

Efectos del tratamiento de semillas de frijol caupí *Vigna unguiculata* L. sobre el manejo de la marchitez vascular causada por *Scleroctium rolsii*

Effects of seed treatment of cowpea bean *Vigna unguiculata* L. on the management of vascular wilt caused by *Scleroctium rolsii*

Rodrigo Orlando Campo-Arana^{1*} y Pabla Rosa Burgos Ayala²

Resumen

El frijol caupí, es una leguminosa de importancia económica de los pequeños productores del Caribe, colombiano; sin embargo, la producción del grano es afectada por la marchitez vascular MV, causada por *Scleroctium rolsii*, ocasionando pérdidas hasta del 50 %. El objetivo de la investigación, fue evaluar el efecto del tratamiento de semillas en el manejo de la MV. Se establecieron dos experimentos, el primero se hizo en el laboratorio, determinando ingrediente activo y dosis que no afecte la emergencia y el desarrollo de las plántulas. El segundo se realizó en casa de mallas, donde las semillas fueron tratadas con las moléculas y la mejor dosis identificada en el primer experimento. El segundo experimento se estableció con la variedad Caupicor 50, bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: T0: testigo absoluto, T1: Nitrato de calcio (1,0 g l⁻¹), T2: Azoxystrobin + Difenconazol (1,0 cc l⁻¹); T3: *Trichoderma harzianum*, (3,0 g Kg⁻¹); T4: Benomil (2,0 g Kg⁻¹); T5: Carboxim + Thiram (2,0 g Kg⁻¹); T6: fosfito de potasio (2,0 g L⁻¹) y T7: testigo negativo, semillas sin protección. Las semillas de frijol tratadas, se sembrarán en suelo desinfectado y se inocularon con una cepa de *Scleroctium rolsii*. Cada cuatro días se realizaron evaluaciones de incidencia, severidad y altura. Los tratamientos más eficientes en el manejo de la MV, fueron T2, T3 y T5; sin embargo, el T2= Azoxystrobin+difecobazol, afectó la emergencia de las plántulas.

Palabras clave: Calidad, fungicidas, Inductores de Resistencia, leguminosas, semillas.

Abstract

The cowpea bean is a legume of economic importance for small producers in the Caribbean, Colombia; however, grain production is affected by MV vascular wilt, caused by *Scleroctium rolsii*, causing losses of up to 50 %. The objective of the research was to evaluate the effect of seed treatment in the management of MV. Two experiments were established, the first one was done in the laboratory, determining the active ingredient and dose that does not affect the emergence and development of the seedlings. The second was carried out in a mesh house, where the seeds were treated with the molecules and the best dose identified in the first experiment. The second experiment was established with the Caupicor 50 variety, under a completely randomized design with four repetitions. The treatments evaluated were the following: T0: absolute control, T1: Calcium nitrate (1.0 g l⁻¹), T2: Azoxystrobin + Difenconazole (1.0 cc l⁻¹); T3: *Trichoderma harzianum*, (3.0 g Kg⁻¹); T4: Benomyl (2.0 g Kg⁻¹); T5: Carboxim + Thiram (2.0 g Kg⁻¹); T6: potassium phosphite (2.0 g L⁻¹) and T7: negative control, unprotected seeds. The treated bean seeds will be sown in disinfected soil and inoculated with a strain of *Scleroctium rolsii*. Every four days evaluations of incidence, severity and height were carried out. The most efficient treatments in the management of MV were T2, T3 and T5; however, T2= Azoxystrobin+difecobazol affected seedling emergence.

Keywords: fungicides, legumes, Quality, resistance inducers, seeds.

Recibido: 16/02/2023

Aceptado: 07/08/2023

Publicado: 08/08/2023

Sección: Artículo original

*Autor correspondiente: rocampoarana@correo.unicordoba.edu.co

Introducción

El frijol caupí es una leguminosa de grano que ocupa el primer lugar en importancia económica en el Caribe colombiano, cultivado por pequeños productores, en superficies inferiores a una hectárea; se caracteriza por su adaptación a regiones semiáridas del trópico, es precoz y de bajo costos de producción (Mórel y otero, 2018; Agronet 2019). Es consumida en la dieta caribeña por su alto valor proteico (Alidu, 2019), y usada como abono verde dado a su gran volumen de producción de biomasa y fijación de nitrógeno (Fernández and Arroyo, 2018; Gerrano *et al.*, 2019).

Las pudriciones radiculares o marchitez vascular MV, es uno de los problemas fitosanitarios más limitantes de la producción del frijol, siendo ocasionada principalmente por los hongos *Rhizoctonia solani*,

¹Universidad de Córdoba, Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Grupo de investigación Agricultura Sostenible. Ing. Agrón, M.Sc. PhD. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7649-7509>

²Universidad de Córdoba, Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas. Ingeniero Agrónomo. Córdoba, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6335-7504>

Como citar: Campo Arana, R. O., & Burgos Ayala, P. R. (2023). Efectos del tratamiento de semillas de frijol caupí *Vigna unguiculata* L. sobre el manejo de la marchitez vascular causada por *Scleroctium rolsii*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(3), 190–198. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.530>



Pythium aphanidermatum y *Sclerotium* sp., (Agrios, 1995). La MV, causada por *S. rolfisii* y *R. solani*, son de difícil manejo, debido a que estos producen esclerocios, estructuras de resistencia, las cuales pueden ocasionar infección en un hospedante susceptible a temperaturas entre 25-30°C (Duarte *et al.*, 2020).

Para el 2019 en la costa caribe colombiana se sembraron 1.513.127 ha de frijol caupí, donde se obtuvo una producción de 2.258.904 ton, dando un rendimiento de 1,49 ton/ ha. (Agronet, 2020). Esta producción no alcanza a satisfacer la demanda interna nacional obligándose a importar este producto de otros países (FENALCE, 2020). Por lo tanto, se hace necesario buscar alternativas de manejo que permita reducir el ataque de *Sclerotium* sp en frijol caupí, con el fin de proteger la seguridad alimentaria e incrementar los rendimientos del cultivo.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el Municipio de Montería - Córdoba, en el campus experimental de la Universidad de Córdoba, bajo dos fases una de laboratorio y otra en invernadero, la cual se encuentra ubicada a una altura de 13 msnm, con coordenadas geográficas de 08° 48' Latitud norte y 75° 52' de Longitud Oeste respecto al meridiano de Greenwich. Así mismo, cuenta con condiciones agroclimáticas que la clasifican como un bosque seco tropical, según la clasificación de Holdridge, una temperatura promedio de 27°C y una humedad relativa de 84% (Álvarez, 2020).

Experimento 1. Efecto del tratamiento de la semilla, sobre el desarrollo de la plántula

En el laboratorio de Fitopatología, se evaluó el efecto de diferentes dosis, de tres fungicidas, dos inductores de resistencia y un hongo biocontrolador, sobre la germinación, emergencia de semillas de frijol caupí, Caupicor 50 y la altura de la plántula. Empleando como germinadores bandejas plásticas, previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio, se colocó como sustrato papel toalla esterilizado, humedecido con agua destilada esterilizada, durante la duración del experimento.

El ensayo se estableció en un diseño completamente al azar, con 19 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento, cada repetición fue una bandeja con 15 semillas. Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera: T0= testigo absoluto (semillas de frijol sin protección), T1, T2 y T3= nitrato de calcio [Nitabor] en dosis de 0,5; 1,0; 1,5 g.L⁻¹, respectivamente; T4, T5 y T6 = Azoxystrobin + Difenoconazol [Amistar Top], con dosis de 1,0; 1,5; 2,0 cc.L⁻¹, respectivamente;

T7, T8 y T9= *Trichoderma harzianum* [Fitotripen], con dosis de 1,0; 2,0; 3,0 g. Kg⁻¹, respectivamente; T10, T11 y T12= Benomil [Bezil 50 WP], con dosis de 2,0; 3,0; 4,0 g.Kg⁻¹ respectivamente; T13, T14 y T15= (Carboxim + Thiram) [Vitavax 400], con dosis de 1,0; 1,5; 2,0 g.Kg⁻¹, respectivamente; T16, T17 y T18= fosfito de potasio [Foscrop], dosis de 0,5, 1,0; 2,0 cc.L⁻¹ respectivamente.

En cada tratamiento se evaluó la germinación y emergencia empleando la ecuación 1 y 2 propuesta por (Mancipe *et al.*, 2018). Durante los primeros 4 días se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas y durante los días 4, 7 y 10 se midió el porcentaje de emergencia del epicotilo.

$$PG = \frac{\text{Numero de semillas emergidas}}{\text{Numero total de semillas establecidas}} \times 100 \quad (1)$$

Donde PG: es el porcentaje de plantas germinadas

$$PE = \frac{\text{Numero de semillas emergidas}}{\text{Numero total de plantas establecidas}} \times 100 \quad (2)$$

Dónde: PE: porcentaje de emergencia

La altura de las plantas se determinó a los 10 días, desde la base del tallo hasta la yema apical de las plantulas (Álvarez y Álvarez, 2018), midiendo aleatoriamente 15 plántulas por tratamiento. Con las medias de los datos de germinación, emergencia y altura se hizo análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 %, utilizando el programa estadístico SAS versión 9.4.

Experimento 2. Efecto del tratamiento de la semilla en la marchitez vascular

En condiciones de casa de mallas, se estableció un experimento, donde se evaluó el efecto del tratamiento de la semilla en la protección de la MV, bajo diseño completamente al azar, con 8 tratamientos y 4 repeticiones, cada repetición constó de 10 plantas para un total de 320 unidades experimentales. El sustrato que se utilizó para la siembra de las semillas se preparó siguiendo la metodología propuesta por (Oporta y Rivas, 2006); luego se sembraron dos semillas por cada bolsa, es decir 10 plantas por repetición.

Los tratamientos fueron semillas protegidas con diferentes moléculas, las cuales se aplicaron de la siguiente manera: T0= testigo absoluto o blanco, semillas sin protección y sin inculo, T1= semillas sumergidas durante 10 minutos en una solución con nitrato de calcio [Nitabor] dosis 1,0 g L⁻¹, T2= semillas sumergidas durante 10 minutos en una solución con Azoxystrobin + Difenoconazol [Amistar Top], dosis de 1cc L⁻¹, T3= semillas tratadas con *Trichoderma harzianum* [Fitotripen], 3g Kg⁻¹ de semillas, T4=

semillas tratadas con Benomil [Bezil 50 WP], dosis de 2 g Kg⁻¹ de semillas, T5= semillas tratadas con Carboxim + Thiram [Vitavax 400], dosis de 2 g Kg⁻¹ de semillas, T6= semillas sumergidas durante 10 minutos en una solución con fosfito de potasio [Foscrop], dosis 2 cc L⁻¹; T7= testigo negativo, semillas sin protección e inoculada con el hongo.

Una vez establecidos los tratamientos se procedió a la inoculación con *Scleroctium* sp., con una cepa suministrada del laboratorio de fitopatología de la Universidad de Córdoba, identificada como C1. La inoculación se realizó al suelo colocando tres discos de 0,5 cm de diámetro de PDA, que contenía esclerocios y micelio del hongo. Los discos se colocaron en la superficie del sustrato, en todo el centro de la bolsa, sobre las semillas, siguiendo la metodología propuesta por (Benítez, 2018).

Análisis de los datos

El efecto de los tratamientos se determinó evaluando el porcentaje de emergencia de las plantas, la incidencia y severidad a la MV; y la altura de las plantas. La emergencia se cuantificó con la ecuación (Ec. 1) durante los primeros 4 días después de la siembra. La incidencia se evaluó a los 4, 7, 11, 14, 18, 21 después de la inoculación (Castellanos *et al.*, 2011), empleando la ecuación (Ec. 3) propuesta por Valle *et al.*, 2019.

$$I (\%) = \left(\frac{\text{Numero de plantas enfermas}}{\text{Numero total de plantas}} \right) \times 100 \quad (3)$$

La severidad se evaluó, empleando la escala propuesta por Schoonhoven y Pastor- Corrales, (1987), a los 4, 7, 11, 14, 18, 21 días después de la inoculación; con los datos de severidad se calculó el índice de infección ID, empleando el índice de (Mckinney, 1923), empleando la ecuación (Ec. 4); igualmente en estas fechas se midió la altura de las plantas, desde la base del tallo hasta la yema terminal de la planta (Álvarez and Álvarez, 2018).

$$ID = \frac{\Sigma(\text{grados de escala} \times \text{frecuencia})}{\text{Numero total de unidades} \times \text{max imo de la escala}} \times 100 \quad (4)$$

Los datos de incidencia y severidad que fueron transformados a índice de infección, fueron sometidos a un análisis de varianza, finalmente, se realizó una prueba de comparación de medias Tukey (p=0,05), empleando el programa estadístico SAS versión 9.4.

Resultados

Experimento 1. Efecto de tratamientos de la semilla en el desarrollo de las plántulas

Los tratamientos no afectaron la germinación de las semillas; mas no así, la emergencia, que presentó diferencias significantes entre los tratamientos. Hubo diferencias significativas entre los diferentes ingredientes activos empleados y entre las dosis de ellos mismos (Tabla 1). En relación a los ingredientes activos hubo mayor germinación en su orden las semillas tratadas con Trichoderma con el 89 %, Nitrato de calcio 86% y Carboxin + Thiram 86 %. Las semillas tratadas con Azoxystrobin + Difeconazol y con fosfito de potasio, afectaron la emergencia de las plántulas con relación al testigo.

En relación a las dosis dentro de cada molécula tratada, algunos presentaron diferencias significativas, siendo notorio en los tratamientos con Azoxystrobin+ difeconazol (T4, T5, T6) y benomil (T10, T11, T12), con los cuales se vio afectada la emergencia a medida que se incrementaron las dosis (Tabla 1).

Los tratamientos afectaron el desarrollo de las plantas con relación al testigo, mostrando una mayor altura las plantas protegidas (Tabla 1). Los tratamientos, dependiendo de la dosis superaron al testigo entre 2,5 y 7 cm. El mejor tratamiento fue Carboxim + Thiram, con una altura entre 27 y 29 cm y el segundo fue *T. harzianum* , donde la altura osciló entre 24 y 29 cm.

Tabla 1. Efecto de tratamientos de semilla de frijol caupí, Caupicor 50, en la emergencia y altura de la plántula.

Tratamientos	Dosis de los tratamientos	Emergencia (%)	Altura (cm)
Testigo	T0 = 0,0 ml	74,07 de	21,91 bcd
Nitrato de Calcio [Nitrorbor]	T1 = 0,5 g l ⁻¹	82,22 abcd	23,64 abcd
	T2 = 1,0 g l ⁻¹	86,66 ab	26,16 abcd
	T3 = 1,5 g l ⁻¹	84,44 abc	23,35 abcd
Azoxystrobin + Difeconazol [Amistar top]	T4 = 1,0 cc l ⁻¹	77,78 bcd	24,50 abcd
	T5 = 1,5 cc l ⁻¹	62,22 f	21,05 cd
	T6 = 2,0 cc l ⁻¹	62,22 f	19,24 d
<i>Trichoderma harzianum</i> [Fitotripen]	T7 = 1,0 g kg ⁻¹	88,89 a	24,36 abcd
	T8 = 2,0 g kg ⁻¹	84,44 abc	24,15 abcd
	T9 = 3,0 g kg ⁻¹	88,89 a	29,03 ab
Benomil [Bezil 50 WP]	T10 = 2,0 g kg ⁻¹	80 abcd	25,34 abcd
	T11 = 3,0 g kg ⁻¹	66,67 ef	24,44 abcd
	T12 = 4,0 g kg ⁻¹	75,56 cde	22,66 abcd
Carboxim + Thiram [Vitavax 400]	T13 = 1,0 g kg ⁻¹	86,67 ab	27,35 abc
	T14 = 1,5 g kg ⁻¹	84,44 abc	28,20 ab
	T15 = 2,0 g kg ⁻¹	86,67 ab	29,29 a
Fosfito de potasio [Foscrop]	T16 = 0,5 cc l ⁻¹	37,78 g	22,04 bcd
	T17 = 1,0 cc l ⁻¹	57,78 f	25,65 abcd
	T18 = 2,0 cc l ⁻¹	66,67 ef	24,95 abcd

Promedios con letras similares en la columna, no varían estadísticamente Tukey ($p \leq 0,05$).; nombres comerciales de los tratamientos entre corchetes.

Experimento 2. Efecto del tratamiento de las semillas en la marchitez vascular

Los primeros síntomas de la enfermedad, se observaron en la base de los tallos, formando lesiones marrones, posteriormente los tejidos se descompusieron ocasionando pudrición acuosa, finalmente la planta murió y alrededor de la lesión se desarrolló un micelio blanco en los tejidos con presencia de esclerocios de color marrón.

La enfermedad se manifestó rápidamente en los primeros 10 días después de la inoculación, en las semillas tratadas con las diferentes moléculas evaluadas; mientras que, en el testigo T7, donde no hubo protección, la enfermedad se manifestó en los primeros cuatro días después de la inoculación, afectando la germinación y la emergencia (Tabla 2).

La variable Incidencia, tuvo comportamiento similar a los 4, 7, 11, 14, 18 y 21 días después de la inoculación DDI. Los tratamientos T2= Azoxystrobin+difeconazol y T3= *Trichoderma harzianum*, tuvieron la menor incidencia de la enfermedad, 10 y 25 % respectivamente; estadísticamente fueron superior a los demás tratamientos. Los tratamientos T1, T4, T5, y T6, estadísticamente fueron similares al testigo

T7; el tratamiento T0, no presentó plantas con síntomas de la enfermedad (Tabla 2).

El análisis de varianza del índice de intensidad IS, mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando similar comportamiento durante las seis evaluaciones. El testigo absoluto T0, no desarrollo ningún síntoma de la enfermedad. Los tratamientos con las diferentes moléculas fueron similares entre sí y estadísticamente superior al testigo T7. Los tratamientos T2= Azoxystrobin+difeconazol, T3= *Trichoderma harzianum*, T4= Benomil, T5= Carboxim+thiram, estadísticamente fueron similares, siendo recomendados en el tratamiento de las semillas de frijol caupí. Los tratamientos T1, T6, tuvieron similar comportamiento con el testigo sin protección T7, donde hubo presencia de plántulas con síntomas de la MV (Tabla 3)

El análisis de varianza de la variable altura de planta no mostró diferencias significativas entre los tratamientos durante los 21 días de evaluación; sin embargo, se destaca el T3, al superar al testigo absoluto T0 en 4,5 cm y al testigo negativo T7 en 7,28 cm. La enfermedad causó un efecto negativo reduciendo la altura de la planta en T7 en 2,74 cm, en relación al testigo absoluto, plantas sin inocular (Tabla 4).

Tabla 2. Efecto de los tratamientos en la incidencia de la marchitez vascular *Scleroctium rolfsii* del frijol Caupicor 50, durante 21 días después de la inoculación DDI.

Tratamientos*	4 DDI	7 DDI	11 DDI	14 DDI	18 DDI	21 DDI
T0=Testigo Absoluto	(0) 0,71 c	(0) 0,71 d	(0) 0,71 d	(0) 0,71 d	(0) 0,71 d	(0) 0,71 d
T1=Nitrato de Calcio	(35) 5,88 ab	(40) 6,26 ab	(42,5) 6,44 ab	(50) 7,09 ab	(57,5) 7,58 ab	(57,5) 7,58 ab
T2=Azoxystrobin + Difenconazol	(0) 0,71 c	(0) 0,71 d	(2,5) 1,34 d	(2,5) 1,34 d	(10) 2,54 cd	(10) 2,54 cd
T3= <i>Trichoderma harzianum</i>	(2,5) 1,34 c	(2,5) 1,34 cd	(5) 1,97 cd	(15) 3,07 cd	(20) 4,05 bcd	(25)4,87 bc
T4=Benomil	(12,5) 3,18 bc	(17,5) 4,13 bc	(25) 4,99 ab	(25) 4,99 bc	(32,5) 5,67 abc	(32,5) 5,67 abc
T5=Carboxim + Thiram	(2,5) 1,34 c	(12,5) 2,87 cd	(22,5) 4,70 bc	(32,5) 5,55 abc	(37,5) 5,88 abc	(37,5) 5,88 abc
T6=Fosfito de Potasio	(50) 6,92 a	(57,5) 7,52 a	(60) 7,71 a	(72,5) 8,50 a	(75) 8,64 a	(77,5) 8,77 a
T7=Testigo Negativo	(50) 6,92 a	(52,5) 7,17 ab	(55) 7,31 ab	(55) 7,31 ab	(60) 7,64 ab	(60) 7,64 ab

Promedios con letras similares no varían estadísticamente según la prueba de medias de Tukey ($p \leq 0,05$). Datos del paréntesis corresponden a los porcentajes de incidencia y los que están por fuera son los transformados

*Nombres comerciales y dosis de los tratamientos T0= testigo absoluto, sin tratamiento y sin patógeno; T1= Nitrato de calcio 1,0 g. L⁻¹; T2= Amistar 1 cc.L⁻¹; T3=Fitotripen 3 g.L⁻¹; T4= Bezil 50 WP, 2 g.kg⁻¹; T5=Vitavax 400, 2 g.kg⁻¹; T6= Foscrop 2 cc.L⁻¹; T7= Testigo negativo, sin protección e inoculado con *S. rolfsii*

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el índice de la severidad de la marchitez vascular *Scleroctium rolfsii* del frijol Caupicor 50, durante 21 días después de la inoculación DDI.

Tratamientos*	4 DDI	7 DDI	11 DDI	14 DDI	18 DDI	21 DDI
T0=Testigo Absoluto	(1)11,11c	(1)11,11c	(1)11,11 c	(1) 11,11c	(1) 11,11c	(1) 11,11c
T1=Nitrato de Calcio	(3,2)35,56ab	(3,5)38,89ab	(3,7)41,11ab	(3,8)42,78ab	(4,1)46,11ab	(4,3)48,06ab
T2=Azoxystrobin + Difenconazol	(1)11,11 c	(1)11,11 c	(1)11,67c	(1)11,67 c	(1,2)13,33 c	(1,2)13,33c
T3= <i>Trichoderma harzianum</i>	(1)11,67c	(1,1)12,22 c	(1,3)14,17c	(1,5)16,67c	(1,6)18,33c	(1,8)20,56c
T4=Benomil	(1,4)16,11bc	(1,6)17,78bc	(1,8)20c	(2)22,5bc	(2,5)27,5bc	(2,5)28,06bc
T5=Carboxim + Thiram	(1)11,67c	(1,6)18,33bc	(2)22,78bc	(2,3)25,56bc	(2,6)29,44bc	(2,6)29,44bc
T6=Fosfito de potasio	(4)44,44bc	(4,5)50,55a	(4,7)52,22a	(4,9)55,31a	(5,2)57,81a	(5,3)59,45a
T7=Testigo negativo	(4,5)50,00a	(4,6)51,11a	(4,7) 52,22a	(4,7)52,22 a	(4,8)53,33ab	(4,9)55,06a

Promedios con letras similares no varían estadísticamente según la prueba de medias de Tukey ($p \leq 0,05$), datos dentro del paréntesis corresponde al grado de severidad, datos fuera del paréntesis es la severidad transformada con el índice de Mckinney.

*Nombres comerciales y dosis de los tratamientos T0= testigo absoluto, sin tratamiento y sin patógeno; T1= Nitrato de calcio 1,0 g. L⁻¹; T2= Amistar 1 cc.L⁻¹; T3=Fitotripen 3 g.L⁻¹; T4= Bezil 50 WP, 2 g.kg⁻¹; T5=Vitavax 400, 2 g.kg⁻¹; T6= Foscrop 2 cc.L⁻¹; T7= Testigo negativo, sin protección e inoculado con *S. rolfsii*

Tabla 4. Valores promedios de la altura de las plantas por tratamiento en (cm) entre los 4 y 21 días después de la inoculación DDI.

Tratamientos*	4 DDI	7 DDI	11 DDI	14 DDI	18 DDI	21 DDI
T0=Testigo absoluto	14,08 a	17,88 a	20,07 a	21,96 a	22,87 a	25,72 ab
T1=Nitrato de calcio	14,46 a	16,91 a	19,14 a	21,31 a	22,20 a	25,09 ab
T2=Azoxystrobin + Difenconazol	14,05 a	17,72 a	19,51 a	21,19 a	22,95 a	25,05 ab
T3= <i>Trichoderma harzianum</i>	6,807 b	18,71 a	21,11 a	22,55 a	25,23 a	30,26 a
T4= Benomil	14,53 a	17,72 a	19,92 a	22,83 a	23,50 a	26,37 ab
T5= Carboxim + Thiram	13,55 a	16,09 a	17,02 a	18,32 a	19,22 a	21,94 ab
T6=Fosfito de potasio	13,72 a	16,42 a	18,47 a	19,46 a	20,00 a	21,67 b
T7=Testigo negativo	14,10 a	16,65 a	18,20 a	20,01 a	20,62 a	22,98 ab

Promedios con letras similares no varían estadísticamente según la prueba de medias de LSD ($p \leq 0,05$)

*Nombres comerciales y dosis de los tratamientos T0= testigo absoluto, sin tratamiento y sin patógeno; T1= Nitrato de calcio 1,0 g. L⁻¹; T2= Amistar Top 1 cc.L⁻¹; T3=Fitotripen 3 g.L⁻¹; T4= Bezil 50 WP, 2 g.kg⁻¹; T5=Vitavax 400, 2 g.kg⁻¹; T6= Foscrop 2 cc.L⁻¹; T7= Testigo negativo, sin protección e inoculado con *S. rolfsii*

Discusión

Experimento 1. Evaluar el efecto de tratamientos de la semilla en las plántulas de Caupi

Los 18 tratamientos evaluados no afectaron la germinación de las semillas, teniendo similar comportamiento al testigo, alcanzando germinaciones entre el 98 y 100%; similares comportamientos se reportan en las investigaciones de Da Ros et al. (2018) al tratar semillas de trigo con carboxim + tiram, reportando hasta un 96 % de germinación.

Los tratamientos con Nitrato de calcio (T1, T2, T3), *Trichoderma harzianum* (T7, T8, T9) y Carboxim+thiram (T13, T14, T15) no afectaron la emergencia de las plántulas; estos resultados validan los resultados de varias investigaciones, especialmente con las dos últimas moléculas que han sido usadas ampliamente en tratamientos de semilla, con alta eficiencia al obtener los mayores porcentajes de emergencia (Torrado et al., 2020); además, las semillas tratadas con *T. harzianum*, adicionalmente, presenta un efecto promotor de crecimiento de las plantas (Moreno y Matos, 2018; Muñoz, 2020).

Las semillas tratadas con Benomil, molécula ampliamente usada en la región para tratar semillas, obtuvo el mayor porcentaje de emergencia T_{10} , con 80 %, pero cuando se incrementó la dosis a 3 y a 4g, redujo la emergencia hasta en un 14 %; esto indica la importancia de determinar la dosis adecuada para el tratamiento de las semillas en cada especie vegetal (Tomala, 2002).

Experimento 2. Efecto del tratamiento de las semillas en la marchitez vascular

El cultivar Cupicor 50, es sensible a la marchitez vascular ocasionado por *Scleroctium rolfsii*, manifestándose en los primeros cuatro días entre la fase de germinación y emergencia, coincidiendo con los resultados de Benítez y campo, (2021). La protección de semillas es una práctica importante para el manejo de patógenos fungosos habitantes del suelo; en este caso la evaluación a los 21 días mostró protección con los tratamientos T2, T3, T4 T5, los cuales alcanzaron un nivel de daño inferior a 3 en la escala propuesta por Schonoven y Pastor-Corrales, 1987, lo que indica que menos del 1% del epicotilo presentan pequeñas lesiones de la enfermedad y no hay presencia de estructuras reproductivas; mientras que, los tratamientos T1= nitrato de calcio, T6= fosfito de potasio, T7= testigo negativo alcanzaron un promedio grados de severidad entre 4 y 5 con índice de severidad superior al 50%, lo que indica que algunas plantas tuvieron marchitez vascular.

El tratamiento con *Trichoderma harzianum*, se constituye en una alternativa biológica para el control de la marchitez vascular del frijol caupí, coincidiendo con los resultados reportados en otras especies hortícolas afectadas por patógenos fungosos causantes de la MV, como *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani* en ají (Espinoza et al., 2019), *Scleroctium cepivorum* en cebolla (Rivera et al., 2019), *Rhizoctonia* sp en arroz (Macias, 2019) y *Fusarium* pp en berenjena (Rodríguez-Pinto et al., 2019).

El tratamiento con nitrato de calcio no tuvo control de la enfermedad al presentar un índice de daño del 48% y una incidencia del 57,5%. El fosfito de potasio presentó un efecto negativo, ya que la incidencia de la MV de 77,5 % al final del experimento, comparado con el testigo negativo que presentó un 60%; estos resultados concuerdan con los de Martínez et al. (2013), quienes encontraron mayores valores de incidencia en el tratamiento con fosfito en cultivos de arroz, descartándose estos dos últimos tratamientos para la protección de la semilla contra la enfermedad.

A pesar de que T2 (Azoxystrobin + Difenconazol), fue la que mostró más eficiencia en cuanto al control de la MV en frijol caupí, afectó negativamente la emergencia de las plántulas, recomendándose hacer ajustes a la dosis del tratamiento; estos resultados coinciden con la investigación de Mantecón, (2015) contra las enfermedades en papa, donde la aplicación de Azoxystrobin + Difenconazol al suelo, no mostró buenos resultados en la altura, floración y tuberización del cultivo.

El efecto de mayor altura obtenido en T3, *T. harzianum*, concuerda con reportes de varios autores que han señalado importantes incrementos en el crecimiento de plántulas de maracuyá inoculadas con *T. harzianum*, al estimular el crecimiento tanto en la parte aérea como radical (Díaz et al., 2020). Similares resultados se reportan en pasturas asociadas con Raygrass y Trébol Blanco (Acurio y España, 2017); así como su efecto protector contra el Damping off y promoción del crecimiento vegetativo de plantas de *Capsicum chinense* (Larios et al., 2020).

Conclusiones

Los tratamientos a las semillas con *Trichoderma harzianum* y Carboxim + Thiram, fueron los de mayor eficiencia, en las tres dosis evaluadas, al no afectar la emergencia de las plantas; además, el tratamiento con *T. harzianum*, estimuló el desarrollo de las plántulas, presentando mayor altura y vigor. Estos mismos principios activos fueron los de mayor eficiencia en el manejo de la marchitez vascular *Scleroctium rolfsii* presentando

buena emergencia, baja incidencia y severidad. El tratamiento de semillas con azoxystrobim+difeconazole, presentó el menor nivel de daño a la marchitez vascular; sin embargo, afectó significativamente el porcentaje de emergencia de las plántulas.

Agradecimientos

la Universidad de Córdoba y Facultad de Ciencias Agrícolas por brindar los espacios requeridos e infraestructuras para la ejecución de esta investigación.

Referencias

- Acurio-Vásconez, R. D. & España-Imbaquingo, C. K. (2017). Aislamiento, caracterización y evaluación de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*lolium perenne*) y trébol blanco (*trifolium repens*). *Revista de ciencias de la vida*, v. 25, n. 1, 2017, p. 53-61. DOI: [10.17163/lgr.n25.2017.05](https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.05)
- Agrios, G. (1995). *Fitopatología*. 2 ed. Balderas México, D.F: Limusa, grupo noriega, 819 p.
- AGRONET. (2019). Estadística de sistemas de producción agrícola. <http://www.agronet.gov.co>
- AGRONET. (2020). Reporte: Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo. Agronet, Minigricultura. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Alvarado-Aguayo, A., Pilaloe-David, W., Torres-Sánchez, S., Torres-Sánchez, k. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. *Agronomía Costarricense*, 43(1): 101-111. DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35672>
- Alidu, A. M. (2019). Evaluación de las fechas de siembra sobre el crecimiento y el rendimiento de tres genotipos de caupí [*Vigna unguiculata* (L) Walp.] En el norte de Ghana. *Avances en investigación*, 18 (4):1-14.
- Álvarez-Correa, C. C. (2020). Evaluación de la eficacia de los métodos de mini injertos hendidura, t invertida y yema terminal en la propagación de plantas de naranja valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.). [Tesis Ingeniería agrónoma]. Montería (Colombia): Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias, Colombia, 78 p. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3556?show=full>
- Álvarez-Kile, P., & Álvarez-Kile, X. (2018).. Resultados del empleo de cuatro cepas de micorrizas vesículo arbusculares en condiciones del municipio Jiguani. *Revista Granmense De Desarrollo Local*, 2 (1): 56-65. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/396>
- Benitez-Lobo, D. J. (2018). Manejo de la marchitez vascular (*Sclerotium rolfsii* Sacc) del frijol caupí mediante estrategias amigables con el ambiente [Tesis Ingeniería agrónoma]. Montería (Colombia): Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, 95 p.
- Benitez-Lobo, D. J., & Campo-Arana, R. O. (2021). Manejo de la marchitez vascular *Sclerotium sp.* del caupí *Vigna unguiculata*. *Fitopatología Colombiana* 45(1):19-24.
- Castellanos, G., Jara, C., & Mosquera, G. (2011). Guías prácticas de laboratorio para el manejo de patógenos del frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali (Colombia), 232 p. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54435>
- Companioni-González, B., Domínguez-Arizmendi, G., & García-Velasco, R. (2019). Trichoderma: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. *Bioteología Vegetal*, 19(4): 237-248. <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v19n4/2074-8647-bvg-19-04-237.pdf>
- Da Ros-Zanette, C., Rasche-Alvarez, J., Aguayo-Trinidad, S., González, L., & Cabral-Antúnez, C. (2018). Eficiencia de fungicidas frente a la incidencia de patógenos en semillas de trigo. *Revista Agrogeoambiental*, 10(3):121-134. <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n320181215>
- Díaz-Padilla, Gabriel; Rodríguez-Yzquierdo, Gustavo Adolfo; Montana, Lennys; Miranda-Salas, Tatiana-Camila, Basso, C., & Arcia-Montesuma, M. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes y *Trichoderma* sobre el crecimiento en plántulas de maracuyá (*passiflora edulis* sims) en vivero. *Bioagro*, 32(3):195-204. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7901981>
- Duarte-Leal, Y., Martínez-Coca, B., Café-Filho, A., & Bassay-Blum, L. (2020). Caracterización fisiocultural y compatibilidad micelial de aislamientos de *Sclerotium sp.* procedentes de siete hospedantes. *Revista de Protección Vegetal*, 35(1):1-10. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v35n1/2224-4697-rpv-35-01-e08.pdf>

- Espinoza-Ahumada, C. A., Gallegos-Morales, G., Ochoa-Fuentes, Y. M., Hernández-Castillo, F. D., Méndez-Aguilar, R., & Rodríguez-Guerra, R. (2019). Antagonistas microbianos para biocontrol de la marchitez y su efecto promotor en el rendimiento de chile serrano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(n.esp.23): 187-197. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2020>
- FENALCE, FONDO DE IMPORTACIONES DE LEGUMINOSAS. (2020). Informe final del proyecto capacitación en producción de frijol con tecnologías más limpias. Antioquia (Colombia): 73 p. <http://www.fenalce.org/nueva/pg.php?pa=19>
- Fernández-Gomez, W., & Arroyo-Rosales, F. (2019). Evaluación de 10 genotipos de frijol caupí (*Vigna Unguiculata* (L) Walp.) por características agronómicas y nutricionales en el municipio de cereté – córdoba [Tesis Ingeniería agronómica]. Montería (Colombia): Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, 79 p. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3300/Fern%C3%A1ndezGomezWilson%20-%20ArroyoRosalesFrancyluz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gerrano, A. S., Jansen, W., Venter, S., Shargie, N., Amelework, B., Shimelis, H., & Labuschagne, Maryke. (2018). Selección de los genotipos de caupí basado en mineral de grano y el contenido total de proteínas. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Sección B - Ciencia del suelo y las plantas, 69(2):155-166.
- Guillén-Sánchez, D., Hernández-Pérez, R., Andrade-Rodríguez, M., López-Martínez, V., Alia-Tejagal, I., & Juárez-López, P. (2018). Eficacia de seis fungicidas sobre *Mycosphaerella citri* en naranja 'Valencia' en el estado mexicano de Morelos. *Revista Centro Agrícola*, 45(1):5-13. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n3/cag10317.pdf>
- Jiménez-Enriquez, P., Barrera-Aguilar, P., Huachi-Espín, L., Vera-Zambrano, A., & Caicedo-Vargas, C. (2020). Propagación in vitro de Quishuar (*buddleja incana* ruíz & pav). *La Granja*, 31(1):61-71. <https://www.redalyc.org/journal/4760/476062548005/476062548005.pdf>
- Larios-Larios, E. J., Valdovinos-Nava, J. W., Chan-Cupul, W., García-López, F. A., Manzo-Sánchez, G., & Buenrostro-Nava, M. T. (2020). Biocontrol de Damping off y promoción del crecimiento vegetativo en plantas de *Capsicum chinense* (Jacq) con *Trichoderma* spp. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(3): 471-483 <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.332>
- Macias-Castro, V. A. (2019). Efecto de *Trichoderma* sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz en el sector perimetral Daule [Tesis Ingeniería agronómica]. Guayaquil (Ecuador): Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil, 84 p. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45332>
- Mancipe-Murillo, C., Calderón-Hernández, M., & Pérez-Martínez, L. V. (2018). Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio. *Caldasia*, 40(2): 366-382. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n2.68251>
- Mantecón, Jorge. (2015). Fungicidas aplicados al suelo como estrategia de manejo integrado de enfermedades en papa, bajo escenarios de elevada infestación inicial y residual. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 19(1):29-39. <https://doi.org/10.37066/ralap.v19i1.224>
- Martínez, S., Escalante, F., & Casales, L. (2013). Utilización de Fosfito de K para el control de enfermedades de tallo y vaina en arroz. Asistente de Investigación, INIA, Resultados experimentales. 6 p. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4003/1/Ad-735-4ManejoIntegrado-4-6.pdf>
- Mckinney, Harold. (1923). Influence of soil, temperatura and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, 31(9): 827-840. <https://handle.nal.usda.gov/10113/IND43966679>
- Morelo-Zumaqué, M. C., Otero-Pérez, M. (2018). Evaluación de 10 genotipos de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) por sus características agronómicas y nutricionales en el municipio de Sampués – Sucre [Tesis Ingeniería agronómica]. Montería (Colombia): Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, 85 p. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3300>
- Muñoz-Quintana, M. M. (2020). Eficiencia del ácido giberélico, microorganismos nativos, *Trichoderma* Sp. y melaza en plantillas de Banano, en la provincia de Los Ríos. [Trabajo de investigación]. Babahoyo (Ecuador): Universidad Técnica De Babahoyo, Facultad De Ciencias Agropecuarias, 79 p. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8246>

- Oporta-Pichardo, E. D., & Rivas-Cáseres, A. M. (2006). Efecto de la densidad poblacional y la época de siembra en el rendimiento y la calidad de la semilla de una población de caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en la Finca El Plantel. [Trabajo de Diploma] Managua (Nicaragua): Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal, 40 p. <https://www.yumpu.com/es/document/read/30836117/universidad-nacional-agraria-facultad-de-agronomia-departamento>
- Rivera-Méndez, W., Obregon, M., Morán-Diez, M., & Enrique-Monte, R. H. (2020). *Trichoderma asperellum* biocontrol activity and induction of systemic defenses against *Sclerotium cepivorum* in onion plants under tropical climate conditions. *Biological Control*, 141(1):104-145. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104145>
- Schoonhoven, A. V., & Pastor-Corrales, M. A. (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, 56 p. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/69699>
- Tomalá- Rossi, M. (2002). Evaluación de tratamientos para aumentar la germinación en la semilla de aguacate. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano (Honduras): Zamorano carrera de ciencia y producción agropecuaria, 35 p. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cc3f9404-5c80-4de1-bb19-d33809c506fd/content>
- Torrado-Martínez, J., Castellanos-González, L., & Céspedes-Novoa, N. (2020). Evaluación de alternativas biológicas para el control de *ascochyta* spp. en el cultivo de arveja, Pamplona, Norte de Santander. *Revista ambiental agua, aire y suelo*, 11(1):1-10. <https://doi.org/10.22490/21456453.3650>
- Valle-De La Paz, M., Guillén-Sánchez, D., Perales-Rosas, D., López-Martínez, V., Juárez-López, P., Martínez-Fernández, E., Hernández-Arenas, M., Ariza-Flores, R., & Gijón-Hernán, A. (2019). Distribution, incidence and severity of dieback (*Lasiodiplodia* spp.) in persa lime in Morelos, Mexico. *Mexican Journal of Phytopathology*, 37(3): 464-478. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1904-7>
- Zapata-Narváez, Y. A. (2018). Desarrollo de una estrategia para el manejo integrado de enfermedades del cultivo de mora (*Rubus glaucus*, Benth) en función de su sostenibilidad [Tesis Magister en Agrocencias]. Bogotá (Colombia): Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 127 p. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34055>