de plagas. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria. 61p.
- Junqueira, C; Nunez, L & Luz, C. (2006). Impact of moisture on in vitro germination of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* and their activity on *Triatoma infestans*. Mycological research. P. 485-492. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2005.12.001> PMID:16546363
- Jussieu, A. (1830). Mémoires du Museum di Histoire Naturelle. Paris. 19: 221.
- Jussieu, A. (1789). Genera Plantarum, secundum ordines naturales disposita juxta methodum in Horto Regio Parisiensi. Francia. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.7762>
- Lanuzza Rodríguez, EH; Rizo González, EJ. (2012). Evaluación de productos botánicos y químicos sobre el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci Gennadius*)- Geminivirus en el cultivo de tomate (*Solanum esculentum, Mill.*), en Tisma-Masaya. Tesis Ing. ISPAF. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 59p.
- Laurenti, N. (1768). Flora indica: cui accedit series *zoophytorum indicorum nec non prodromus florum capensis*.
- Lessing, C. (1832). Synopsis generum Compositarum Earumque Dispositionis Novae Tentamen Monographis Mutarum Capensium Interjectis. Alemania. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.51470>
- Linnae, C. (1753). Species *plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum sistema sexuale digestas*. Tomo I. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.669>
- Link, H. (1833). *Hortius regius botanicus Berolinensis*. Tomo II. Alemania
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2007) Agrocadena del tomate. Recuperado de: www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/bibliotecavirtual/a00075.pdf
- Mau, R y Martín, J. (1991). *Liriomyza sativae (Blanchard)* Vegetable Leafminer. Department of Entomology. Honolulu, Hawaii. 4 p.
- Monzón, A. (2001). Producción uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas 63: 95-103.
- Morales, F; Cardona, C; Bueno, J Y Rodríguez. (2006). Manejo integrado de enfermedades causadas por virus trssmitidas por mosca blanca. Proyecto manejo integrado sostenible de moscas blancas como plagas y vectores de virus en los trópicos, p. 19. Colombia.
- Murguido, C. y Vera, R. (1999). Influencia de algunos factores del ambiente sobre la población de la mosca blanca (*Semis/a spp*) en tomate de crecimiento indeterminado. Fitosanidad 1 (1): 7-10.
- Navarrete, B; Valarezo, O; Cañarte, E; y Solorzano, R. (2006). Efecto del nim (*azadirachta indica juss.*) Sobre bemisia tabaci gennadius (*hemiptera: aleyrodidae*) y controladores biológicos en el cultivo del melón *cucumis melo l*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Departamento Nacional de Protección Vegetal-Entomología.
- Núñez, E. (1995). Reporte de Perú. In: memoria IV Taller latinoamericano sobre moscas blancas y geminivirus. Caballero, R., Patty, A (eds) Zamorano, Honduras. CEIBA 36: 157-162.
- Osborne, L & Landa, Z. (1992). Biological control of whiteflies with entomopathogenic fungi. Fl. Entomologist 75, 456-471. <https://doi.org/10.2307/3496127>
- Pacheco, M.F. (1985). Plagas de los Cultivos Agrícolas en Sonora y Baja California. 1ª Ed. Edit. CIANO.SARH.INIA. Campo Agrícola Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. p. 222-223.
- Pouey, F; Chirinos, D; Y Riveros, G. (1997). Dinámica poblacional de pasadores de la hoja, *Liriomyza spp*, Díptera: *Agromyzidae*, en tomate en la región noroccidental del estado Zulia, Venezuela. Reyes, M. (2011). El economista. Bioinsumos, alternativa sostenible. Recuperado de: <http://eleconomista.com.mx/columnas/agronegocios/2011/01/19/bioinsumos-alternativa-sostenible>
- Rodríguez, V y Morales, J. (2007). Evaluación de alternativas de protección química y física de semilleros de tomate (*Lycopersicum esculentum, Mill*) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci, Gennadius*) -

Geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya (Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional Agraria (UNA). Nicaragua.

- Sclar, C. (1994). Neem: mode of action of compounds present in extracte and formulations of *Azadirachta indica* seeds and their efficacy to pest of ornamental plants and no target species (en línea). Consultado el 2 de abril del 2004 .Disponible en: www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers_1994/sclar.html.
- Sorokin, K. (1883). Plant parasites of man and animals as causes of infectious diseases. *J Military Med* 2 (Suppl. 1), 268-291.
- SPENCER, K. (1973). Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Series Entomological. Vol. 9. Junk Ed., The Hague, 418 pág. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0683-4>
- Sponagel, K. (1999). Presencia, estatus de peste y manejo de la mosca blanca del algodón (*Bemisia tabaci*) y de la mosca blanca del invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*). Quito, Ecuador. 51 p .Párrafo 10
- Sponagel, K; Fúnez, M. (1994). Estrategias probadas de manejo del complejo fitosanitario mosca - blanca virus gemini en la producción de tomate: Manual de recomendaciones. La lima. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. p. 1-6.
- Tanada, Y., Kaya, H. (1993). *Insect Pathology*. Academic Press. New York, EE.UU.
- Trujillo, M y Martinez, M. (2016). Alternativas botánicas, biológica y química para el manejo del piojo del tomate (*Halticus sp*) (Hemiptera: Miridae) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gen) (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L*), bajo condiciones de casa malla (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
- Urbina, E. (2001). El minador de la hoja *Liriomyza spp* y su manejo en la Planicie Huasteca. INIFAP-CIRNE (Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias - Centro De Investigación Regional Del Noreste Campo Experimental Ébano). Campo Experimental Ébano. Folleto Técnico Núm. 5. San Luis Potosí, México. 14 p.
- Vázquez, L; Murguido, C; Elizondo, A; Elósegu, O y Morales, F. (2007). Control biológico de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. Proyecto manejo integrado sostenible de moscas blancas como plagas y vectores de virus en los trópicos, p. 11. Colombia.
- Vega, P. (2003). Dípteros de interés agronómico. Agromícidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. *Bol. SEA*, 2003, vol. 33, no 1, p. 293-307.
- Vicentini, S., Faria, M., Oliveira, R. M. (2001). Screening of *Beauveria bassiana* (*Deutomycotina: Hyphomycetes*) Isolates Against *Bemisia tabaci* (*Genn.*) Biotype B. (*Hemiptera: Aleyrodidae*) with a Description of a New Bioassay Method. *Brasil Neotropical Entomology* 30:97-103. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000100015>
- Vilas Boas, G; Franca, F; De Avila, A.; Becerra, I. (1997). Manejo integrado de mosca branca *Bemisia argentifoli*. Brasil, EMPRAPA. 11 p. (Circular Técnica no. 9).
- Vuillemin, P. (1912). *Beauveria*, nouveau genre de verticilliacées. *Bulletin de la societ  botanique de france*. 59:34-40. <https://doi.org/10.1080/00378941.1912.10832379>
- Walpers, G. (1842). *Repertorium botanices systematicae*. Tomo I, p.679.
- Wright, S., Carruthers, R., Bradley, C., Jaronski, S., Lacey, L., Wood, P., Galini - Whaight, S. (1998). Pathogenicity of the Entomopathogenic Fungi *Paecilomyces spp.* and *Beauveria bassiana* against the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolli*. *Journal of Invertebrate Pathology* 71: 217- 226. <https://doi.org/10.1006/jipa.1997.4734> PMID:9538026
- Zoebisch, T Y Schuter, D. (1987). Suitability of foliage of tomatoes and three weed host for oviposition and development of *Liriomyza trifolii* (Diptera: *Agromyzidae*). *J. Econ. Entomol.*, 80:758-762. <https://doi.org/10.1093/jec/80.4.758>
- INTA (Instituto Nicaragiense de Tecnologías Agropecuarias). (2014). Guia para el manejo integrado de plagas y enfermedades del tomate.
- Reyes, M. (2011). El economista. Bioinsumos, alternativa sostenible. Recuperado de: <http://eleconomista.com.mx/columnas/agronegocios/2011/01/19/bioinsumos-alternativa-sostenible>

Anexo

TABLA 1
Operacionalización de variables

Tipo de Variable	Variable	Medición
Variable Agronómica	Numero de adultos de mosca blanca por plantas.	Se contabilizaron tomando 30 plantas por tratamiento y usando la escala propuesta por Evans y Serra, (2002).
	Incidencia de virosis	Para obtener la relacion porcentual de incidencia nos basamos en la fórmula propuesta por (Chavarría, 2004). $\text{incidencia} = \frac{\text{plantas con virosis}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$
	Severidad causada por virosis.	Se seleccionaron 30 plantas por tratamiento usando la escala propuesta por Jiménez-Martínez (2007).
	Numero de adultos de <i>Liriomyza spp</i> por planta	Se contabilizaron tomando 30 plantas por tratamiento, las cuales dividimos en 3 estratos (superior, medio, inferior).
	Incidencia por daños de <i>Liriomyza spp</i>	Para obtener la relacion porcentual de incidencia nos basamos en la fórmula propuesta por (Chavarría, 2004). $\text{incidencia} = \frac{\text{plantas con virosis}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$
	Severidad por daños de <i>Liriomyza spp</i> .	Para conocer la severidad de <i>Liriomyza spp</i> , nos basamos en la escala de daños por <i>Liriomyza spp</i> diseñada por Carmona, (2000) y modificada para los fines de este estudio.
Variable de rendimientos	Peso del fruto	Se pesaron frutos grandes, medianos y pequeños por cada tratamiento usando pesa de reloj VIKINGO® de 20 libras.
	Rendimiento comercial.	Rendimiento de fruto fresco: Se midió el rendimiento comercial de frutos cosechados en cada parcela útil (kg/ha ⁻¹).
Variable económica	Presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal	Nos basamos en la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT, 1998).

Fuente: Elaboración propia