



Alternativas de control biológico para la Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*)

Biological control alternatives for the whitefly (Bemisia tabaci) in the cultivation of kidney tomato (Solanum lycopersicum)

- ¹ Alex Geovanny Robayo Carrillo  <https://orcid.org/0009-0007-2340-0858>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador.
alex.robayo4345@utc.edu.ec
- ² Julia Karina Prado Beltrán  <https://orcid.org/0000-0001-8836-3559>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador.
julia.prado8283@utc.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/01/2026

Revisado: 12/02/2026

Aceptado: 25/03/2026

Publicado: 15/04/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i2.3662>

Cítese:

Robayo Carrillo, A. G., & Prado Beltrán, J. K. (2026). Alternativas de control biológico para la Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*). *ConcienciaDigital*, 9(2), 87-108.

<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i2.3662>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 Internacional. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Palabras claves:

Beauveria bassiana,
Imidacloprid,
Lecanicillium lecanii,
Metharhizium anisopliae,
Paecilomyces spp.

Resumen

Introducción: la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una de las principales limitantes en el cultivo de tomate riñón, por daños directos e indirectos que causa y al intensivo uso de insecticidas químicos para su control. **Objetivo:** la presente investigación se focaliza en estudiar los agentes biológicos de control; *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, y *Paecilomyces* spp sobre la densidad poblacional de *Bemisia tabaci* en la producción de tomate riñón como estrategia sostenible e inofensivas para el medio ambiente. Especialmente se busca determinar el comportamiento poblacional de la plaga bajo distintos esquemas de manejo biológico, del mismo modo analizar el rendimiento y evaluar el impacto económico asociado con las diferentes alternativas de control. **Metodología.** se evaluaron cuatro tratamientos biológicos conjunto con un tratamiento convencional para su comparación y un testigo absoluto bajo condiciones de campo. Con un (DBCA) diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial de 6 x 4 repeticiones, un Análisis de varianza ADEVA y se realizó una prueba de Tukey al 5%. **Resultados:** reflejaron que los tratamientos biológicos lograron una reducción progresiva y sostenida de la población de *B. tabaci*, manteniendo rendimientos superiores al testigo absoluto, destacándose *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, con una densidad de 8.25 y 9.50 individuos por tratamiento, seguido de 2.11 y 2.74 ninfas por planta. *Beauveria bassiana* alcanzó el 79% de eficacia seguido de 67% para *Lecanicillium lecanii*. Ambos tratamientos registraron 92 y 90 kg siendo el mayor rendimiento productivo logrando beneficios económicos favorables, con un ingreso bruto de \$70.00 y beneficios netos de \$34.15. **Conclusión:** los hongos entomopatógenos son una herramienta efectiva y ambientalmente eficaz para la gestión integrada de *B. tabaci* en el cultivo de Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), siendo fundamental para disminuir la utilización de insecticidas químicos favoreciendo a la sostenibilidad agrícola. **Área de estudio general:** Ciencias Agrarias. **Área de estudio específica:** Entomología agrícola y manejo integrado de plagas (Sanidad Vegetal). **Tipo de estudio:** Artículo original.

Keywords:

Beauveria bassiana,

Abstract

Introduction: the whitefly (*Bemisia tabaci*) is one of the main limitations in tomato cultivation, due to direct and indirect damage

Imidacloprid,
Lecanicillium
lecanii,
Metharhizium
anisopliae,
Paecilomyces spp.

caused and the intensive use of chemical insecticides for its control. **Objective:** This research focuses on studying the biological control agents; *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, and *Paecilomyces* spp and their effect on the population density of *Bemisia tabaci* in tomato production as a sustainable and environmentally friendly strategy. Specifically, the aim is to determine the population behavior of the pest under different biological management schemes, as well as to analyze the performance and evaluate the economic impact associated with the different control alternatives. **Methodology:** Four biological treatments were evaluated along with a conventional treatment for comparison and an absolute control under field conditions. A Randomized Complete Block Design (RCBD) in a factorial arrangement of a 6×4 repetitions was used, an Analysis of Variance (ANOVA), and a Tukey test at the 5% significance level. **Results:** The results showed that biological treatments achieved a progressive and sustained reduction of the *B. tabaci* population, maintaining yields higher than the absolute control. *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium lecanii* stood out, with densities of 8.25 and 9.50 individuals per treatment, respectively, followed by 2.11 and 2.74 nymphs per plant. *Beauveria bassiana* reached 79% efficacy, followed by *Lecanicillium lecanii* with 67%. Both treatments yielded 92 and 90 kg, respectively, representing the highest productive yield and resulting in favorable economic benefits, with a gross income of \$70.00 and a net profit of \$34.15. **Conclusion:** Entomopathogenic fungi are an effective and environmentally efficient tool for the integrated management of *B. tabaci* in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation, being fundamental to reducing the use of chemical insecticide and promoting agricultural sustainability. **General Area of Study:** Agricultural Sciences. **Specific area of study:** Agricultural Entomology and Integrated Pest Management (Plant Health). **Type of study:** Original article.

1. Introducción

Sani et al. (2020) resalta que *B. tabaci* continúa siendo una de las plagas de mayor relevancia económica en cultivos ornamentales y vegetales a nivel global, entre las 1556 especies de mosca blanca registradas a nivel mundial.

Como consecuencia de los perjuicios directos como indirectos que ocasiona sobre múltiples plantas cultivadas, *Bemisia tabaci* es considerada una plaga clave en la agricultura mundial, con especial incidencia en sistemas de producción de hortalizas como el tomate (Perales et al., 2015).

De la misma manera se determinó que existen 23 plantas hospederas de cultivos solanáceos y ornamentales, de las cuales 11 presentan una mayor susceptibilidad, incluyendo pimiento, algodón, melón, sandía, pepino, fréjol, espárragos, zapallo y soja (Abubakar et al., 2022; Valdiviezo et al., 2025).

El cultivo de tomate enfrenta importantes desafíos fitosanitarios que afectan negativamente el rendimiento y reducen la calidad del producto obtenido.

Según Quezada (2014) en Ecuador las principales pérdidas en la producción de tomate están asociadas a problemas fitosanitarios, siendo la mosca blanca la más destacada. Su presencia en las distintas provincias productoras del país, genera pérdidas que oscilan entre el 25% y el 50% de las cosechas de tomate.

Ahora bien, durante décadas el control fitosanitario dependió del empleo de plaguicidas químicos; sin embargo, esta práctica fue cuestionada debido a su impacto ambiental, su eficiencia inconsistente y los altos costos asociados a su uso continuo (Artola-Díaz et al., 2020). La aplicación continua de productos sintéticos convencionales se relaciona con impactos ambientales y afectación a la salud humana, evidenciados por la acumulación de residuos tóxicos en recursos hídricos, suelos agrícolas y plantas destinadas al consumo humano, debido al uso excesivo de productos sintéticos convencionales, aplicaciones en intervalos inadecuados y dosis excesivas en determinados suelos cultivables (Moreno-Morales et al., 2024).

A medida que los suelos están en un progresivo empobrecimiento a consecuencia del uso reiterado e indiscriminado de una serie de agroquímicos, los mismos productos que pueden aumentar la producción agrícola, pero la aplicación excesiva está generando residuos en los alimentos que perjudican la salud humana. Además, el impacto ambiental asociado al uso de estos químicos está en constante crecimiento, afectando la biodiversidad como los polinizadores y los ecosistemas en general (Litwin et al., 2020).

Vélez-Ruiz et al. (2022) hacen mención que en Ecuador, el uso de insecticidas en la actualidad es la primera opción y la más utilizada para el manejo de plagas. No obstante

el uso intensivo y repetitivo de estos productos, incluso a dosis elevadas, existen insectos que no son controlados y ocasionan ataques devastadores, generando daños severos en los cultivos, desequilibrios ecológicos y el desarrollo de resistencia (Chirinos et al., 2020).

No obstante, una de las alternativas que sobresale es la utilización de agentes biológicos como una alternativa de control para la mosca blanca en estructuras protegidas desde la década de 1970 con diferentes niveles de eficacia (Smith & Krey, 2019). Cuando mencionamos control biológico, nos estamos refiriendo a productos obtenidos de la misma naturaleza, como insectos, hongos, bacterias y virus, además de extractos vegetales. Estos productos se caracterizan por su compatibilidad ambiental, debido a que minimizan la generación de residuos en los recursos naturales y en los alimentos, reduciendo además los riesgos de salud para productores como consumidores (Artola-Díaz et al., 2020).

Los investigadores buscaron distintas opciones para combatir las plagas. Bajo este enfoque, el control biológico se reconoce como una estrategia eficiente y compatible con la sostenibilidad ambiental para el manejo fitosanitario, ofreciendo buenas oportunidades de control que se asemejan con los controles convencionales (Chávez-Escalante & Méndez-González, 2024).

Por tanto, la presente investigación se focaliza en estudiar los agentes biológicos de control; *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, y *Paecilomyces* spp sobre la densidad poblacional de *Bemisia tabaci* en la producción de tomate riñón como estrategia sostenible e inofensiva para el medio ambiente. Los aspectos destacados que impulsaron la realización de este estudio se fundamentan en el uso descontrolado y excesivo de agroquímicos en la actualidad, los mismos que provocan contaminación ambiental de suelo, agua, ecosistemas y causa resistencia a la plaga, generando un riesgo potencial para la humanidad asociado a la acumulación de residuos en productos alimentarios, sin dejar de lado sus costos elevados que deben acatar los agricultores para adquirir estos insumos. Especialmente se busca determinar el comportamiento poblacional de la plaga bajo distintos esquemas de manejo biológico, del mismo modo analizar el rendimiento y evaluar el impacto económico asociado con las diferentes alternativas de control.

2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial de 6 x 4 repeticiones, un Análisis de varianza ADEVA y se realizó una prueba de Tukey al 5%. Con la aplicación de cuatro tratamientos biológicos conjunto con un tratamiento convencional para su comparación y un testigo absoluto bajo condiciones de campo, debido a la necesidad de identificar alternativas sostenibles para el manejo de esta plaga en el cultivo de tomate.

2.1. Caracterización del sitio experimental

El experimento se desarrolló en el sector Salachillo de la parroquia San Miguel, cantón Salcedo perteneciente a la provincia de Cotopaxi, ubicada a 2661 m.s.n.m. entre las coordenadas (1° 1' 50.58" S; 78° 36' 8.7" W) bajo invernadero. Las condiciones climáticas corresponden a un ambiente templado-frío, con una temperatura promedio anual de 20.3 °C, una precipitación promedio anual de 392.6 mm y humedad relativa del 75%. El terreno presentó topografía plana y drenaje regular (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2024).

2.2. Plantas

El material vegetativo empleado consistió en plántulas de Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), variedad Pietro, las mismas fueron trasplantadas al invernadero hace dos meses con 14 días.

2.3. Tratamientos y diseño experimental

El estudio experimental consideró la evaluación de cuatro estrategias biológicas orientadas al manejo de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Los tratamientos consistieron de cuatro productos comerciales formulados con diferentes entopatógenos; *Beauveria bassiana* (Beauvetic); *Metharhizium anisopliae* (Methartic); *Lecanicillium lecanii* (Lecanitic) y *Paecilomyces spp* (Paecylotic) los mismos pertenecientes a la empresa AGRODIAGNOSTIC, adicionalmente se ejecutó un control convencional el mismo que se realizó una encuesta a los productores tanto de la provincia de Cotopaxi e Imbabura siendo el más utilizado Imidacloprid (Sharimida) de la empresa SHARDA CROP CHEM LIMIMTED y un testigo absoluto como se refleja en la (Tabla 1). El ensayo se ejecutó mediante el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con seis tratamientos en cuatro repeticiones (la unidad experimental estuvo conformada de 30 a 35 plantas en una cama de 17 m). El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para evaluar las variables, y las medidas se compararon mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

2.4. Aplicación de los tratamientos

Los tratamientos fueron aplicados de forma de aspersión cubriendo de manera homogénea a las plantas ocupando una bomba de mochila a motor de 25 litros, las dosis y frecuencias de aplicación se consideran según las especificaciones técnicas establecidas por cada uno de los productos.

Tabla 1

Tratamientos y condiciones de aplicación

Tratamientos	Dosis	Frecuencia
T1: <i>Beauveria bassiana</i>	0.5 g/L	3 Aplicaciones, una vez por semana
T2: <i>Metharhizium anisopliae</i>	0.5-1 g/L	3 Aplicaciones, una vez por semana
T3: <i>Lecanicillium lecanii</i>	0.5 g/L	3 Aplicaciones, una vez por semana
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	200 gr/ha	3 Aplicaciones, una vez por semana
T5: Imidacloprid	0.45 L/ha	1 aplicación
T6: TESTIGO ABSOLUTO		

2.5. Variables evaluadas

Densidad poblacional de la mosca blanca. Se evaluó mediante trampas cromáticas de 10 X 5 cm, colocando dos unidades por cada cama experimental de forma alternada (parte anterior, media y posterior), ubicadas a la altura del follaje del cultivo, durante todo el periodo de evaluación (06 julio al 31 agosto de 2025). Las mismas fueron reemplazadas cada 14 días y se contó los individuos de cada trampa.

Número de ninfas por planta. La cuantificación de esta variable consistió en el registro de ninfas en estado inmaduro en una hoja compuesta en 10 plantas seleccionadas al azar en periodos de 7 días.

Eficacia de los tratamientos. Se calculó la diferencia de eficacias mediante la fórmula de Henderson Tilton Cámara Procultivos ANDIP (2016) (**Ecuación 1**).

$$E = 1 - \frac{Bn \times Uv}{Bv \times Un} \times 100 \quad (1)$$

Uv = Número de individuos en el testigo antes del tratamiento.

Bv = Número de individuos en el tratado antes del tratamiento.

Un = Número de individuos en el testigo después del tratamiento.

Bn = Número de individuos en el tratado después del tratamiento.

Rendimiento total por tratamiento (kg/Trat.). El rendimiento total (kg) se comparó entre tratamientos durante la primera cosecha del primer piso productivo.

Análisis económico de los tratamientos (US\$/ha). Se calculó el valor económico obtenido por tratamiento evaluado, considerando el rendimiento obtenido y el valor por caja de \$10.00.

3. Resultados

Los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los tratamientos biológicos aplicados para el control de *B. tabaci* en el cultivo de tomate. Las variables analizadas como la densidad poblacional de la mosca, el número de ninfas por planta, eficacia de los tratamientos, rendimiento total por tratamiento y el análisis económico, con el fin de determinar la efectividad de las alternativas biológicas en el manejo de la plaga en condiciones de campo.

3.1. Densidad poblacional (adultos)

Los tratamientos biológicos evaluados generaron cambios en la densidad poblacional de *B. tabaci* en las unidades experimentales tratadas. A pesar de que los datos registrados en la **Tabla 2** entre la semana 1, 3, 5, 7 y 9 después de ser trasplantadas a los 14 días, las diferencias estadísticas de un tratamiento a otro se registraron desde la 3, 5, 7 y 9 semanas. En la semana 1 no hay diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), evidenciando una infección inicial homogénea. Desde la semana 3 difieren estadísticamente entre tratamientos, el testigo absoluto presentó consistentemente una mayor población de mosca blanca resaltando la semana 7 con un valor de 23.75 individuos/tratamiento. Al mismo tiempo los tratamientos biológicos mostraron una disminución significativa de la población *B. tabaci* en comparación al testigo absoluto ($P < 0,05$), destacando la menor población en los tratamientos con *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* alcanzando valores de 8.25 y 9.50 individuos/tratamiento en la semana 9, lo que representa una reducción superior al 50% respecto con el testigo absoluto. Sin embargo, el tratamiento convencional Imidacloprid destacó la menor densidad poblacional durante todo el transcurso de evaluación, siendo un control positivo, de esta manera el estudio detectó efectos de control.

El estudio realizado por Castellanos (2021) quien también comparo *Beauveria bassiana* refleja un resultado de 16 moscas por planta en la tercera aplicación; Espinel et al. (2018) cuyo resultado es de 20 moscas por 10 cm² para *Lecanicillium lecanii*; Graciano-Obeso et al. (2024) registro 33.11 moscas por tratamiento aplicando con *Metharhizium anisopliae*. En el análisis de imidacloprid registro 6.0 moscas en el estudio de Fernández (2016); para *Paecilomyces lilacinus* el resultado fue de 11.83 moscas registrado por el estudio de Sani et al. (2023).

Tabla 2

Densidad poblacional de la mosca blanca bajo los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTOS	Dinámica poblacional de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)				
	Semana 1	Semana 3	Semana 5	Semana 7	Semana 9
T1 <i>Beauveria bassiana</i>	17.00 a	15.00 ab	9.75 a	10.75 ab	8.25 a
T2 <i>Lecanicillium lecanii</i>	17.25 a	16.25 ab	10.50 ab	10.50 ab	9.50 a
T3 <i>Metharhizium anisopliae</i>	18.25 a	20.50 ab	14.25 ab	16.00 b	17.50 b
T4 <i>Paecilomyces lilacinus</i>	17.75 a	19.75 ab	13.25 ab	15.75 b	16.75 b
T5 Imidacloprid	18.75 a	12.00 a	8.25 a	6.00 a	6.25 a
T6 Testigo absoluto	19.25 a	21.75 b	17.25 b	23.75 c	20.00 b
Media	18.00	18.00	11.88	13.25	13.13
± Error estándar	± 1.21	± 2.03	± 2.94	± 1.72	± 1.37
Coefficiente de variación (%)	13.43	23.17	24.93	24.96	20.24

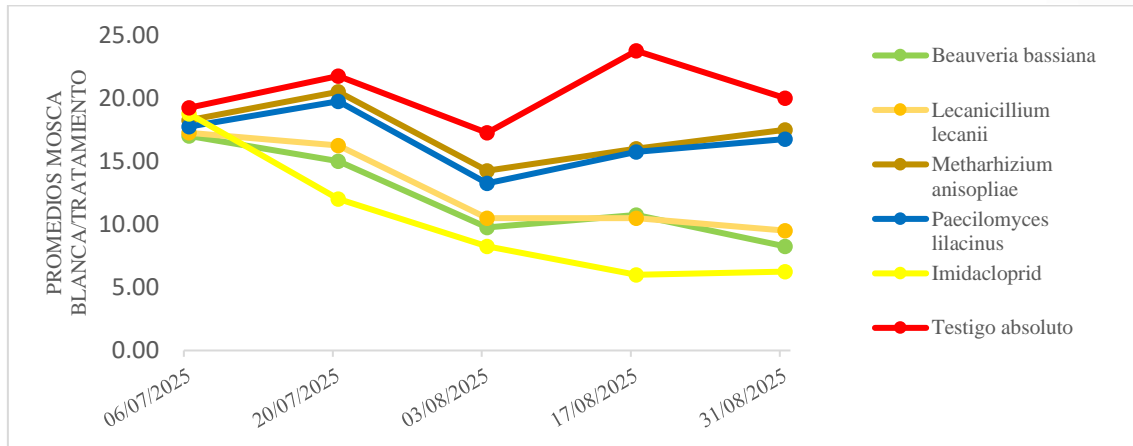
Nota: Valores identificados con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Se registró incidencia continua de *Bemisia tabaci* en todos los conteos realizados. En la **Figura 1** el índice más alto se presentó el 17 de agosto correspondiente al T6 Testigo absoluto, evidenciando la presión de la plaga en ausencia de control. Los tratamientos biológicos a partir del 3 de agosto mostraron una línea de tendencia de reducción progresiva de la plaga, destacando T1 *Beauveria bassiana* y T2 *Lecanicillium lecanii* con niveles inferiores al testigo absoluto. Por su parte el tratamiento convencional T5 Imidacloprid produjo una disminución rápida, alcanzando valores más bajos sintetizando acción inmediata de control y función como control positivo.

Si bien es cierto los insecticidas convencionales actúan de forma inmediata, a comparación con los biológicos ya que se componen de organismos vivos que requieren tiempo para multiplicarse y empezar a controlar, pero cabe recalcar que llegan a ser muy eficientes y eficaces siendo más amigables con el ambiente, productores y consumidores (Vázquez et al., 2007).

Figura 1

Tendencia de promedios de la dinámica poblacional.



Nota: Variación poblacional de *Bemisia tabaci*.

3.2. Número de ninfas por planta

En cuanto al número de ninfas en las evaluaciones, en la semana 1 los tratamientos en evaluación evidenciaron ausencia significativa entre tratamientos ($P < 0,05$), resaltando una condición inicial homogénea de infestación ninfal. A partir de la semana 2 presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), donde mostró un rápido incremento de ninfas en el T6 alcanzando rangos desde 6.15 a 6.35 ninfas por planta evaluada, esto hace referencia al desarrollo natural de la plaga en ausencia de control. No obstante, los tratamientos biológicos destacaron una reducción progresiva y sostenida de ninfas manteniéndose por debajo del testigo absoluto, cabe recalcar que dentro de los tratamientos biológicos T1 y T2 registraron las menores densidades ninfales, con valores cercanos a 1 – 2 ninfas por planta a partir de la semana 3 hasta la semana 10. Se puede señalar que los tratamientos T3 y T4 la reducción de ninfas también fue significativa con respecto al testigo absoluto ($P < 0,05$), sus valores al mantenerse intermedios indica también una acción de control efectiva pero menos intensa. A pesar de que el T5 la reducción de ninfas fue más rápida y marcada desde las primeras semanas, reflejando valores de 7.35 a 0.80 ninfas por planta evaluada durante todo el periodo, actuando como control positivo, como se muestra en la **Tabla 3**. Si bien es cierto que el Imidacloprid su efecto fue inmediato, pero los tratamientos biológicos marcaron un patrón de control progresivo y sostenido para las ninfas, siendo opción factible para contrarrestar la plaga, con menor riesgo ambiental.

Tabla 3

Promedio de ninfas por planta evaluada

TRATAMIENTO	Número de ninfas por planta									
	Seman a 1	Seman a 2	Semana 3	Seman a 4	Seman a 5	Seman a 6	Semana 7	Seman a 8	Seman a 9	Seman a 10
T1 <i>Beauveria bassiana</i>	7.53 a	1.83 a	1.65 a	1.70 a	1.63 a	1.50 a	1.50 ab	1.25 a	1.13 a	1.43 a
T2 <i>Lecanicillium lecanii</i>	6.40 a	2.90 ab	2.48 abc	2.55 ab	2.30 ab	2.15 ab	2.38 abc	2.08 ab	2.23 a	1.93 ab
T3 <i>Metharhizium anisopliae</i>	7.75 a	3.25 b	3.40 bc	3.40 b	3.05 b	3.55 b	2.63 bc	3.18 b	2.03 a	1.93 ab
T4 <i>Paecilomyces lilacinus</i>	7.00 a	3.60 b	3.63 c	2.28 ab	3.18 b	3.20 b	3.48 c	1.85 a	2.68 a	2.45 b
T5 Imidacloprid	7.35 a	1.83 a	1.85 ab	1.43 a	1.25 a	1.15 a	1.00 a	0.80 a	0.80 a	0.98 a
T6 Testigo absoluto	6.28 a	6.15 c	5.93 d	5.93 c	6.10 c	5.53 c	5.45 d	5.60 c	6.35 b	6.28 c
Media	7.18	3.08	2.94	2.41	2.68	2.68	2.50	1.96	2.13	1.93
± Error estándar	± 0.44	± 0.24	± 0.38	± 0.34	± 0.3	± 0.3	± 0.34	± 0.28	± 0.46	± 0.21
Coefficiente de variación (%)	12.40	14.65	23.80	23.45	20.52	21.28	24.98	23.06	36.66	16.63

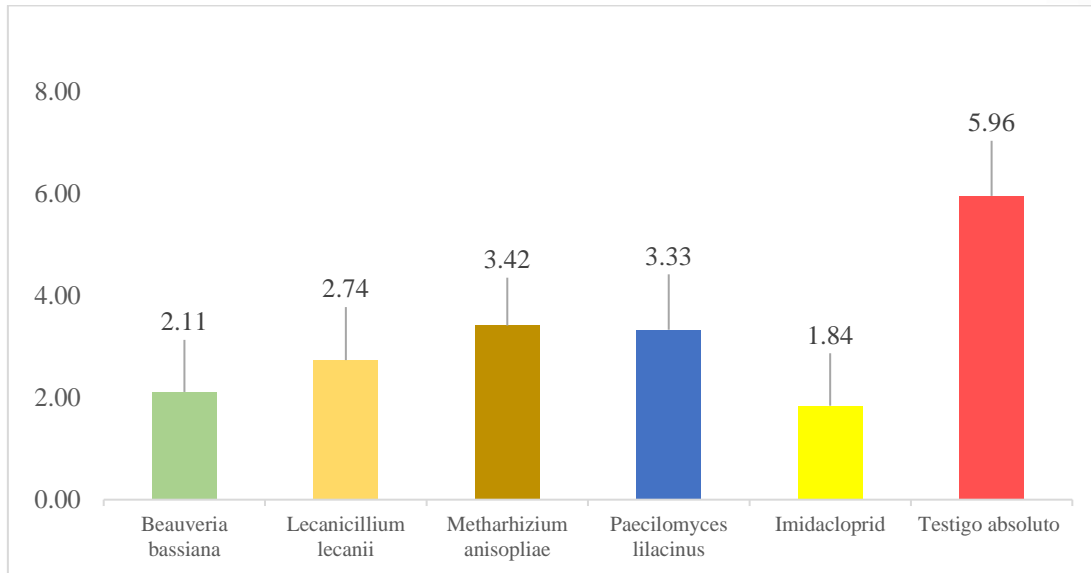
Nota: Valores identificados con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

El promedio general de ninfas por planta, presentado en la **Figura 2** se evidencia la respuesta positiva obtenida tras la aplicación de los tratamientos evaluados, el T6 testigo absoluto alcanzó 5.96 ninfas siendo la mayor densidad, donde la ausencia de control enmarca el proceso natural de la plaga. Mientras que todos los tratamientos en evaluación redujeron significativamente el proceso de infestación. Por otra parte, el T5 tratamiento convencional registró el menor número de ninfas de 1.84, siendo un control positivo. Mientras que los tratamientos biológicos registraron un promedio de 2.11 para T1 *Beauveria bassiana* y 2.74 para T2 *Lecanicillium lecanii* siendo las menores densidades registradas, evidenciando mayor control de estadios inmaduros a comparación de T3 *Metarhizium anisopliae* y T4 *Paecilomyces lilacinus* con 3.42 y 3.33 respectivamente.

Los hallazgos obtenidos contrastan con aquellos descritos por Lorenzo et al. (2025) quien registró 3 ninfas por hoja de planta evaluada en la unidad experimental tratada con *Beauveria bassiana*. De igual manera el estudio de Abdou & Shalaby (2024) quien también comparo Imidacloprid reflejo el 11.8 ninfas en foliolo evaluado; Espinel et al. (2018) reflejo 4 ninfas en un foliolo evaluado para *Lecanicillium lecanii*. La investigación de Ocampo & Pavón (2012) obtuvo 2.81 ninfas para el tratamiento *Paecilomyces lilacinus*. En el caso de *Metarhizium anisopliae* en el estudio de Rios-Velasco et al. (2014) obtuvo el resultado de 3.7 que se asemeja al resultado obtenido en este estudio.

Figura 2

Número de ninfas por planta según cada tratamiento evaluado



Nota: Promedio general de ninfas de *Bemisia tabaci* por planta en respuesta a los tratamientos en estudio.

3.3. Eficacia de los tratamientos

La eficacia de los tratamientos desde los 7 días hasta los 63 días mostró un incremento progresivo a lo largo del periodo de evaluación, claramente existen diferencias entre los tratamientos. Según los datos mostrados en la **Tabla 4** en efecto el tratamiento convencional T5 sus eficacias presentaron valores más altos desde el 87% y 89% a partir de los 49 días de evaluación, esto menciona su acción insecticida rápida y persistente. Mientras que los tratamientos biológicos el patrón de control se caracterizó por un incremento gradual de la eficacia, donde sus valores superan al 70% desde los 49 días, el tratamiento T1 alcanzó la mayor eficacia con 85.23% en los 56 días, seguido del tratamiento T2 y T3 con 74.42% en los 63 días, para los 49 días el tratamiento T4 alcanzó los 72.45%.

Según la Cámara Procultivos ANDIP (2016) al tratarse de una infestación heterogénea que causa la mosca blanca, la eficacia de los tratamientos se estimó aplicando la fórmula de Henderson–Tilton.

Tabla 4

Promedio de la eficacia mediante Henderson y Tilton

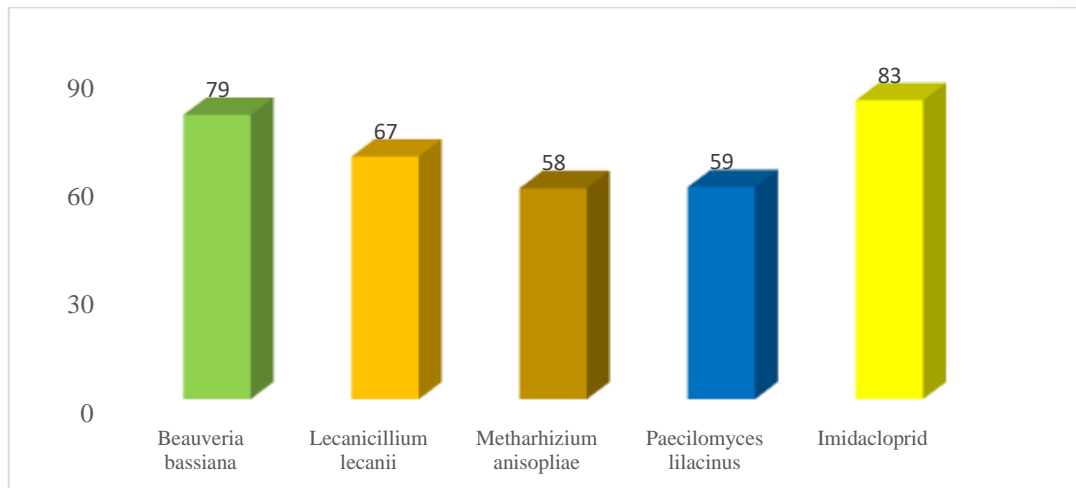
TRATAMIENTO	EFICACIA HENDERSON Y TILTON									PROMEDI O EFICACIA
	7 DDA	14 DDA	21 DDA	28 DDA	35 DDA	42 DDA	49 DDA	56 DDA	63 DDA	
T1 <i>Beauveria bassiana</i>	75.2 5	76.7 8	76.07	77.79	77.36	77.0 5	81.39	85.23	81.06	78.66
T2 <i>Lecanicillium lecanii</i>	60.6 8	65.1 7	64.11	68.56	67.55	63.6 6	69.10	70.78	74.42	67.11
T3 <i>Metharhizium anisopliae</i>	55.9 3	52.1 5	52.15	58.31	46.42	59.8 4	52.72	73.41	74.42	58.37
T4 <i>Paecilomyces lilacinus</i>	51.1 9	48.9 8	67.98	56.60	51.70	46.8 3	72.45	64.87	67.44	58.67
T5 Imidacloprid	75.2 5	73.9 6	79.94	82.91	82.64	84.7 0	88.09	89.49	87.04	82.67

Nota: Promedios de eficacia según el día de evaluación.

Se observaron diferencias notables en la efectividad de los tratamientos analizados, mostrando diferencias destables de uno al otro, si bien es cierto T1 *Beauveria bassiana* alcanzó un 79% siendo la mayor eficacia dentro de los controles biológicos, seguido del 67% para T2 *Lecanicillium lecanii*. Por su parte T4 *Paecilomyces lilacinus* y T3 *Metharhizium anisopliae* registraron el 59% y 58% de eficacia respectivamente. Por otro lado, el tratamiento convencional T5 Imidacloprid presentó el 83% siendo la mayor eficacia como se detalla en la **Figura 3**. No obstante, los niveles de control por parte de los tratamientos biológicos son relevantes destacando su potencial no tan distante del control convencional, siendo una alternativa de estrategia para el manejo sostenible y para la reducción del uso de insecticidas químicos. La eficacia obtenida en este ensayo según la resolución 0117 de la normativa de Agrocalidad, hace mención en los productos biológicos deben alcanzar una eficacia del 70% (Fernández & Escobar, 2020). En el caso de *Beauveria bassiana* está dentro del cumplimiento de la normativa vigente Es decir que cumple y está dentro de un control riguroso, no obstante, los demás tratamientos biológicos cumplen la función de control en menor porcentaje, pero sobrepasa al testigo absoluto, siendo una alternativa competitiva y viable con los controles convencionales.

Figura 3

Eficacia general obtenida de las evaluaciones realizadas



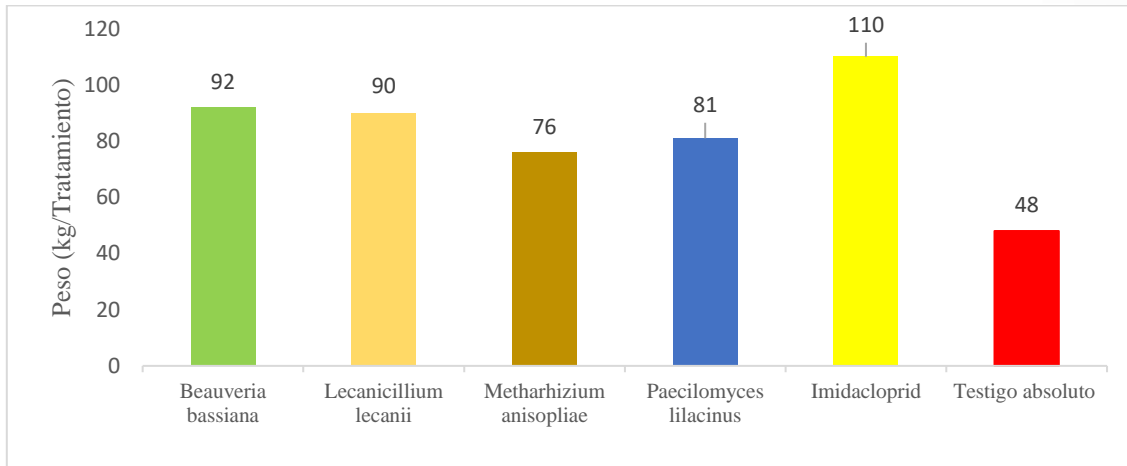
Nota: Promedio de eficacia de los tratamientos evaluados mediante Henderson y Tilton.

3.4. Rendimiento total por tratamiento (kg/Trat.).

El rendimiento total en kg por tratamiento evaluado se comparó durante la primera cosecha, evidenciando diferencias entre los tratamientos analizados. Para el control biológico la **Figura 4** muestra que, T1 *Beauveria bassiana* presentó 92 kg siendo la mayor producción, seguido de 90 kg para T2 *Lecanicillium lecanii*, posteriormente se registraron producciones de 81 kg y 76 kg en el T4 *Paecilomyces lilacinus* y T3 *Metarhizium anisopliae* respectivamente. Por su parte el tratamiento convencional T5 Imidacloprid resalta la mayor producción con 110 kg. Por lo contrario, el T6 testigo absoluto presentó la menor producción alcanzando 48 kg. Por esta razón los tratamientos biológicos en evaluación mostraron incrementos considerables en la producción, competitivos con el control convencional y siendo considerable con respecto al testigo absoluto, de modo que constituye una opción factible para el manejo de *B tabaci* y al mismo tiempo contribuye a la producción del cultivo.

Figura 4

Los datos de producción correspondientes al primer piso productivo



Nota: Rendimiento de la producción en kg por los tratamientos evaluados.

3.5. Comparación económica US\$/ha de los tratamientos

De acuerdo con el análisis de costo y beneficio demostró diferencias entre los ingresos, asociados al rendimiento obtenido por cada unidad evaluada. El tratamiento convencional T5 Imidacloprid alcanzó un ingreso bruto de \$ 90.00 restando los costos de producción se destaca un beneficio neto de \$ 53.60, sin embargo, entre los controles biológicos T1 *Beauveria bassiana* y T2 *Lecanicillium lecanii* se determinaron con el ingreso bruto favorable y consistente de \$ 70.00 siendo el más alto entre sí, aunque con los costos de producción se obtiene un beneficio neto de \$ 34.15 respectivamente **Tabla 5**, no obstante todos los agentes de control biológico demostraron ser económicamente viables, de tal manera que contribuye a una alternativa sostenible, amigable con el ambiente y competitiva.

Tabla 5

Ingreso, costos y beneficio neto por tratamiento evaluado

TRATAMIENTO	Beauveria bassiana	Lecanicillium lecanii	Metharhizium anisopliae	Paecilomyces lilacinus	Imidacloprid
Rendimiento (kg/Trat.)	92	90	76	81	110
Caja por Trat.	7	7	5	6	9
Caja estimada por ha	1.127	1.103	931	992	1.348
Precio por caja	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Ingreso bruto (\$/Trat.)	70.00	70.00	50.00	60.00	90.00

Costos de Variable (CV)

Tabla 5

Ingreso, costos y beneficio neto por tratamiento evaluado (continuación)

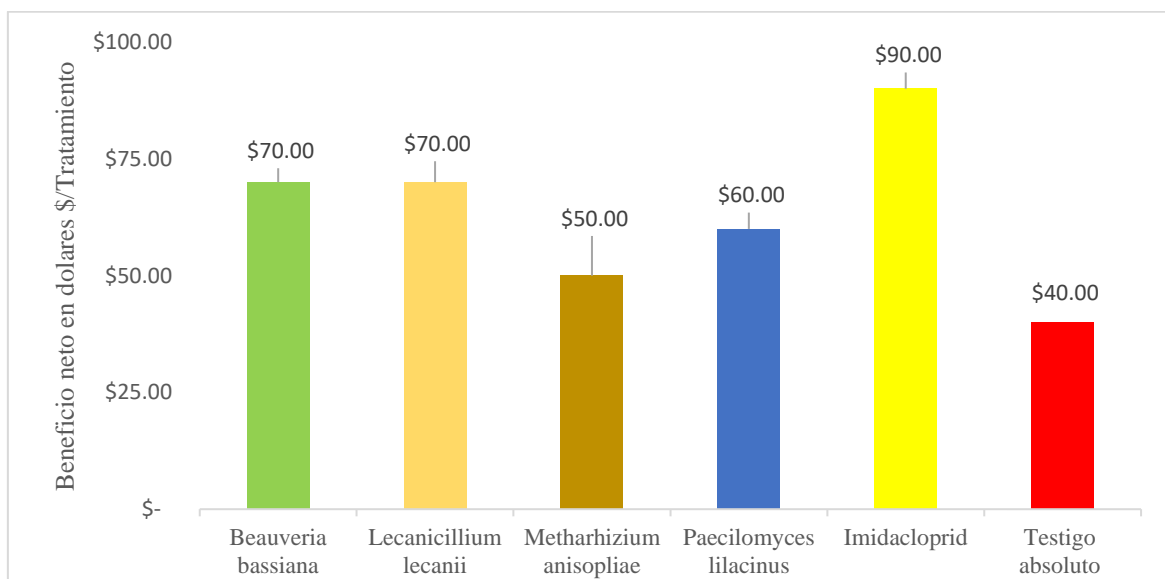
TRATAMIENTO	Beauveria bassiana	Lecanicillium lecanii	Metharhizium anisopliae	Paecilomyces lilacinus	Imidacloprid
Contenido neto por Trat.	25 gr	25 gr	25 gr	25 gr	100 ml
Costo por (\$/Trat.)	5.85	5.85	5.85	5.85	6.40
Costo por producción de (\$/Trat.)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Contenido neto por ha	100 gr	100 gr	100 gr	100 gr	450 ml
Beneficio					
Beneficio neto por Trat. (\$)	34.15	34.15	14.15	24.15	53.60

Nota: Valores correspondientes a rendimientos, ingresos, costos y beneficios por tratamiento evaluado.

Se comparó el beneficio neto expresado en \$ dólares por tratamiento evaluado **Figura 5**, mostrando diferencias considerables. El mayor beneficio presentó el tratamiento convencional T5 Imidacloprid con \$90.00, por lo contrario, el T6 Testigo absoluto registro \$40.00 siendo el menor valor. Posteriormente los tratamientos biológicos generaron beneficios netos superiores al testigo absoluto, donde T1 *Beauveria bassiana* y T2 *Lecanicillium lecanii* alcanzó \$ 70.00 seguido de T4 *Paecilomyces lilacinus* con \$ 60.00, mientras que T3 *Metarhizium anisopliae* presentó \$ 50.00 siendo el menor beneficio entre los tratamientos biológicos, no obstante, evidenció su viabilidad económica como una alternativa al manejo convencional.

Figura 5

Resultado del beneficio neto registrado durante la primera cosecha



Nota: Beneficio neto en (\$/tratamiento) evaluado

4. Conclusiones

- El estudio sobre el control biológico de *Beauveria bassiana*; *Lecanicillium lecanii*; *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en el control de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en etapa de producción muestra una capacidad consistente para regular el comportamiento poblacional de la plaga en el cultivo de Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en el periodo de evaluación, entre los agentes evaluados *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* su comportamiento fue estable con mayor nivel de eficacia y reflejando menor densidad poblacional del insecto en comparación con el testigo absoluto. Destacando la viabilidad de los agentes biológicos como alternativa para el manejo integrado de plagas.
- La investigación también resalta que los tratamientos biológicos permitieron mantener rendimientos productivos superiores al testigo absoluto, donde *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* por su parte evidenciaron una adecuada protección del potencial productivo del cultivo durante el primer ciclo de cosecha. De esta manera el punto de vista económico generó beneficios netos positivos y competitivos por los bajos costos de aplicación, demostrando una viabilidad económica para sistemas productivos en búsqueda de la dependencia del manejo químico convencional.
- En conclusión, el presente estudio no solo proporciona conocimiento acerca del uso de agentes biológicos para contrarrestar plagas en la agricultura, por lo contrario, ofrece una estrategia viable con el objetivo de incrementar y mejorar la productividad de los viveros de tomate riñón, evidenciando su capacidad para disminuir el uso del manejo químico, contribuyendo a sistemas económicamente viables y ambientalmente sostenibles, contribuyendo así al bienestar de los productores y consumidores.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

6. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

7. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

8. Referencias bibliográficas

Abdou, G. Y., & Shalaby, S. E. M. (2024). The integrated use of a commercial

formulation of the entomopathogenic fungus *beauveria bassiana* with two insecticides against cotton whitefly, *bemisia tabaci* (genn.) on tomato plants.

Middle East Journal of Agriculture Research, 13(03), 588–598.

<https://www.curresweb.com/index.php/MEJAR1/article/view/487>

Abubakar, M., Koul, B., Chandrashekar, K., Raut, A., & Yadav, D. (2022). Whitefly (*bemisia tabaci*) management (wfm) strategies for sustainable agriculture : a review. *Agriculture*, 12(9), 1317.. <https://www.mdpi.com/1797082>

Artola-Díaz, A. J., Duarte-Herrera, M. A., Raudez-Centeno, D., & Estrada-Santana, D. C. (2020). 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. *Revista Iberoamericana de bioeconomía y Cambio climático*, 6(12), 1456–1480. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i12.9932>

Cámara Procultivos ANDI. (2016). *Manual para elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con Pqua*. Instituto Colombiano Agropecuario. [https://www.andi.com.co/Uploads/Manual_Protocolos_Ensayos_Eficacia_PQUA_REV_08_09_2016_\(2\).pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/Manual_Protocolos_Ensayos_Eficacia_PQUA_REV_08_09_2016_(2).pdf)

Castellanos Castellanos, J. E. (2021). *Evaluación del control biológico de mosca blanca (bemisia tabaci) en el cultivo de tomate chonto (solanum lycopersicum) en el municipio de Tinjaca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogota, Colombia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39045>

Chávez-Escalante, G., & Méndez-González, F. (2024). El control biológico como alternativa para una agricultura sustentable en un entorno amenazado por el cambio climático. *Mexican Journal Of Technology And Engineering*, 3(1), 35–43. https://www.researchgate.net/publication/380539603_El_control_biologico_como_alternativa_para_una_agricultura_sustentable_en_un_entorno_amenazado_por_el_cambio_climatico

Chirinos, D. T., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Bravo, S. P., Solis, L., & Geraud-Pouey, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 1–16. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276

Espinel, C., Lozano, M. D., Villamizar, L., Grijalba, E., & Cotes, A. M. (2018). Estrategia MIP para el control de *Bemisia tabaci* (Hemiptera : Aleyrodidae) en melón y tomate. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(2), 163–168. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882008000200005

- Fernández Campos, M. S. (2016). *Evaluación de la eficacia biológica de los insecticidas Sulfoxaflor e Imidacloprid para el control de Bemisia tabaci en el cultivo de tomate* [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano, Zamorano Honduras]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/0cc631b4-a4b1-4b32-bd0d-e6a94d4e6a8f>
- Fernández, I. M., & Escobar, I. P. (2020). *Instructivo para la aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines, de uso agrícola en Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/Inst.-Ensay-Eficacia-Res-117-borrador.pdf>
- Graciano-Obeso, A., López-Atondo, J.-U., & Báez-Higuera, J.-A. (2024). Influencia de la aplicación de hongos entomopatógenos sobre el rendimiento de tomate en Guasave, Sinaloa. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 10(1), 451–463. <https://doi.org/10.63728/riisds.v10i1.58>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2024). *Anuario meteorológico № 53-2013*. <https://servicios.inamhi.gob.ec/clima/>
- Litwin, A., Nowak, M., & Różalska, S. (2020). Entomopathogenic fungi: unconventional applications. *ReViews in Environmental Science and Bio/Technology*, 19(1), 23–42. <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09525-1>
- Lorenzo, M. E., Pardo, G., & Bao, L. (2025). Advances in biological control of pests in protected tomato crops in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 29, e1782. <https://doi.org/10.31285/AGRO.29.1782>
- Moreno-Morales, S. M., Palma-Vera, A. A., Rivero-Herrada, M., Reyes-Pérez, J. J., Llerena-Ramos, L. T., Morales-Rodríguez, W. J., & Quinatoa-Lozada, E. F. (2024). Banana peels (musa paradisiaca): potential use as biostimulant in tomato cultivation. *Terra Latinoamericana*, 42, 1–13. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i.2015>
- Ocampo Estrada, M. M., & Pavón Muñoz, J. M. (2012). *Uso de hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca (Bemisia tabaci) en diferentes especies de plantas hospederas bajo condiciones de invernadero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía, Managua, Nicaragua]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10e82.pdf>
- Perales Segovia, C., Bocanegra García, J., Carrillo Rodríguez, J. C., Chávez Servía, J. L., Silos Espino, H., Aguilar Ojeda, L., & Tafoya Rangel, F. (2015). Efecto de extractos vegetales en mosquita blanca bajo dos esquemas de aplicación. *Revista*

Mexicana de Agroecosistemas, 2(1), 1–7.

<https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/290>

Quezada Quezada, W. F. (2014). *Material didáctico que utilizan durante la ejecución de sus clases los profesores de cultura física de los centros fiscales de educación general básica del cantón saraguro de la provincia de Loja. año lectivo 2013-2014* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador].

<https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/04952927-53d0-479f-9360-a6fd4ddf5096/content>

Rios-Velasco, A. C., Pérez-Corral, D. A., Salas-Marina, M. Á., Berlanga-Reyes, D. I., Ornelas-Paz, J. J., Muñiz Acosta, C. H., Cambero-Campos, J., & Jacobo-Cuellar, J. L. (2014). Pathogenicity of the hypocreales fungi *beauveria bassiana* and *metarhizium anisopliae* against insect pests of tomato. *Southwestern Entomologist*, 39(4):739-750.

https://www.researchgate.net/publication/273305760_Pathogenicity_of_the_Hypocreales_Fungi_Beauveria_Bassiana_and_Metarhizium_Anisopliae_Against_Insect_Pests_of_Tomato

Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S., & Saad, N. (2020). A review of the biology and control of whitefly, *bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. *Insects*, 11(9), 619. <https://www.mdpi.com/823036>

Sani, I., Jamian, S., Saad, N., Abdullah, S., Mohd Hata, E., Jalinas, J., & Ismail, S. I. (2023). Identification and virulence of entomopathogenic fungi, *Isaria javanica* and *Purpureocillium lilacinum* isolated from the whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Malaysia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00657-4>

Smith, H. A., & Krey, K. L. (2019). Three release rates of *dicyphus hesperus* (hemiptera: miridae) for management of *bemisia tabaci* (hemiptera: aleyrodidae) on greenhouse tomato. *Insects*, 10(7), 213. <https://www.mdpi.com/2075-4450/10/7/213>

Valdiviezo Córdova, D. S., Bolaños Carriel, C. A., Constante Cruz, C. J., & Acosta Segovia, C. B. (2025). Evaluation of the efficacy of *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii* strains in the biological control of *Tetranychus urticae* under laboratory conditions. *Conciencia Digital*, 8(3.1), 26-39.

<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v8i3.1.3502>

Vázquez, L. L., Murguido, C., Elizondo, A. I., Elósegui, O. & Morales, F. (2007). Control biológico de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. *Instituto de Investigaciones*

de Sanidad Vegetal (INISAV).

<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REH10C397c.pdf>

Vélez-Ruiz, M. C., Meza-Vera, R. J., Abasolo-Pacheco, F., & Álvarez-Romero, P. I. (2022). Use of botanical extracts to control the aphid (*Myzus persicae*: Aphididae) and whitefly (*Bemisia tabaci*: Aleyrodidae) in pepper crop (*Capsicum annum*: Solanaceae), in Ecuador. *Terra Latinoamericana*, 40, 1–11.
<https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1454>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

