

***Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium spp.* en diferentes especies de Passifloras**

***Trichoderma spp.* in the control of *Fusarium spp.* in different species of Passifloras.**

***Trichoderma spp.* no controlo de *Fusarium spp.* em diferentes espécies de Passifloras**

Merly Jacinta Cedeño Muñoz¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
merlycedenomunoz@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-7283-4215>



Jennifer Tatiana Peñafiel Obando²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
jenniferpenafielobando@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-3721-0708>



Manuel Alexander Meza Loor³
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
manuelmeza@tsacila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1693-5180>



Diana Alexandra Alava Cruz⁴
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
diana.alava@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2975-2180>



Leonardo Enrique Avellán Vázquez⁵
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
leonardo.avellan@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4265-8049>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/779>

Como citar:

Meza, M., Peñafiel, J., Cedeño, M., Alava, D. & Avellán, L. (2025). *Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium spp.* en diferentes especies de Passifloras. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E1), 1397-1416.

Recibido: 31/01/2025

Aceptado: 20/02/2025

Publicado: 31/03/2025

Resumen

La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium spp.* en cuatro especies de Passifloras, para reducir la marchitez en el cuello del tallo, para lo cual se estableció un Diseño Completo al Azar (DCA) con 3 tratamientos (T1= Granadilla (*Passiflora ligularis*); T2 = Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*); T3 = Badea (*Passiflora quadrangularis*)), con 108 unidades experimentales, en las cuales se evaluaron las siguientes variables: número de plantas enfermas por semana, número de plantas muertas por semana, periodo de incubación del hongo, severidad de la enfermedad, tolerancia a fusarium, porcentaje de mortalidad, Los resultados determinaron que los genotipos de Passifloras tolerantes a *Fusarium spp.* mediante la utilización de *Trichoderma spp.* al 100%, fueron Granadilla (*Passiflora ligularis*) y Badea (*Passiflora quadrangularis*). La severidad de la enfermedad en los distintos tratamientos evaluados fue: Granadilla (*Passiflora ligularis*) (1,00 = ausencia de síntomas), Maracuyá (*Passiflora edulis*) (4,00 = muerte de la planta) y Badea (*Passiflora quadrangularis*) (1,60 = marchitez controlada o clorosis). El porcentaje de mortalidad por *Fusarium sp.* en genotipos de Passifloras, mediante la aplicación de *Trichoderma spp.* fue: Granadilla (*Passiflora ligularis*) (100%), Maracuyá (*Passiflora edulis*) (55,56%) y Badea (*Passiflora quadrangularis*) (100%).

Palabras Clave: Granadilla, Maracuyá, Badea, Secadera.

Abstract

The present investigation was carried out with the objective of evaluating the effect of *Trichoderma spp.* in the control of *Fusarium spp.* in four species of Passifloras, to reduce the wilt in the neck of the stem, for which a Complete Randomized Design (CRD) was established with 3 treatments (T1= Granadilla (*Passiflora ligularis*); T2 = Passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*); T3 = Badea (*Passiflora quadrangularis*)), with 108 experimental units, in which the following variables were evaluated: number of diseased plants per week, number of dead plants per week, incubation period of the fungus, severity of the disease, tolerance to fusarium, percentage of mortality, etc. The results determined that the genotypes of Passifloras tolerant to *Fusarium spp.* by using *Trichoderma spp.* at 100%, were Granadilla (*Passiflora ligularis*) and Badea (*Passiflora quadrangularis*). The severity of the disease in the different treatments evaluated was: passion fruit (*Passiflora ligularis*) (1.00 = absence of symptoms), passion fruit (*Passiflora edulis*) (4.00 = death of the plant) and Badea (*Passiflora quadrangularis*) (1.60 = controlled wilting or chlorosis). The percentage of mortality by *Fusarium spp.* in genotypes of Passifloras, through the application of *Trichoderma spp.* was: Passion fruit (*Passiflora ligularis*) (100%), Passion fruit (*Passiflora edulis*) (55.56%) and Badea (*Passiflora quadrangularis*) (100%).

Key words: Granadilla, Maracuyá, Badea, Secadera.

Resumo

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de *Trichoderma spp.* no controle de *Fusarium spp.* em quatro espécies de Passifloras, para reduzir a murcha do colo do caule, para o qual foi estabelecido um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 tratamentos (T1= Granadilla (*Passiflora ligularis*); T2 = Maracujá (*Passiflora edulis* f.

flavicarpa); T3 = Badea (*Passiflora quadrangularis*), com 108 unidades experimentais, nas quais foram avaliadas as seguintes variáveis: número de plantas doentes por semana, número de plantas mortas por semana, período de incubação do fungo, severidade da doença, tolerância à fusariose, porcentagem de mortalidade e porcentagem de morte. Os tratamentos que utilizaram *Trichoderma* spp. a 100% foram Granadilla (*Passiflora ligularis*) e Badea (*Passiflora quadrangularis*). A severidade da doença nos diferentes tratamentos avaliados foi: maracujá (*Passiflora ligularis*) (1,00 = sem sintomas), maracujá (*Passiflora edulis*) (4,00 = morte da planta) e Badea (*Passiflora quadrangularis*) (1,60 = murcha controlada ou clorose). A porcentagem de mortalidade por *Fusarium* sp. em genótipos de Passifloras, através da aplicação de *Trichoderma* spp. foi: Maracujá (*Passiflora ligularis*) (100%), Maracujá (*Passiflora edulis*) (55,56%) e Badea (*Passiflora quadrangularis*) (100%).

Palavras chave: maracujá, maracujá, Badea, Secadera.

Introducción

Para Rohit et al. (2022), el *Fusarium* es un moho fitopatógeno perteneciente al grupo de los ascomicetos que se asocia con frecuencia a una serie de enfermedades de las plantas, como las podredumbres de raíz y tallo, las plagas y el marchitamiento. Al microscopio, *Fusarium* presenta fiálides finas tipo botella, simples o ramificadas, mono o polifialídicas. Produce tres tipos de conidios: macroconidios semilunares hialinos septados, microconidios de formas variables (ausentes en algunas especies) en falsas cabezas o cadenas, y mesoconidios similares pero menores a macroconidios (Tapia y Amaro, 2014). La Universidad Nacional Autónoma de México (2021), informa a través de su página web sobre el crecimiento en cultivos PDA o PSA a 25°C de *Fusarium*, mismos que muestran crecimiento veloz (35-50 mm/4 días).

La capacidad de crecimiento y el rendimiento de las plantaciones de pasifloras se encuentran gravemente comprometidos debido a una variedad de desafíos relacionados con la salud de las plantas y el cambio climático. Entre estos obstáculos, destacan particularmente las afecciones provocadas por hongos, bacterias, virus y nematodos. Asimismo, la presencia de insectos dañinos y de enfermedades fungosas representa una amenaza significativa para estos cultivos (Munar et al., 2022). El *Fusarium* spp. afecta a una amplia variedad de cultivos, incluidos cereales como trigo, maíz, cebada y arroz, así como otros cultivos como tomates,

papas, plátanos, y muchas plantas ornamentales, lo que puede resultar en pérdidas económicas significativas para los agricultores, este hongo puede causar enfermedades que afectan la calidad y la cantidad de los productos cosechados, lo que impacta directamente en los ingresos de los agricultores y en la economía agrícola en general (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

Como alternativas de control a este hongo fitopatógeno, se ha contemplado el uso del hongo *Trichoderma spp.* mismo que se caracteriza por ser anaeróbico y vivir naturalmente en el suelo y es saprofito o parásito. La efectividad de las cepas de *Trichoderma* como controladores biológicos se atribuye a múltiples características: su notable capacidad de reproducción, su resistencia ante condiciones ambientales desfavorables, su eficiente aprovechamiento de los nutrientes disponibles, su habilidad para transformar el ambiente de la rizosfera, su marcada agresividad contra hongos patógenos de plantas como *Fusarium* (Rahmaiti et al., 2020). Es así que, Yao et al. (2023), mencionan que el *Trichoderma* se utiliza principalmente para controlar las enfermedades transmitidas por el suelo, así como algunas enfermedades de las hojas y panículas de diversas plantas. De allí que, Hernández et al. (2019), sostienen que el género *Trichoderma* se distingue como un hongo de distribución universal, cuyo valor principal reside en su notable capacidad de adaptación y su habilidad para sintetizar diversos metabolitos, incluyendo enzimas, sustancias que estimulan el desarrollo de las plantas y compuestos volátiles, todos ellos con significativa relevancia en los campos biotecnológico y ambiental.

Otro aspecto sobre este hongo, lo detalla Zin y Badaluddin (2020), quienes mencionan que las cepas de *Trichoderma* pueden identificarse por características morfológicas comunes que son un pigmento conidial verde brillante, tienen un crecimiento rápido y están repetidamente ramificadas. Infante et al. (2009), detalla que las colonias de *Trichoderma* inicialmente blancas se transforman en verde oscuro o amarillento con densa esporulación.

Presenta micelio fino con conidióforos ramificados piramidalmente que terminan en fiálides, donde se producen conidios (esporas asexuales haploides) con paredes de quitina y glucanos.

En este contexto, Rivera et al. (2018), expone un mecanismo de acción de las especies de *Trichoderma*, mismas que regula rutas metabólicas produciendo auxinas que estimulan el crecimiento radicular, habiendo generado más de 100 metabolitos secundarios. Zin y Badaluddin (2020), sugieren que los mecanismos de acción indirectos y directos del *Trichoderma* pueden responder eficazmente durante el evento de biocontrol dependiendo de la cepa, el patógeno objetivo, el cultivo y el entorno ambiental que incluye pH, temperatura, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Nakkeeran et al. (2021), describen que el *Trichoderma* puede crecer en diversos sustratos y tiene un crecimiento rápido con resistencia a metales pesados y productos químicos nocivos. La penetración y colonización de la planta por *Trichoderma* spp., asociada con su capacidad de antibiosis, potencia la síntesis de un arsenal enzimático hidrolítico, degradador de la pared celular de la planta (Dildey et al., 2016 como se citó en González, et al., 2019).

Desde hace varios años se han llevado a cabo investigaciones para control de *Fusarium* sp. en Pasifloras, como la realizada por Alarcón (2016), quien se enfocó en dos objetivos principales: determinar los elementos necesarios para el manejo integral de *Fusarium oxysporum* F. sp. Passifloracea en cultivos de maracuyá, y evaluar la efectividad del hongo *Trichoderma* sp como agente antagonista para controlar esta enfermedad en la fruta de la pasión; en consecuencia, los resultados revelaron que la variedad amarilla de maracuyá mostró la menor tasa de mortalidad, aunque en las demás variables evaluadas su comportamiento fue similar al de la variedad roja. En cuanto a los métodos de control, *Trichoderma* demostró ser altamente efectivo contra *F. oxysporum* F. sp. *Passifloraceae*, logrando inhibir tanto el desarrollo como la reproducción del patógeno.

De igual manera, Cusme et al. (2024), evaluaron la efectividad de *Trichoderma asperellum* para controlar *Fusarium* sp. y reducir la marchitez del cuello del tallo en diferentes especies de Passifloras. La investigación empleó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos: T1 correspondiente a la Granadilla (*Passiflora ligularis*), T2 al Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) y T3 a la Cholupa (*Passiflora maliformis* L.); revelando que el genotipo Maracuyá (T2) exhibió una resistencia completa a la enfermedad (100%), demostrando que todas las plantas tratadas con *T. asperellum* pudieron contrarrestar la infección por *Fusarium* sp.

Es por ello, que en la presente investigación se pretende dar una alternativa de solución para este problema fúngico que afecta a cultivos de Passifloras, lo cual trae consecuencias perjudiciales para la salud de las plantas, reduce la economía del agricultor al disminuir la producción de frutas; razón por la cual se ha establecido como objetivo evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium spp.* en cuatro especies de Passifloras, para reducir la marchitez en el cuello del tallo.

Metodología

Ubicación y duración

La presente investigación se realizó en las instalaciones "Peñafilel" ubicada en la vía a Quevedo en el Km 4, en ciudad de Santo Domingo, cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchila; la fase de campo se realizó en invernadero con una estructura de plástico y mesas de caña, con una duración de 3,5 meses.

Factores en estudio

- Especies de Passifloras

Variables de estudio

Variable independiente:

- Especies de Passifloras con *Trichoderma asperellum*

Variable dependiente:

- **Número de plantas enfermas por semana.** El monitoreo se efectuó mediante observaciones semanales de todas las plantas bajo los diferentes tratamientos, donde se documentó la cantidad de especímenes que manifestaban síntomas de enfermedad.
- **Número de plantas muertas por semana.** El conteo de mortalidad se llevó a cabo semanalmente mediante la inspección de plantas en todos los tratamientos experimentales, documentando la cantidad de especímenes que no sobrevivieron.
- **Periodo de incubación del hongo:** El período de incubación se determinó contabilizando los días que transcurrieron desde el momento de la inoculación hasta la aparición de los primeros síntomas típicos de la enfermedad.
- **Severidad de la enfermedad:** La intensidad de la enfermedad se evaluó utilizando una escala de cuatro niveles: el primer nivel corresponde a plantas sin síntomas visibles, el segundo a plantas que exhiben marchitez moderada o amarillamiento, el tercer nivel incluye plantas con marchitez severa, cambios de coloración en el tallo o pérdida de hojas, y el cuarto nivel representa la muerte completa de la plántula.
- **Porcentaje de mortalidad:** Se aplicó la fórmula: $NPV/NPS*100$, en la cual NPV es el número de plantas vivas y NPS, es el número de plantas sembradas.
- **Tolerancia a fusarium:** Se calculó mediante la fórmula: $\% \text{ Supervivencia} = PV/PV+PM*100$, en la cual PV fue plantas vivas y PM fue plantas muertas.

Tratamientos

Las diferentes especies de Passifloras que se detallan en la tabla a continuación fueron utilizadas como tratamientos para evaluar su capacidad de resistencia frente a Fusarium.

Tabla 1

Tratamientos evaluados.

Simbología	Especie
T1	Granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>)
T2	Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>)
T3	Badea (<i>Passiflora quadrangularis</i>)

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las mediciones de las variables en los tratamientos fueron tratados mediante un análisis de varianza (ADEVA) y se empleó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para comparar las medias de los tratamientos, con el uso del software estadístico Infostat.

Diseño experimental

La investigación se organizó mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA) que incluyó 3 tratamientos, con un total de 108 unidades experimentales. El siguiente esquema muestra el análisis de varianza (ADEVA) implementado en el estudio (Tabla 2).

Tabla 2

Esquema de ADEVA empleado.

Fuente de variación	Grado de libertad
Tratamientos	2
Error	105
Total	107

Resultados**a. Número de plantas enfermas por semana**

El análisis de la progresión de la enfermedad en función del número de plantas enfermas por semanas por tratamiento es el siguiente: el T1 Granadilla exhibe resistencia genética significativa, la infección esporádica (1 planta) sugiere mecanismos de defensa efectivos, posible presencia de genes R o compuestos antimicrobianos preformados y la fluctuación 1-0-1-1 indica intentos fallidos de colonización por *Fusarium*. El T2 (Maracuyá) contó con una alta

susceptibilidad progresiva a *Fusarium* sp. (13→40 plantas), con un patrón exponencial típico de enfermedad policíclica. La progresión de la enfermedad sugiere una colonización vascular efectiva, probable producción de micotoxinas, debilidad en barreras estructurales/bioquímicas y tasa de infección: 9 plantas/semana (semanas 1-2).

Finalmente, el T3 (Badea) tuvo resistencia casi inmune, ya que reportó una única infección aislada sugiere escape patogénico, debido a algunos posibles mecanismos como barreras físicas preformadas, respuesta hipersensible efectiva y posible producción de fitoalexinas.

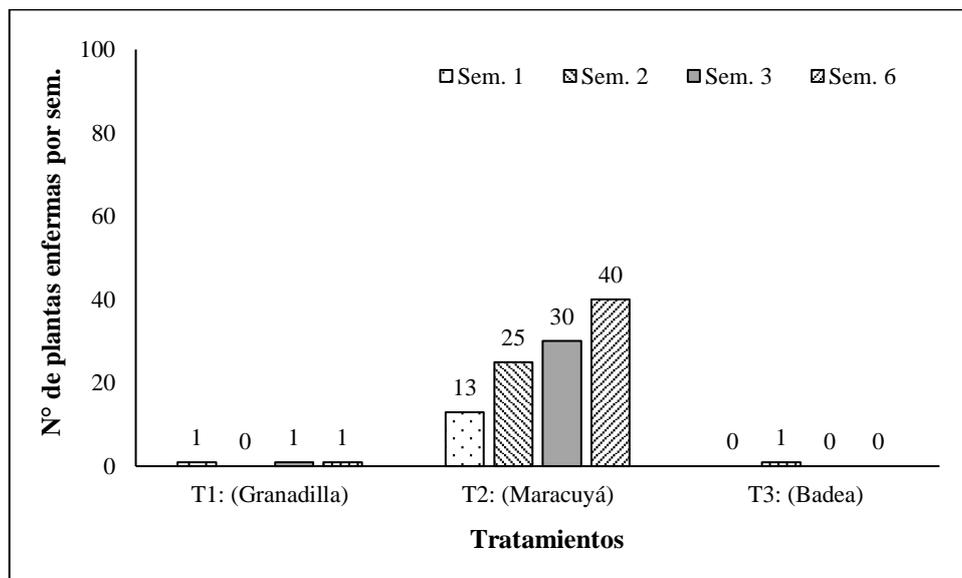


Figura 1. Promedio de número de plantas enfermas por semana en la investigación “Efecto de *Trichoderma* spp. en el control de *Fusarium* spp. con diferentes especies passifloras en etapa de semillero”.

El siguiente análisis es a nivel de correlación de los tratamientos en función del tiempo de evaluación, es así que la Maracuyá (T2), el $R^2 = 0,97$ indica una correlación casi perfecta, con un progreso de la enfermedad que sigue un patrón altamente predecible, lo que sugiere una susceptibilidad consistente y sistemática por la infección por *Fusarium* sp. que muestra un comportamiento epidemiológico típico. En cuanto a Granadilla (T1) y Badea (T3), el $R^2 = 0.066$ muestra correlación muy baja, lo que indica resistencia efectiva al patógeno. Además, que la infección es esporádica y no sigue un patrón temporal, lo que sugiere presencia de

mecanismos de defensa efectivos. Finalmente se denota que la Granadilla y Badea podrían ser fuentes de genes de resistencia.

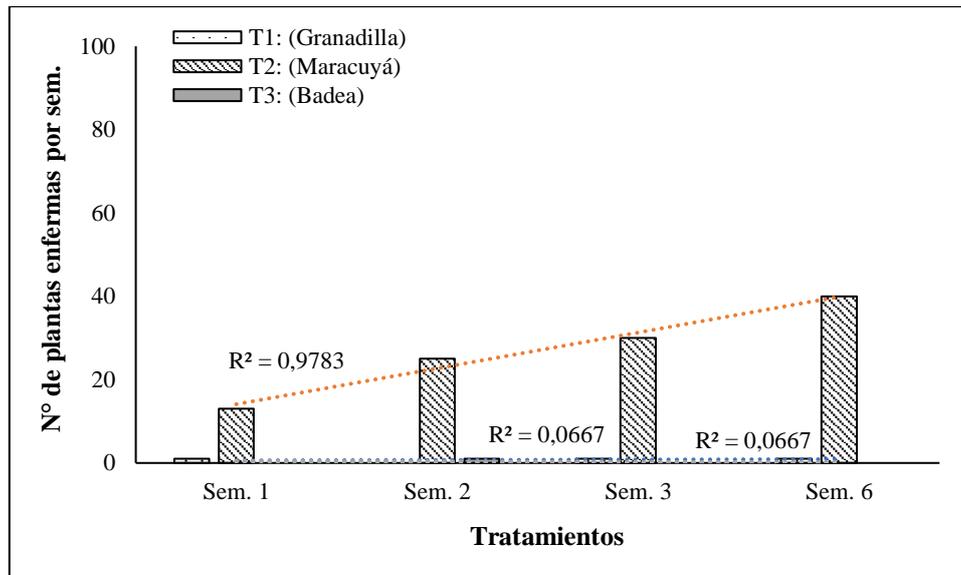


Figura 2. Comportamiento del número de plantas enfermas en función del tiempo de evaluación en la investigación “Efecto de *Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium spp.* con diferentes especies passifloras en etapa de semillero”.

b. Periodo de incubación del hongo (días)

El análisis de varianza obtenido para esta variable se reporta que para el periodo de incubación del hongo (días) existió diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 4,64%. El análisis del periodo de incubación (días hasta síntomas) de *Fusarium sp.*, muestra que el T3 Badea (11,88a) tuvo el periodo más largo indica mayor resistencia, con mecanismos de defensa más efectivos, superando a los demás tratamientos evaluados. El T2 Maracuyá (8,00b), que muestra una resistencia intermedia, diferencia significativa vs T1/T3 y penetración moderada del patógeno. Finalmente, el T1 Granadilla (4,00c), tiene una menor resistencia inicial con una penetración rápida del patógeno, sugiriendo que cada genotipo tiene un nivel distinto de resistencia inicial a la penetración del patógeno (Figura 3).

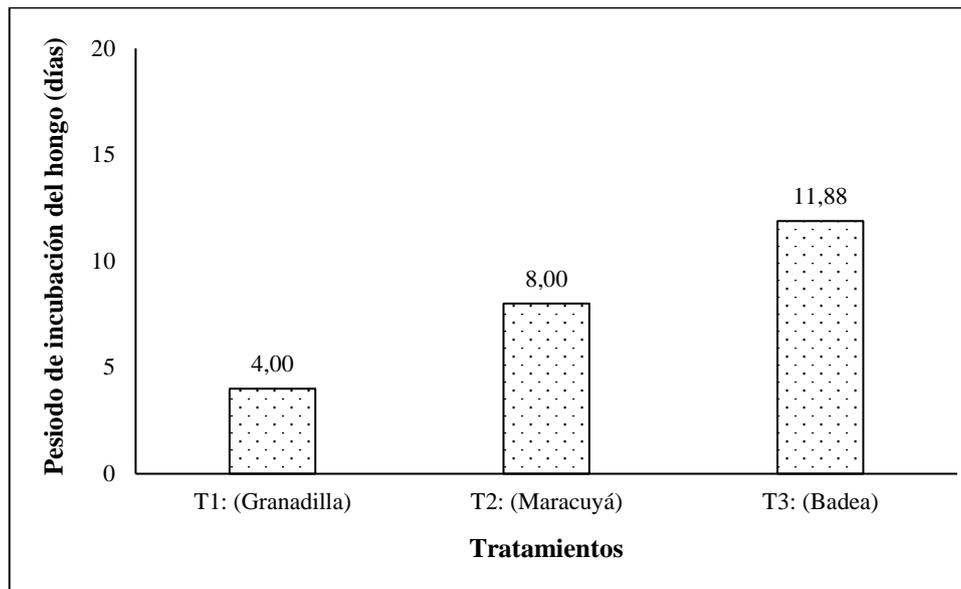


Figura 3. Promedio de periodo de incubación del hongo (días) en la investigación “Efecto de *Trichoderma* spp. en el control de *Fusarium* spp. con diferentes especies passifloras en etapa de semillero”.

c. Severidad de la enfermedad

Al análisis de varianza (Anexo 2), se reporta que para severidad de la enfermedad existió diferencias significativas ($p < 0,05$) a la 2da, 3era y 6ta semana entre los tratamientos evaluados en la semana dos y seis. Los coeficientes de variación fueron de 21,73; 9,03; 3,94 y 12,96%.

En la semana 1, se pudo observar que la Granadilla y Badea mostraron síntomas leves, entre ausencia y marchitez leve, por otro lado, la Maracuyá presentaron síntomas aparentes muy fuerte, en esta etapa, esta Passiflora parece ser la más susceptible inicialmente. En la semana 2, se pudo observar una progresión significativa, acercándose a marchitez severa en la Maracuyá, posteriormente en las semanas 3 y 4 se pudo observar muerte total de todas las plantas de Maracuyá, por consiguiente, esta especie mantiene la mayor severidad a la enfermedad (Figura 4).

Con los resultados obtenidos de esta variable, se puede resaltar que los tres genotipos muestran diferentes patrones de susceptibilidad a lo largo del tiempo, como lo es la Granadilla y Badea, la cual muestra una susceptibilidad inicial nula a leve hasta la semana 6, sugiriendo una posible acción efectiva de *Trichoderma spp.*

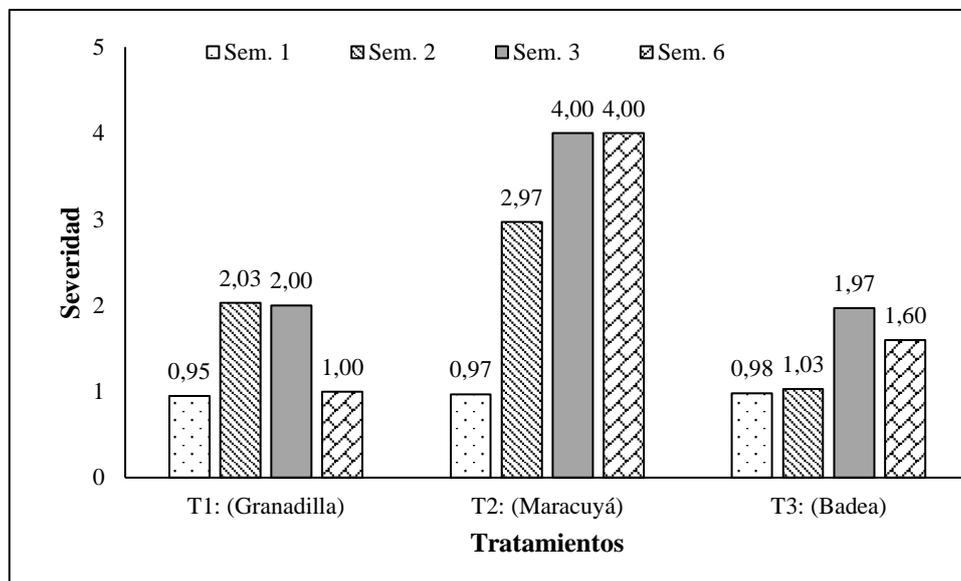


Figura 4. Comportamiento de la severidad de la enfermedad en función del tiempo de evaluación en la investigación “Efecto de *Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium spp.* con diferentes especies passifloras en etapa de semillero”.

El siguiente análisis es a nivel de correlación de los tratamientos en función del tiempo de evaluación, partiendo con el genotipo de Granadilla (T1), $R^2 = 0,0007$; siendo el valor de R^2 más bajo entre los tres tratamientos, lo cual indica que aproximadamente menos del 1% de la variabilidad en la severidad de la enfermedad puede explicarse por el paso del tiempo. Respecto a la Badea (T3), $R^2 = 0,578$; con el valor de R^2 situándose entre los otros dos tratamientos, lo que implica que aproximadamente el 57,8% de la variabilidad en la severidad de la enfermedad puede explicarse por el paso del tiempo, por consiguiente, sugiere una relación moderada entre el tiempo y la progresión de la enfermedad en esta especie (Figura 5).

Por último, la Maracuyá (T2), $R^2 = 0,836$; El valor de R^2 es el más alto de los tres tratamientos, lo cual indica que solo el 83,66% de la variabilidad en la severidad de la

enfermedad puede atribuirse al paso del tiempo, esto sugiere una relación muy fuerte entre el tiempo y la progresión de la enfermedad en Maracuyá (Figura 5).

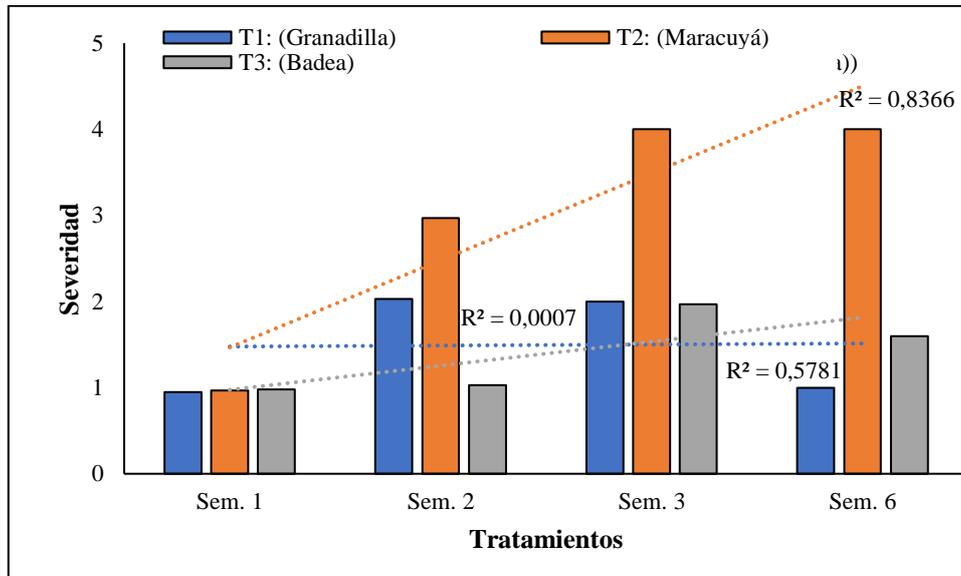


Figura 5: Comportamiento de la severidad de la enfermedad en función del tiempo de evaluación en la investigación “Efecto de *Trichoderma* spp. en el control de *Fusarium* spp. con diferentes especies passifloras en etapa de semillero”.

d. Tolerancia a *Fusarium oxysporum*

Como se muestra en la Figura 6, la Granadilla (T1) y Badea (T3) muestran una alta tolerancia a la enfermedad después del tratamiento con *T. asperellum* y *harzianum*, este porcentaje indica que el 100% de las plantas de granadilla y badeas tratadas mostraron resistencia o tolerancia a *Fusarium* sp., siendo un resultado muy positivo en términos de control de la enfermedad, lo que indica una excelente sinergia entre *T. asperellum* y *harzianum* y los mecanismos de defensa naturales de estas especies. Por otro lado, la Maracuyá (T2) presenta el resultado más impresionante, con una tolerancia media a la enfermedad, este porcentaje sugiere que todas las plantas de maracuyá tratadas con *T. asperellum* y *harzianum*, solo el 54,55 % resistieron la infección por *Fusarium* sp.

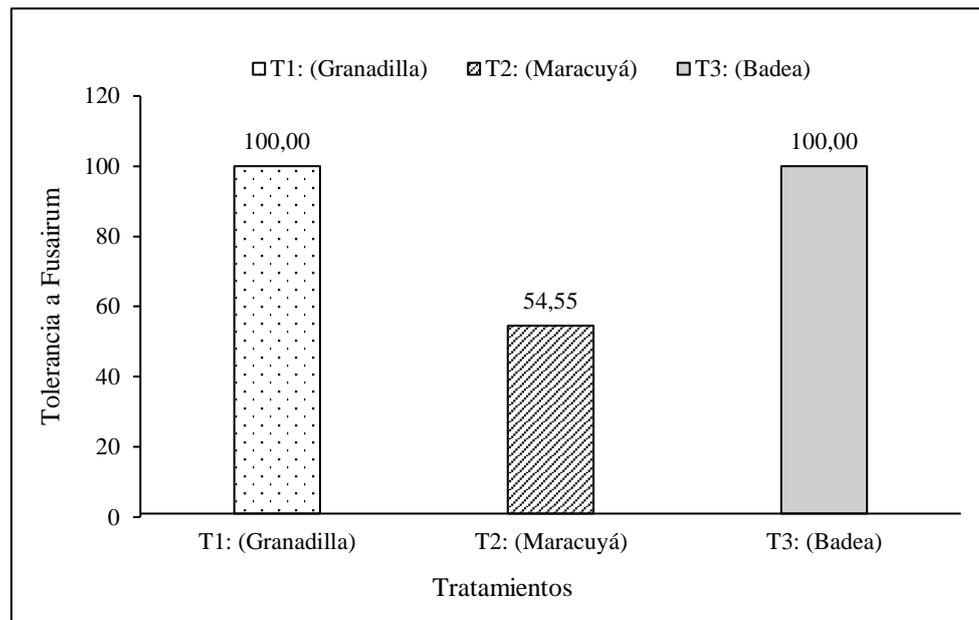


Figura 6. Tolerancia a *Fusarium oxysporum* en la investigación “Efecto de *Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium spp.* con diferentes especies passifloras en etapa de semillero”.

e. Mortalidad

Los datos revelan un patrón diferencial en la susceptibilidad de las especies de *Passiflora* frente a *Fusarium sp.*, incluso con la aplicación de *Trichoderma spp.* como agente de biocontrol; en este sentido la Granadilla (*P. ligularis*) y Badea (*P. quadrangularis*) no reportaron mortalidad (0,00%), lo que indica una excelente respuesta al tratamiento con *Trichoderma spp.*, posible sinergia entre los mecanismos de defensa naturales y el biocontrolador y una alta efectividad del antagonismo ejercido por *Trichoderma spp.* En cambio, la Maracuyá (*P. edulis*) presentó una mortalidad del 44.44%, lo que sugiere que hubo una menor efectividad del tratamiento con *Trichoderma spp.*, posiblemente haya mayor susceptibilidad al patógeno, y por ello debería proveerse la necesidad de ajustes en el manejo del control biológico para esta especie.

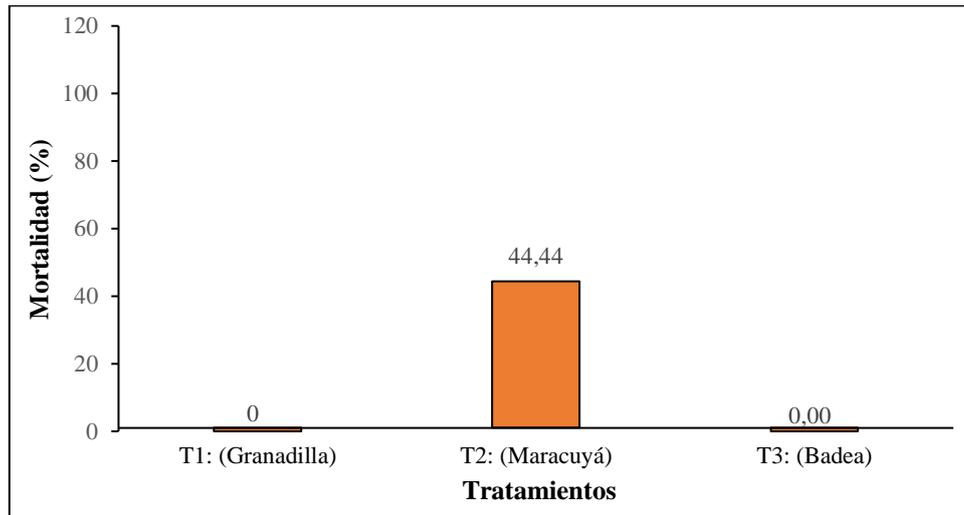


Figura 7. Mortalidad en la investigación “Efecto de *Trichoderma* spp. en el control de *Fusarium* spp. con diferentes especies passifloras en etapa de semillero”.

Discusión

En la variable número de plantas se observó que la especie maracuyá tuvo un incremento de estas en el tiempo, difiriendo de lo obtenido por Alarcón (2016), al establecer los componentes del manejo integrado de *Fusarium oxysporum* F. en maracuyá, logró el menor promedio de plantas enfermas, concluyendo que el *Trichoderma* tuvo un amplio control sobre *F. oxysporum* F. Sp. Passifloraceae, inhibiendo la actividad del hongo a nivel de crecimiento y reproducción. Estos resultados indican que la eficacia de *T. asperellum* y *harzianum* en el control de *Fusarium sp.* varía considerablemente entre los genotipos de Passifloras estudiados, siendo severa en Maracuyá (T2), mismos que son consistentes con lo reportado por Cubillos et al. (2011), quien realizó una evaluación en condiciones de invernadero para estudiar el efecto de control biológico de dos cepas de *Trichoderma harzianum* sobre *F. solani*: una cepa de origen nativo (TCN-014) y otra de tipo comercial (TCC-005), mismos que observaron en las plántulas de maracuyá una secuencia de síntomas que incluyó amarillamiento de las hojas,

pérdida de vigor, muerte del tejido vegetal y una intensa caída del follaje, culminando con la muerte de las plántulas tras cinco semanas de haber realizado la inoculación.

Los periodos de incubación de *Fusarium* por empleo de *T. asperellum* y *harzianum* en diferentes genotipos de *Passiflora*, son menores a los reportados por Cubillos et al. (2011), realizaron un estudio para analizar la capacidad de biocontrol de dos cepas de *Trichoderma harzianum* contra *F. solani*: una cepa nativa (TCN-014) y otra comercial (TCC-005). Los resultados mostraron que las plántulas de maracuyá comenzaron a manifestar los primeros indicios de infección después de 14 días, periodo que coincide con el tiempo de incubación del patógeno. El desenlace final fue la muerte de las plántulas, que se produjo cinco semanas después de la inoculación. El valor reportado en la especie Badea es similar a lo reportado por Campo y Cardona (2011), quienes obtuvieron en esta misma especie, un periodo de incubación que duró entre 9 y 11 días y mayor resistencia cuando el periodo de incubación duró más de 11 días.

La severidad de la enfermedad fue baja en Granadilla y Badea, al punto que no se apreciaron síntomas a nivel foliar, lo cual es congruente con lo que expuso por Ángel et al. (2018), señalan que la manifestación de síntomas en las hojas de las *Passifloras* únicamente se produce después de que el patógeno ha colonizado los tejidos conductores tanto de los pecíolos como de las hojas.

La Granadilla y Badea tuvieron el 100% de tolerancia al *Fusarium*, mismo que son similares a los obtenidos por Forero et al. (2015), quienes al evaluar la *Passiflora maliformis* como una posible fuente de resistencia *F. oxysporum* A54, concluyeron que esta especie, desde estados fenológicos tempranos tiende a adquirir niveles de resistencia/tolerancia al ataque del patógeno, debido al taponamiento por materiales densos (geles/ tilosos), siendo este material celular como defensa que impide el avance de la colonización del patógeno.

Los resultados de mortalidad del uso de *Trichoderma asperellum* y *harzianum* en genotipos de Passifloras difieren de los reportados por Cusme et al. (2024), al evaluar *Trichoderma asperellum* en el control de *Fusarium sp.*, en genotipos de Passifloras, para reducir la marchitez en el cuello del tallo genotipo Granadilla (T1) reportaron una mortalidad del 5% y en Maracuyá (T2), no registró mortalidad; con lo cual se deduce que existe especificidad de la especie de *Trichoderma* con respecto a su efecto de biocontrol sobre *Fusarium* en diferentes especies de Passifloras.

Conclusiones

- Los genotipos de Passifloras tolerantes a *Fusarium spp.* mediante la utilización de *Trichoderma spp.* al 100%, fueron Granadilla (*Passiflora ligularis*) y Badea (*Passiflora quadrangularis*).
- La severidad de la enfermedad en los distintos tratamientos evaluados fue: Granadilla (*Passiflora ligularis*) (1,00 = ausencia de síntomas), Maracuyá (*Passiflora edulis*) (4,00 = muerte de la planta) y Badea (*Passiflora quadrangularis*) (1,60 = marchitez controlada o clorosis).
- El porcentaje de mortalidad por *Fusarium spp.* en genotipos de Passifloras, mediante la aplicación de *Trichoderma spp.* fue: Granadilla (*Passiflora ligularis*) (100%), Maracuyá (*Passiflora edulis*) (55,56%) y Badea (*Passiflora quadrangularis*) (100%).

Referencias bibliográficas

- Alarcón, W. (2016). *Desarrollo de estrategias mipe para el manejo de Fusarium oxysporum en maracuyá (Passiflora edulis)*. Obtenido de Tesis Ing. Agrop. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/7c7c6630-f14d-4c7f-a88c-4112084a117e>
- Ángel, C., Robledo, J., y Castaño, J. (2018). *Compaaración de métodos de inoculación de Fusarium solani f. sp. passiflorae en plántulas de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa)*. Obtenido de Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/659/1439>

- Campo, R., y Cardona, C. (2011). "Manejo integrado de la secadera (*Fusarium spp.*) Y de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) del maracuya, mediante el uso de estrategias para reducir el inóculo del campo y búsqueda de genotipos tolerantes". Obtenido de Universidad de Córdoba. Proyecto de investigación.: https://www.researchgate.net/publication/301727956_Manejo_integrado_de_la_secadera_fusarium_spp_Y_de_la_antracnosis_colletotrichum_gloeosporioides_del_maracuya_a_mediante_el_uso_de_estrategias_para_reducir_el_inoculo_del_campo_y_busqueda_de_genotipos_tol
- Cubillos, J., Páez, A., y Mejía, L. (2011). *Evaluación de la Capacidad Biocontroladora de Trichoderma harzianum Rifai contra Fusarium solani (Mart.) Sacc. Asociado al Complejo "Secadera" en Maracuyá, Bajo Condiciones de Invernadero*. Obtenido de Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 64(1): 5821-5830. : <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a08v64n01.pdf>
- Cusme, D., Rosero, H., Meza, M., y Alava, D. (2024). *Trichoderma asperellum en el control de Fusarium sp., en genotipos de Passiflora*. Obtenido de Revista Sinergia Académica. Vol. 7. Esp. 6.: <https://sinergiaacademica.com/index.php/sa/article/view/304/611>
- Forero, R., Ortiz, E., Gómez, J., De León, W., y Hoyos, L. (2015). *Análisis de la resistencia a Fusarium oxysporum en plantas de Passiflora maliformis L.*. Obtenido de Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.Vol. 9 - No. 2 - pp. 197-208: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n2/v9n2a03.pdf>
- García, M., Ruiz, A., Ismary OrtaIII, H. I., y Pérez, B. (2013). *Uso, consumo y costo de medicamentos antimicrobianos controlados en dos servicios del hospital universitario "General Calixto García"*. Obtenido de Rev haban cienc méd [online]. 2013, vol.12, n.1, pp.152-161.
- González, I., Arias, Y., y Peteira, B. (2012). *Aspectos generales de la interacción Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici-Tomate*. Obtenido de Rev. Protección Veg. vol.27 no.1 La Habana: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000100001#:~:text=Este%20hongo%20es%20capaz%20de,basales%20\(18%2C%2019\).](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000100001#:~:text=Este%20hongo%20es%20capaz%20de,basales%20(18%2C%2019).)
- Hernández, D., Ferrera, R., y Alarcón, A. (2019). *Trichoderma: importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial*. Obtenido de Chil. j. agric. anim. sci. vol.35 no.1 : https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100098
- Herrera, M. M. (2004). *Farmacoeconomía: eficiencia y uso racional de los medicamentos*. Obtenido de Revista Brasileira de Ciencias Farmacéuticas 40(4).
- Infante, D., Martínez, B., González, N., y Reyes, Y. (2009). *Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongo fitopatógenos*. Obtenido de Rev. Protección Veg. Vol. 24 No. 1: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>
- Jacome, A. (2008). *Historia de los medicamentos*. Obtenido de Vademecum Med-Informatica 2 Edición.

- Munar, A., Rodríguez, A., y Muñoz, J. (2022). *Potenciales áreas cultivables de pasifloras en una región tropical considerando escenarios de cambio climático*. Obtenido de Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Vol. 13, núm. 1.: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/130/1302674008/html/>
- Nakkeeran, S., Marimuthu, T., Renukadevi, P., Brindhadevi, S., y Sudisha, J. (2021). *24 - Exploring the biogeographical diversity of Trichoderma for plant health*. Obtenido de Journal Biocontrol Agents and Secondary Metabolites. Pages 537-571: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128229194000247>
- Padrón, C., Quesada, N., Pérez, A., González, P., y Martínez, L. (2014). *Important aspects of scientific writing*. Obtenido de Rev Ciencias Médicas vol.18 no.2 Pinar del Río mar.-abr. 2014.
- Rahmaiti, R., Karim, A., y Fauziah, I. (2020). *Isolasi dan uji antagonis Trichoderma terhadap Fusarium oxysporum secara in vitro*. .
- Rivera, W., Brenes, J., y Zúñiga, C. (2018). *Efectos de la aplicación de Trichoderma asperellum y su filtrado en el crecimiento de almácigos de cebolla (Allium cepa)*. Obtenido de Tecnología en Marcha. Vol. 31. N°2: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7438910.pdf>
- Rohit, P., Krina, M., Jignesh, P., Arpit, S., Paritosh, P., Dweipayan, G., y Meenu, S. (2022). *An anecdote of mechanics for Fusarium biocontrol by plant growth promoting microbes*. Obtenido de Journal Biological control. Vol. 174: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964422001773>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Fusarium spp. (Hypocreales: Nectriaceae). Podredumbre de raíces*. Obtenido de Ficha técnica. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633031/Fusarium_spp_ma_z_2020.pdf
- Tapia, C., y Amaro, J. (2014). *Género Fusarium*. Obtenido de Rev Chilena Infectol 31 (1): 85-86: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v31n1/art12.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). *Género Fusarium*. Obtenido de https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/fusarium.html
- WHOCC, . (2018). *Purpose of the ATC/DDD system Norwegian Institute of Public Health*. Obtenido de Who Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology.: https://www.whocc.no/atc_ddd_methodology/purpose_of_the_atc_ddd_system/
- Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., y Chen, J. (2023). *Trichoderma and its role in biological control of plant fungal and nematode disease*. Obtenido de Front Microbiol. 3;14:1160551.: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10189891/>
- Zin, N. A., y Badaluddin, N. A. (2020). *Biological functions of Trichoderma spp. of agriculture applications*. Obtenido de Annals of Agricultural Sciences:

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/trichoderma-asperellum>