DOI: https://doi.org/10.46296/ig.v7i14edespnov.0240

EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE *Frankliniella Occidentalis* Perg EN EL CULTIVO DE ROSAS

EVALUATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI TO CONTROL *Frankliniella Occidentalis* Perg IN ROSE CULTIVATION

Gabilanez-Yar Jasmín Suleima [1]; Prado-Beltrán Julia Karina [2]

[1] Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador.
Correo: jasmin.gabilanez@upec.edu.ec. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-6620-2403

[2] Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
Correo: jkpradob@utn.edu.ec. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8836-3559

Resumen

La floricultura ecuatoriana, aporta de manera positiva a la economía nacional, generando USD 287,5 millones en el primer trimestre de 2024, sin embargo, enfrenta desafíos considerables, como la infestación de la plaga *Frankliniella occidentalis*, que compromete la calidad y comercialización de las flores. Con el objetivo de evaluar diferentes hongos entomopatógenos como *B. bassiana* (T1), *M. anisopliae* (T2), *B. bassiana* + *M. anisopliae* (T3) y *L. lecanii* (T4) como estrategias de control biológico de *F. occidentalis* en el cultivo de rosas, se realizó un ensayo distribuido en bloques completos al azar con 4 tratamientos y 15 bloques. La información resultante fue analizada con las estadísticas de Friedman y LSD Fisher (α= 0.05) mediante el software InfoStat. Las variables evaluadas comprenden dinámica poblacional de thrips, incidencia de thrips en botón floral y el análisis económico. Los resultados indicaron que después de la aplicación, la incidencia de la plaga disminuyó progresivamente, siendo *B. bassiana* y *L. lecanii* los más eficaces (<6%). Los tratamientos con hongos entomopatógenos, especialmente *B. bassiana*, mejoraron la productividad y demostraron un beneficio- costo de 1,3 USD. Esta investigación muestra que los tratamientos biológicos con *B. bassiana*, *M. anisopliae* y especialmente *L. lecanii* son efectivos para controlar *F. occidentalis*.

Palabras clave: Floricultura, *F. occidentalis,* hongos entomopatógenos, *B. bassiana, M. anisopliae, L. lecanii*.

Abstract

Ecuadorian floriculture contributes positively to the national economy, generating USD 287.5 million in the first quarter of 2024, however, it faces considerable challenges, such as the infestation of the *Frankliniella occidentalis* pest, which compromises the quality and commercialization of flowers. In order to evaluate different entomopathogenic fungi such as *B. bassiana* (T1), *M. anisopliae* (T2), *B. bassiana* + *M. anisopliae* (T3) and *L. lecanii* (T4) as biological control strategies of *F. occidentalis* in rose cultivation, a randomized trial was carried out in complete blocks with 4 treatments and 15 blocks. The resulting information was analyzed with Friedman and LSD Fisher statistics (α= 0.05) using InfoStat software. The variables evaluated include thrips population dynamics, incidence of thrips in flower bud and economic analysis. The results indicated that after application, the incidence of the pest decreased progressively, with *B. bassiana* and *L. lecanii* being the most effective (<6%). Treatments with entomopathogenic fungi, especially *B. bassiana*, improved productivity and demonstrated a cost-benefit of 1.3 USD. This research shows that biological treatments with *B. bassiana, M. anisopliae* and especially *L. lecanii* are effective in controlling *F. occidentalis*.

Keywords: Floriculture, *F. occidentalis,* entomopathogenic fungi, *B. bassiana, M. anisopliae, L. lecanii*.

Información del manuscrito:
Fecha de recepción: 20 de agosto de 2024.
Fecha de aceptación: 21 de octubre de 2024.
Fecha de publicación: 26 de noviembre de 2024.

1. Introducción

La floricultura emerge como una industria importante en diversos países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, en el caso de Ecuador, las fincas dedicadas a la producción de flores, especialmente de rosas, son un sector destacado con una fuerte presencia en la zona sierra del país, particularmente en provincias como Pichincha, Cotopaxi y Cayambe (C. O. Q. Morán et al., 2021). En 2023, la superficie plantada de rosas alcanzó las 6003 hectáreas, lo que representó el 63,4 % del total de flores cultivadas (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024).

La floricultura en Ecuador es un sector crucial para el crecimiento económico y social, generando divisas a través de la exportación y fomentando relaciones comerciales internacionales (Manotoa et al., 2022). En el primer trimestre de 2024, el valor de exportación del sector florícola alcanzó 287.5 millones de USD con un volumen de 47.1 mil toneladas métricas, la cifra más alta en una década (Banco Central del Ecuador, 2024). La industria florícola ecuatoriana se destaca como el tercer lugar mayor exportador de flores a nivel mundial, después de Colombia y Países Bajos (Morán, 2021), contribuyendo con alrededor del 10% al PIB agrícola y creando 28,775 empleos en micro, pequeñas y medianas empresas, especialmente en Pichincha y Cotopaxi (Manotoa et al., 2022).

Sin embargo, a pesar del éxito de la floricultura ecuatoriana, se enfrenta a un desafío crítico relacionado con el manejo de la plaga *Frankliniella occidentalis*, comúnmente conocida como thrips, dado que estos diminutos insectos se alimentan de los tejidos de las plantas y gracias a su capacidad de propagación representan una amenaza significativa para los cultivos de rosas, incluyendo las fincas florícolas ubicadas en las provincias mencionadas anteriormente (He et al., 2020). La incidencia de *F. occidentalis* puede alcanzar entre un 55% y un 80% en los cultivos de rosas, con una población media que varía entre 0,5 y 0,8 thrips por botón floral (Guerrero, 2018). Esta plaga causa una disminución en la calidad de las rosas, lo que afecta su comercialización y exportación, debido a que los requerimientos de

los compradores internacionales son cada vez más exigentes lo que hace que el manejo integrado de thrips sea esencial para mantener la frescura y belleza de las rosas y competir en el mercado (Manotoa et al., 2022).

El manejo de esta plaga se basa principalmente en el uso de productos fitosanitarios destinados para su control, sin embargo, *F. occidentalis* es una especie que tiende a generar resistencia a ciertos productos, entre ellos se encuentran los organofosforados, ciertos carbamatos, piretroides, y otros compuestos como la abamectina, imidacloprid y spino-sad (Fan et al., 2023). Esta resistencia tiene implicaciones en diversos ámbitos, como la reducción de la habilidad de los agricultores para gestionar plagas de thrips, al comprometer la efectividad de los productos y aumentar los gastos de producción, además, afecta al medio ambiente al requerir el uso de insumos más concentrados, disminuir la calidad del suelo y del agua utilizada para riego y consumo humano, y reducir la población de organismos vivos presentes en el suelo y polinizadores (Castillo et al., 2020).

Ante la problemática planteada, surgió la necesidad de buscar nuevas estrategias para el control de esta plaga, entre ellas, el control biológico con hongos entomopatógenos, que, según Berlanga *et al*., (2018) presentan un alto grado de importancia y pueden ser aprovechadas de manera efectiva para la implementación de un manejo integrado de plagas.

Los hongos entomopatógenos constituyen un grupo que abarca alrededor de 750 especies, mismas que se distribuyen en 115 géneros, entre ellos, *Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* sobresalen significativamente debido a su relevancia en el ámbito agronómico, estos hongos han demostrado ser importantes en la agricultura gracias a que poseen la capacidad de infectar y controlar plagas que afectan a los cultivos de manera efectiva (Estrada, 2019).

El propósito fundamental de estos hongos es reducir de forma significativa la población de plagas mediante la formación de epizootias, bajo esta perspectiva, la evaluación primordial de los aislamientos de

hongos se centra en su nivel de virulencia, ya que esto se convierte en el criterio principal para su caracterización (Gutiérrez et al., 2018). Además, según De la Fuente, (2022) otra ventaja de emplear el control biológico es garantizar la seguridad de los trabajadores en las plantaciones durante las aplicaciones, al mismo tiempo que se reduce el impacto ambiental al cambiar de estrategias convencionales a biológicas.

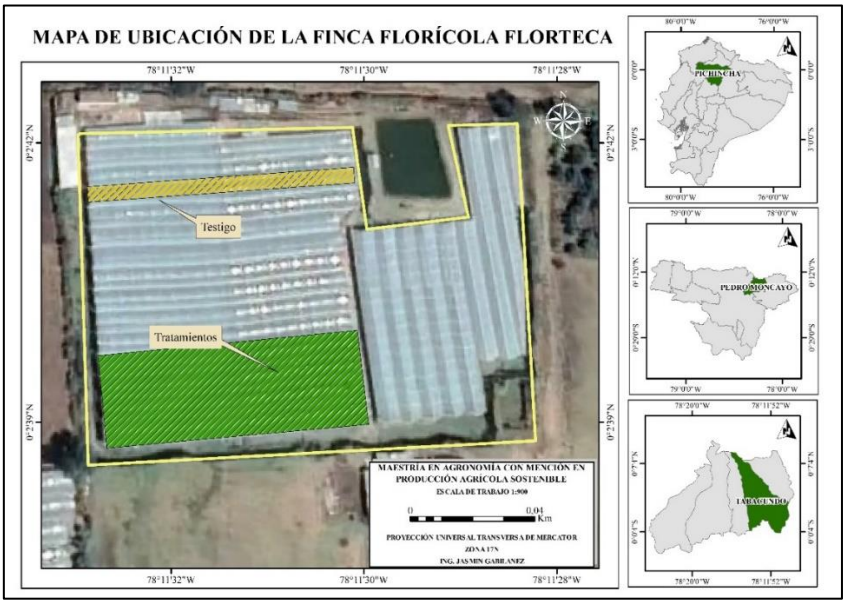
En ese sentido, el estudio de hongos entomopatógenos como *B. bassiana, L. lecanii* y *M. anisopliae* como una estrategia de control de *F. occidentalis* en el cultivo de rosas se enmarca en la búsqueda de soluciones sostenibles y efectivas para abordar un problema significativo en la floricultura ecuatoriana, además de reducir la dependencia de productos fitosanitarios y contribuir al conocimiento científico mediante la promoción de prácticas respetuosas con el medio ambiente.

2. Materiales y métodos

Área de estudio

La presente investigación se desarrollará en la finca florícola FLORTECA que se encuentra ubicada en la provincia Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, a una altitud aproximada de 2863 m.s.n.m, con coordenadas 0°2’42” N y 78°11’32W como se muestra en la figura 1.

Figura 1. *Mapa de ubicación de la Finca Florícola FLORTECA*



Fuente: Elaboración propia

Diseño Experimental y procedimiento

Fase I: Análisis de la dinámica poblacional de F. occidentalis bajo aplicaciones de hongos entomopatógenos

La investigación fue realizada en un invernadero, el cual ofreció un entorno controlado en cuanto a temperatura, humedad y otros factores ambientales, facilitando así un monitoreo preciso de las variables y una evaluación minuciosa de los tratamientos.

En la Tabla 1 se detallan los tratamientos implementados en este estudio, con el objetivo de examinar y evaluar los impactos de diferentes acciones con relación a las variables bajo análisis.

***Tabla 1**. Tratamientos en estudio*

Tratamiento	Composición	Dosis
T1	*Beauveria bassiana*	5cc/L
T2	*Metarhizium anisopliae*	5cc/L
T3	*B. bassiana* + *M. anisopliae*	10cc/L
T4	*Lecanicillium lecanii*	5cc/L
T5	Control finca	Testigo

Para el experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en el que se contemplaron 4 tratamientos y 3 repeticiones, además del testigo, dando un total de 12 unidades experimentales netas de control con hongos entomopatógens.

Cada una de las unidades experimentales estaba compuesta por 3 camas, dando un total de 36 camas para el control biológico, en un área de 170 m2. Se tomaron 45 puntos de muestreo por tratamiento. En cada punto se tomó como muestra tres hojas en el estrato inferior, medio y superior de la planta, es decir se evaluó un total de nueve hojas por sitio de muestreo.

Previo a la aplicación de los tratamientos a evaluarse se realizó un monitoreo directo una semana antes de iniciar las aplicaciones. Además, se realizaron muestreos directos cada semana en cada tercio perteneciente a los cinco puntos de muestreo por cama, para detectar la presencia de F. occidentalis en los botones. Durante estos muestreos, se registró con la ayuda de una lupa

de campo el número de thrips adultos, larvas y pupas presentes.

Por otro lado, se realizó un monitoreo indirecto con la utilización de trampas de color azul para el seguimiento periódico de plagas en el cultivo, se colocó una trampa de 10 x 15 cm por cada unidad experimental, a 5cm de altura del botón floral. Durante estas inspecciones, se registró y contabilizó la presencia de insectos atrapados en las trampas. El uso de trampas de color específico, como el azul, es una técnica efectiva para atraer y capturar insectos, permitiendo un monitoreo eficiente y no invasivo de la actividad de plagas en el cultivo.

Fase II: Determinación de la incidencia de daño en botón por F. occidentalis bajo los tratamientos en estudio

En este apartado se evaluó la incidencia de thrips y B. cinérea, enfermedad que se genera a raíz de los daños causados por thrips. La evaluación de la incidencia en botón floral implicó una observación de daños por thrips en cada punto de muestreo, el muestreo se realizó una vez a la semana. Adicionalmente, se sacudió cada botón floral en una hoja blanca con la finalidad de contabilizar los thrips.

Los botones florales afectados se contaron y expresaron como un porcentaje de la muestra total, lo que significa la proporción de botones florales afectados por B. cinerea con respecto al total de botones florales evaluados en cada punto

$$(\%\ Inc = \frac{\text{Número de botones afectados}}{\text{Total de botones evaluados}}\ x100)$$

Fase III: Comparación de los resultados económicos de hongos entomopatógenos con relación al manejo convencional para control de F. occidentalis

En esta sección, se realizó un seguimiento de la productividad mensual (tallos/ planta mes) por tratamiento mediante el conteo de tallos florales cosechados durante diecinueve días, se clasificaron los tallos florales identificando los afectados.

El análisis beneficio-costo se centró en identificar el tratamiento más económicamente viable, es decir, aquel con menor costo de implementación y mayor producción de rosas con ingresos significativos. Para esto, se compararon los beneficios netos de cada

tratamiento, contando los tallos florales cosechados en la parcela neta y expresándolos en tallos/planta mes. Este valor se multiplicó por el costo de producción de un tallo de rosas, considerando insumos y mano de obra, y se sumó al costo total de implementación de cada tratamiento

3. Resultados y discusión

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando pruebas Friedman no paramétricas, al no cumplirse los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza a través del programa InfoStat 2020.

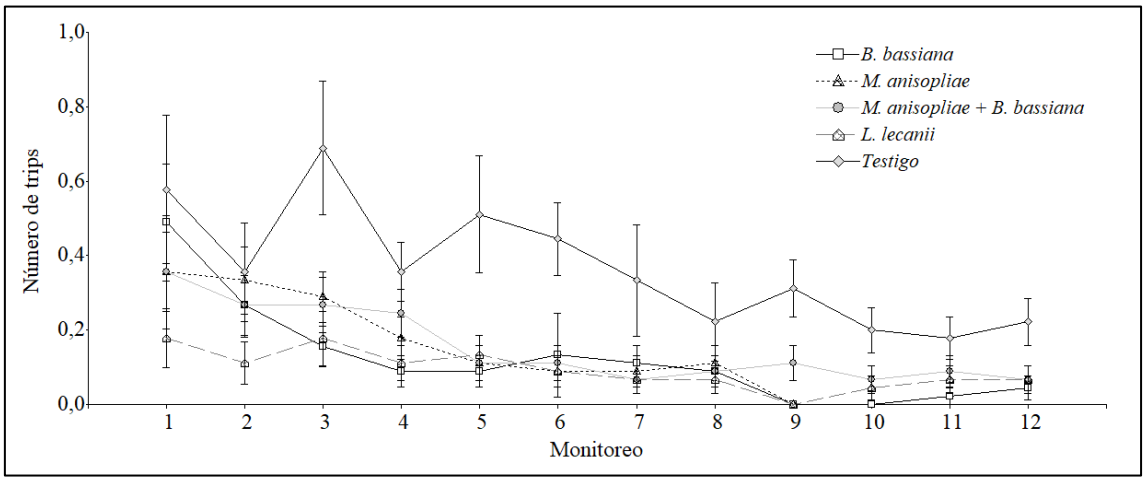
Fase I: Análisis de la dinámica poblacional de F. occidentalis bajo aplicaciones de hongos entomopatógenos

Los resultados de los análisis de pruebas paramétricas del monitoreo indirecto indican que existe interacción entre los días y tratamiento (<0,0001).

Mientras que, en el monitoreo directo con trampas, tanto el monitoreo como el tratamiento mostraron un efecto significativo sobre nthrips (p < 0,0001). La interacción entre ambos factores también fue significativa (p = 0,0005), lo que indica que la reducción de thrips varía a lo largo del tiempo según el tratamiento aplicado.

Durante las 12 semanas se encontró menos de 1 thrips por planta, en donde el testigo mostró mayor presencia de thrips.

Figura 2. *Dinámica poblacional de F. occidentalis en el tercio superior de la planta*



En la evolución de la población de thrips en el tercio medio de la planta, aunque se registró una cantidad muy baja de thrips, inferior a 0.2 individuos por monitoreo, se observaron diferencias entre los tratamientos y el grupo de control. Durante las semanas 1 y 5, la presencia de thrips fue ligeramente mayor en el grupo de control en comparación con los tratamientos de control biológico. Sin embargo, durante las semanas 2, 3 y especialmente la semana 4, las diferencias entre los tratamientos y el control no fueron significativas. A partir de las semanas siguientes, no se detectó presencia de thrips en el tercio medio de la planta.

En cuanto a la presencia de thrips en el tercio superior de la planta (Figura 2) se puede observar que existe un numero cercano a 1 thrip, a diferencia del tercio bajo y medio, en el superior se evidencia la mayor cantidad de thrips, lo que puede compararse con lo reportado por Aliakbarpour et al, (2010) quienes mencionan que el número promedio de thrips adultos en la parte superior de las plantas fue de 15.3 por panícula, mientras que en la parte media y baja fue de 7.8 y 3.4 respectivamente. Estos valores demuestran una clara tendencia de mayor concentración de thrips en la parte superior de las plantas.

Durante el primer monitoreo, *B. bassiana* presentó un promedio de 0.49 thrips por planta, mientras que *M. anisopliae* y su combinación con *B. bassiana* registraron un valor de 0.36 thrips por planta, respectivamente. *L. lecanii* obtuvo la media más baja con 0.18, sugiriendo una menor incidencia inicial de thrips, mientras que el testigo por el contrario registró un valor de 0.58 thrips por planta, siendo el tratamiento con mayor cantidad de thrips inicial.

Sin embargo, a partir del tercer monitoreo, *B. bassiana* se redujo a 0.16 thrips, lo que representa una disminución del 67.35% respecto a su valor inicial. En comparación, *M. anisopliae* tuvo una reducción del 19.44% respecto a su valor inicial, alcanzando 0.29 thrips. Por su parte la combinación de ambos presentó una disminución de 25% con un valor de 0.27, mientras que *L. lecanni* se mantuvo en el mismo valor. Por el contrario, el testigo presentó un incremento del 18.97% dando un valor de 0.69 thrips. Esto sugiere que

el control convencional fue menos efectivo en las primeras etapas de la plaga, mientras que los hongos entomopatógenos demostraron ser más eficaces.

A partir del sexto monitoreo, todos los tratamientos biológicos mostraron una reducción significativa en la población de thrips. *M. anisopliae* y *L. lecanni* destacaron con 0.09 trhips, por su parte, *B. bassiana y su* combinación con *M. anisopliae* presentaron 0.13 y 0.11 thrips, respectivamente, mientras que el testigo se mantuvo en 0.44 thrips. Esta diferencia indica una mayor efectividad de *M. anisopliae*, con una reducción del 75% en comparación con el valor inicial del primer monitoreo.

Al finalizar el monitoreo (semana 12), *B. bassiana* mantuvo el nivel más bajo con 0.04 thrips, lo que equivale a una reducción del 91.84% desde su valor inicial. Los demás hongos entomopatógenos, también mostraron una efectividad superior al 61% en la reducción de la población de thrips, demostrando su capacidad para controlar esta plaga. En contraste, el testigo mostró una reducción del 62.07% desde su valor máximo, manteniendo 0.22 thrips. Esto sugiere que, aunque todos los tratamientos redujeron la plaga de manera considerable, el tratamiento con *B. bassiana* fue el más efectivo en mantener bajos niveles de thrips durante el periodo de estudio.

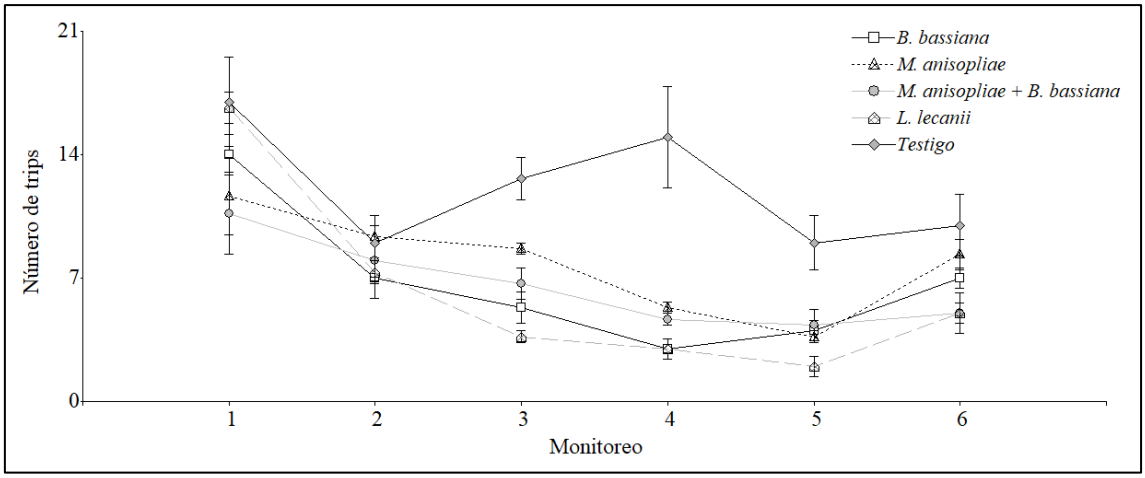
Estos hallazgos coinciden con estudios previos como los de Maketon et al, (2009), quienes observaron una reducción del 85% en la población de la mosca blanca del moral (*Pealius mori*) tras la aplicación de *B. bassiana* en un periodo de 10 semanas, aunque su estudio se centró en una plaga diferente, los resultados son comparables a la reducción del 91.84% observada en el presente estudio sobre thrips, lo que sugiere una alta eficacia de *B. bassiana* en diferentes contextos.

De igual manera, Ansari et al, (2008) resaltaron la sinergia entre *M. anisopliae* y *B. bassiana*, logrando una mayor persistencia en el control de *Plutella xylostella* (polilla de la col), lo que resultó en una reducción del 87% de la población en sistemas de manejo integrado de plagas, un valor similar al del presente estudio que obtuvo una reducción del

80,56% en la población de thrips, lo que subraya la eficacia de la combinación de hongos entomopatógenos para un control más eficiente de plagas.. Por otro lado, aunque *L. lecanii* ha demostrado ser un controlador eficiente en investigaciones como la de Subramaniam et al, (2021)con una reducción del 75% en 8 semanas, en el presente estudio su eficacia fue menor (61.11% a la semana 8).

Por otro lado, en el análisis de la dinámica poblacional mediante trampas (monitoreo directo), se calcularon las medidas ajustadas para cada tratamiento. Los resultados revelaron que el único tratamiento que presentó diferencias significativas fue el manejo convencional de la finca, el cual registró una media de thrips superior en comparación con los tratamientos de control biológico, que no mostraron diferencias significativas entre sí. La Figura 3 muestra la cantidad de thrips detectados en cada tratamiento durante los seis monitoreos realizados a lo largo del ensayo.

Figura 3. *Dinámica poblacional de F. occidentalis en trampas*



En el primer monitoreo, todos los conjuntos de datos presentaron un número similar de thrips, oscilando entre 14-16. Esto indica que, al inicio del experimento, la población de thrips era relativamente homogénea en todas las muestras. Sin embargo, a partir del segundo monitoreo, se observa una disminución significativa en la cantidad de thrips para todos los conjuntos de datos.

La incidencia del manejo convencional de la finca, que no recibió tratamiento con hongos entomopatógenos, presenta una

tendencia creciente constante hasta el cuarto monitoreo, seguida de una disminución en el quinto. Este comportamiento podría atribuirse a la aplicación de pesticidas y a la resistencia que la plaga ha desarrollado hacia estos. Esta situación es similar a lo observado por Miranda y Loera, (2019) quienes encontraron que el huerto con mayor daño por thrips correspondía al que recibió una mayor cantidad de pesticidas.

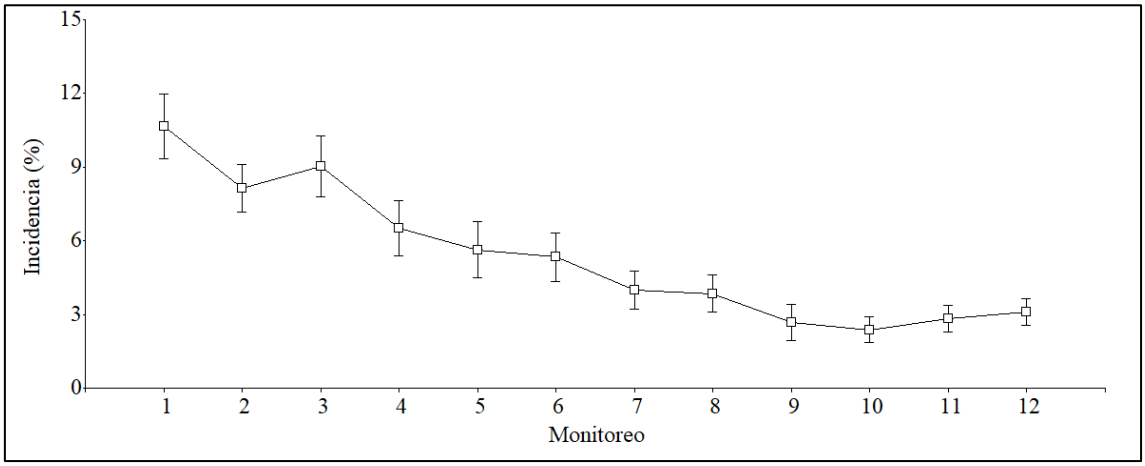
Finalmente, a pesar de que todos los tratamientos con hongos muestran una reducción en el número de thrips, no hay una diferencia significativa entre ellos, lo que indica que todos los hongos son igualmente efectivos en la reducción del número de thrips, resultados similares a los encontrados por Trujillo et al, (2003) quienes mencionan que tanto bajo condiciones de laboratorio y de campo estos hongos entomopatógenos demostraron ser efectivos contra thrips y su eficacia no fue diferente a la del producto químico evaluado.

Fase II: Determinación de la incidencia de daño en botón por F. occidentalis bajo los tratamientos en estudio

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto del monitoreo y el tratamiento. No se encontró interacción significativa entre estos factores ($p = 0,2946$). Sin embargo, tanto el monitoreo como el tratamiento mostraron un valor de p significativamente menor a 0,0001, lo que indica que ambos factores tienen un efecto significativo en la incidencia de botones afectados.

A medida que se incrementa el número de monitoreos, las medias disminuyen, lo que sugiere que la incidencia de botones afectados también baja. Además, las medias no muestran diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$).

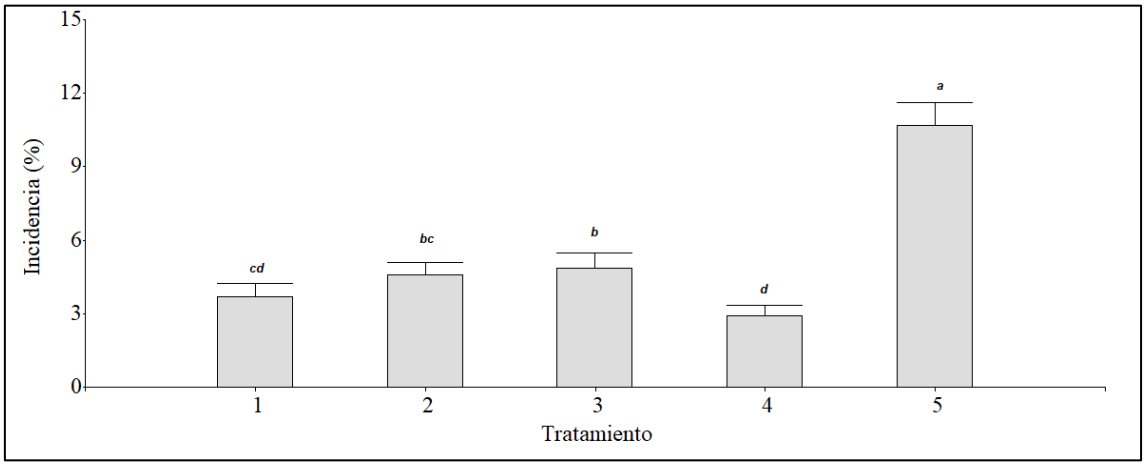
Figura 4. *Incidencia de F. occidentalis a lo largo del tiempo*



La variabilidad de la incidencia de *F. occidentalis* en función del tiempo muestra que, en el primer monitoreo, la incidencia fue alrededor del 12%, y conforme avanzaba el tiempo, el porcentaje de incidencia disminuyó hasta llegar a un 3% en el monitoreo doce (Figura 4). Esto indica que, con el paso del tiempo, la incidencia de *F. occidentalis* se redujo. Resultados similares fueron reportados por Mendoza et al, (2019) quienes también observaron una disminución en la incidencia de *F. occidentalis* con el tiempo al usar controladores biológicos.

En contraste, en la Figura 5 se observa la variabilidad de la incidencia de acuerdo con los tratamientos evaluados, se encontró que los tratamientos 1 y 4 pertenecientes a *B. bassiana y L. lecanii* respectivamente, muestran una incidencia similar de daño. Por lo tanto, estos dos tratamientos tienen una eficacia similar en la prevención y control del daño causado por *F. occidentalis*.

Figura 5. *Incidencia de F. occidentalis en cada tratamiento*



La disminución en la incidencia *de F. occidentalis* observada en los tratamientos 1, 2, 3 y 4 demuestra la efectividad de los métodos aplicados en el control de la plaga. Los tratamientos biológicos, especialmente aquellos que incluyen el uso de entomopatógenos como *B. bassiana* y *L. Lecanii* han demostrado su eficacia para el control de thrips. Investigaciones previas, como la de Mendoza et al, (2019), también informaron que la incidencia de *F. occidentalis* disminuye con la aplicación de controladores biológicos en diferentes momentos y condiciones climáticas.

Por su parte, el tratamiento de *L. lecanii* resultó ser el más efectivo en este estudio, con una incidencia cercana al 3%, lo que concuerda con estudios como el de Subramaniam et al, (2021), donde este hongo se encontró significativamente eficaz para el control de trhips bajo condiciones controladas. La efectividad de este tratamiento puede estar relacionada con su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y atacar eficazmente a la plaga.

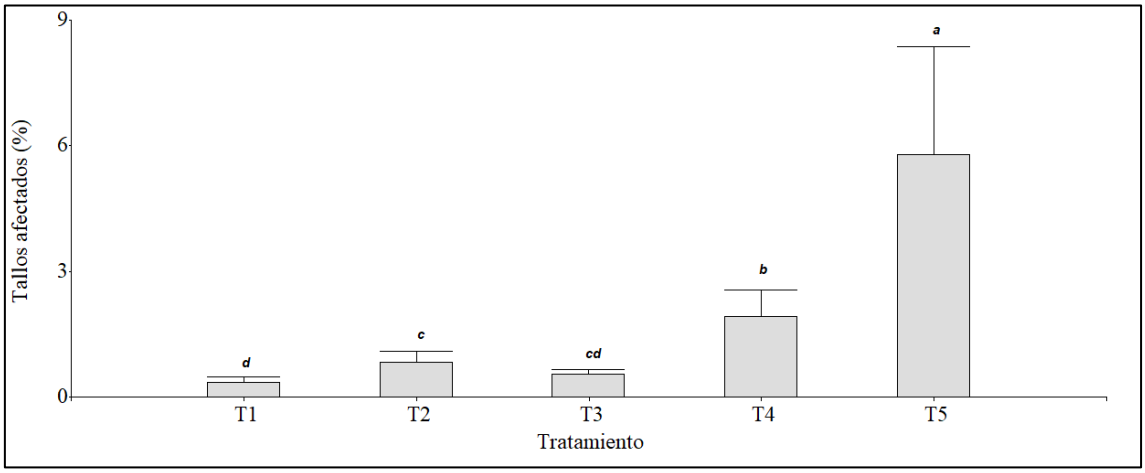
Por el contrario, el tratamiento testigo, que se basa en el manejo convencional de la finca, mostró la mayor incidencia de plaga, cercana al 12%. Esto sugiere que, el manejo convencional podría ser menos eficaz en la reducción de la incidencia de trhips en comparación con los tratamientos biológicos. Diversos estudios han resaltado la importancia de los agentes biológicos en el manejo de plagas, ya que pueden ofrecer una reducción más sostenible de las poblaciones de plagas (Ansari et al., 2008). Además, según Silveira et al, (2018) puede ser causado por un exceso de aplicación de plaguicidas y una mala rotación, lo que ha dado lugar al deterioro de las tierras de cultivo y a la generación de resistencia para algunas plagas, lo que indica claramente que este tratamiento es menos efectivo para prevenir el daño por *F. occidentalis* en comparación con los tratamientos de control biológico.

Fase III: Comparación de los resultados económicos de hongos entomopatógenos con relación al manejo convencional para control de F. occidentalis

En cuanto a productividad, se realizó un ANOVA, y se obtuvo una variabilidad significativa entre los tratamientos.

Además, los T1, T2 y T4 pertenecientes a *B. bassiana* (2,72), *M. anisopliae* (2,41) y *L. lecanii* (2,37) respectivamente, tienen una media de productividad cercana a 3.

Figura 6. *Tallos afectados por F. occidentalis en cada tratamiento*



En la figura 6 se puede observar en cuanto a tallos afectados, que los tratamientos que obtuvieron la menor cantidad de tallos afectados fueron el de *B. bassiana y M. anisopliae* + *B. bassiana* con un valor menor al 3%, esto puede ser debido a que *M. anisopliae* cuenta con diversas enzimas que desempeñan funciones clave a lo largo de su ciclo de vida, como las dextruxinas, que dotan de potencial de insecticida, capacidad de adaptación y virulencia al hongo entomopatógeno para el control de plagas y enfermedades (Hernández et al., 2019), mientras que *B. bassiana* por su parte es un método de control efectivo para diferentes plagas entre ellas *F. occidentalis,* además de ser rentable para el agricultor (Bara y Laing, 2020). Del mismo modo, según Ríos et al, (2020) la combinación de *B. bassiana* + *M. anisopliae* obtuvo excentes resultados como controlador biológico de plagas ocasionando mortalidad del 79% en tan solo seis días, lo que resulta en menor cantidad de plantas afectadas.

Mientras que el T5 perteneciente al control convencional muestra la

mayor incidencia de tallos afectados, con un porcentaje cercano al 9%, es menos efectivo en comparación con los otros tratamientos, resultados similares a Miranda y Loera, (2019) quienes mencionan que en su estudio encontraron que la parcela que recibió la mayor cantidad de aplicaciones con productos fitosanitarios experimentó un daño en el 90% de los frutos evaluados.

En cuanto al análisis económico, según información proporcionada por la finca se realizó con los datos a la actualidad de costos y precios en el mercado, tomando en cuenta que los tallos cosechados son para exportación, el costo de producción por tallo de rosa es de 34 ctvs y el precio de cada tallo vendido es de 44 ctvs, es decir una diferencia de 10 ctvs por tallo.

***Tabla 2**. Análisis beneficio-costo*

Tratamiento	Total tallos	Ingreso (USD)	Costo finca (USD)	Costo Tratamientos (USD)	Beneficio neto	Beneficio /costo
T1	4078	1794,32	1386,52	40	367,8	1,3
T2	3618	1591,92	1230,12	40	321,8	1,3
T3	2665	1172,6	906,1	80	186,5	1,2
T4	3549	1561,56	1206,66	40	314,9	1,3
T5	1916	843,04	651,44	0	191,6	1,3
TOTAL	15826	6963,44	5380,84	240	1382,6	1,2

En la tabla 2 se presenta el análisis del costo beneficio por cada tratamiento, en donde se señala que el tratamiento con mayor producción de tallos es el T1 correspondiente a *B. bassiana* con un total de 4078 tallos de rosa, mientras que con el T5 de manejo convencional de la finca se obtuvo un total de 1916 tallos.

Mientras que en la relación costo-beneficio se observa que todos los tratamientos superan el rango de viabilidad de costo- beneficio, tanto *B. bassiana, M. anisopliae* y *L. lecanni* tienen un costo beneficio de 1,3, igual al testigo, lo que indica que la aplicación extra de hongos entomopatógenos contribuye con la productividad de tallos de rosa y no recurre de ninguna manera en aumento de costos económicos, por el contrario a excepción del T3 todos los tratamientos de control biológico tienen un beneficio neto superior al del testigo. Esto coincide con los

hallazgos de Zhang et al, (2021) quienes reportaron que los hongos entomopatógenos no solo controlan eficazmente las plagas, sino que también generan beneficios económicos al reducir la necesidad de utilizar pesticidas químicos.

4. Conclusiones

- Los tratamientos de control biológico de *B. bassiana, M. anisopliae* y en especial el hongo entomopatógeno *L. lecanii* muestran un notable potencial de efectividad para regular la dinámica poblacional de *F. occidentalis.*
- Después de la aplicación de los agentes biológicos de control, se observó una mejora progresiva en la reducción de la incidencia con el transcurso de las semanas, siendo los tratamientos con *B. bassiana* y *L. lecanii* los que presentaron una menor incidencia (<6%).
- Se obtuvo mayor productividad en los tratamientos de *B. bassiana, L. lecanii y M. anisopliae,* mientras que la menor cantidad de tallos afectados se logró con B. bassiana. En cuanto al análisis económico los tratamientos de *B. bassiana, M. anisopliae* y *L. lecanii* obtuvieron una productividad de 1,3 siendo bastante viable económicamente en el control de thrips.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Empresa Productos Orgánicos para el Desarrollo del Agro (Podagro) por la financiación del control biológico. También agradecen a la florícola Florteca por la apertura y disponibilidad en el acompañamiento del trabajo en campo. Agradecen también a los revisores pares y a los editores de esta revista por sus comentarios, que ayudaron a mejorar este trabajo.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento y quienes están de acuerdo son su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Bibliografía

Aliakbarpour, H., Che Salmah, M. R., & Dieng, H. (2010). Species Composition and Population Dynamics of Thrips (Thysanoptera) in Mango Orchards of Northern Peninsular Malaysia.

Environmental Entomology, 39(5), 1409–1419. https://doi.org/10.1603/EN10066

Ansari, M. A., Shah, F. A., & Butt, T. M. (2008). Combined use of entomopathogenic nematodes and Metarhizium anisopliae as a new approach for black vine weevil, Otiorhynchus sulcatus, control. Entomologia Experimentalis et Applicata, 129(3), 340–347. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00783.x

Banco Central del Ecuador. (2024). Boletín analítico trimestral de comercio exterior (Primer trimestre de 2024). www.bce.ec

Bara, G. T., & Laing, M. D. (2020). Entomopathogens. In Horticultural Reviews (pp. 325–368). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119625407.ch7

Berlanga, A. M., Gallou, A., Ayala, M. A., Serna-, M. G., Montesinos, R., Rodríguez, J. C., & Arredondo, H. C. (2018). Entomopathogenic fungi associated to Diaphorina citri (Hemiptera: Liviidae) in Colima, Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, 89(4), 986–1001. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2334

Castillo, B., Ruiz, J. O., Manrique, M. A. L., & Pozo. Carlos. (2020). Contamination by agricultural pesticides in crop fields in Cañete Contenido. In ISSN (Vol. 41, Issue 10).

De la Fuente, M. (2022). Evaluación de impacto del uso de hongos entomopatógenos para el control de cabrito de la frambuesa (Aegorhinus superciliosus) en berries en la macrozona centro-sur del país. www.elisamalicia.cl

Estrada, M. (2019). Use of the entomopathogen fungi for the biologi-cal control of arthropods agricultural pest.

Fan, R., Fan, Z., Sun, Z., Chen, Y., & Gui, F. (2023). Insecticide Susceptibility and Detoxification Enzyme Activity of Frankliniella occidentalis under Three Habitat Conditions. Insects, 14(7). https://doi.org/10.3390/insects14070643

Guerrero, R. (2018). "Evaluación del método mecánico con capuchones para el control de Trips (Frankliniella occidentalis) en el cultivo de rosa (Rosa sp)."

Gutiérrez, O. G., Cortez, H., Malo, E. A., & Nord, R. (2018). Feromona sexual y hongos entomopatógenos: un plus en su aprovechamiento en el manejo integrado de plagas.

Biotecnia, 20(3), 28–34. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971088004

He, Z., Guo, J. F., Reitz, S. R., Lei, Z. R., & Wu, S. Y. (2020). A global invasion by the thrip, Frankliniella occidentalis: Current virus vector status and its management. In Insect Science (Vol. 27, Issue 4, pp. 626–645). Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/1744-7917.12721

Hernández, F., García, L., Figueroa, K., Figueroa, B., Salinas Ruiz, J., Sangerman, D., & Díaz, E. (2019). Analysis of research on Metarhizium anisopliae in the last 40 years. In Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas special publication number (Vol. 22). www.scopus.com

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.

Maketon, M., Orosz, P., & Hotaga, D. (2009). Laboratory and field evaluation of Beauveria bassiana for controlling Mulberry whitefly Pealius mori Takahashi (Homoptera: Aleyrodidae) in mulberry (Morus alba Linn). Journal of Pest Science, 82(3), 251–259. https://doi.org/10.1007/s10340-009-0248-y

Manotoa, O., Auz, M., & Ayala, A. (2022). Investigation of the floriculture sector and its impact on the economic development of Ecuador Auz-Carvajal, María José* https://orcid.org/0000-0002-3092-7814. In Revista ISTE SCIENTIST | (Vol. 01). https://orcid.org/0000-0002-7574-3023

Mendoza, J. G., José, U., Toledo, J., Escuela, M., Panamericana, A., & Honduras, Z. (2019). El uso de agentes biológicos para el control de Frankliniella occidentalis (Pergande) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.).

Miranda, M., & Loera, E. (2019). Bioecology of species of thrips (Thysanoptera: Thripidae) associated with the Mexican lemon in Michoacán. Entomología Mexicana, 146–150.

Morán, C. O. Q., Torres, R. O. V., Ocampo, E. D., Carreño, O. F. M., Bosques, J. B. L., & Jazeyeri, S. M. (2021). State of the art of Floriculture in Ecuador: historical and current economic context, genetic improvement and carbon footprint. Nexo Agropecuario, 9(1), 111–120.

Morán, L. (2021). Sector florícola ecuatoriano y afectación en mercado internacional a causa del covid19. South Florida Journal of

Development, 2(3), 4609–4621. https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-061

Ríos, R., Vargas, J., Sánchez, J., Oliva, R., Alarcón, T., & Villegas, P. P. (2020). Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae as compatible and efficient controllers of plague insects in aquaponic crops. Scientia Agropecuaria, 11(3), 419–426. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.14

Silveira, M. I., Aldana, M. L., Piri, J., Valenzuela, A. I., Jasa, G., & Rodríguez, G. (2018). Plaguicidas agricolas: Un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de sonora, México. Revista Internacional de Contaminacion Ambiental, 34(1), 7–21. https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.01

Subramaniam, M. S. R., Babu, A., & Deka, B. (2021). Lecanicillium lecanii (Zimmermann) Zare & Gams, as an efficient biocontrol agent of tea thrips, Scirtothrips bispinosus Bagnall (Thysanoptera: Thripidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 31(1), 38. https://doi.org/10.1186/s41938-021-00380-y

Trujillo, Z., Pérez, R., Borroto, D., & Concepción, E. (2003). Efectividad de hongos entomopatógenos y Bacillus thuringiensis sobre Thrips palmi karny en el cultivo del pepino. Fitosanidad, 7, 13–18.

Zhang, Z., Zheng, C., Keyhani, N. O., Gao, Y., & Wang, J. (2021). Infection of the western flower thrips, frankliniella occidentalis, by the insect pathogenic fungus beauveria bassiana. Agronomy, 11(10). https://doi.org/10.3390/agronomy11101910