



Evaluación de *Trichoderma* en tres variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.)

Evaluation of *Trichoderma* in Three Peanut Varieties (*Arachis hypogaea* L.)

Edison Fabricio Vera-Cruz^{1,2},
José Nicasio Quevedo-Guerrero¹,
Ivana Gabriela Tuz-Guncay¹,
Julio Enrique Chabla-Carillo¹,
John Alberto Cuenca-Sedamano¹



DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v20.n1.2023.14691>

RESUMEN: tomando en cuenta, por una parte, que el cultivo de maní en el Ecuador ha perdido interés agrícola debido a su susceptibilidad ante enfermedades fúngicas, y por otra, que la aplicación de microorganismos del género *Trichoderma* controla eficientemente otras especies de patógenos, se decidió llevar a cabo este estudio. Para ello, se utilizó el Laboratorio de Sanidad Vegetal y el área experimental de la granja “Santa Inés” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Técnica de Machala. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con 33 tratamientos, cuatro cepas de *Trichoderma* y la mezcla (Mix), dos concentraciones (10^{11} y 10^{12} esporas/L) en tres variedades de maní (INIAP 380, 381 y 382), tres testigos, con tres repeticiones, evaluando 15 plantas por dosis, con un total de 495 plantas. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), ramas principales/planta, peso 100 semillas (g), peso nódulos (g), número de semillas/vaina, número de semillas/planta, número de vainas/planta, peso de semillas por planta, incidencia de roya e incidencia de moho blanco. Los resultados obtenidos indicaron que la aplicación de Mix incrementó la producción en todas las variedades y disminuyó la incidencia de la roya (*Puccinia arachidis*) en un 55 % y del moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*) en un 53 % en comparación con los testigos.

PALABRAS CLAVE: antagonismo, biocontrol, fitosanitario, leguminosa.

ABSTRACT: bearing in mind that peanut cultivation in Ecuador has lost agricultural interest due to its susceptibility to fungal diseases, and that the application of microorganisms of the genus *Trichoderma* effectively controls other species of pathogens, we decided to carry out this study. For this, the Plant Health Laboratory and the experimental area of “Santa Inés” farm of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Machala were used. A completely randomized block design was employed, with 33 treatments, four *Trichoderma* and its mix strains, two concentrations (10^{11} and 10^{12} spores/L) on three peanut varieties (INIAP 380, 381 and 382), three controls, with three replicates, evaluating 15 plants per dose, giving a total of 495 plants. The variables evaluated were plant height (cm), main branches/plant, 100 seed weight (g), nodule weight (g), number of seeds/pod, number of seeds/plant, number of pods/plant, seed weight per plant, rust incidence and white mold incidence. The results obtained indicated that the application of Mix increased production in all varieties and decreased the incidence of rust (*Puccinia arachidis*) by 55% and white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) by 53% compared to the controls.

KEYWORDS: antagonism, biocontrol, phytosanitary, legume.

FECHA DE RADICACIÓN: 30 de julio de 2022 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 23 de mayo de 2023 **FECHA DE PUBLICACIÓN:** 21 de septiembre de 2023

1 Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

ORCID: Vera-Cruz, E. F.: <https://orcid.org/0000-0002-7950-5049>;

ORCID: Quevedo-Guerrero, J. N.: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>;

ORCID: Tuz-Guncay, I. G.: <https://orcid.org/0000-0003-0085-3495>;

ORCID: Chabla-Carillo, J. E.: <https://orcid.org/0000-0002-9761-5890>;

ORCID: Cuenca-Sedamano, J. A.: <https://orcid.org/0000-0001-5707-3508>

2 Autor de correspondencia: evera2@utmachala.edu.ec

INTRODUCCIÓN

El maní es una leguminosa de gran importancia económica y nutricional dentro de la cadena productiva. Mundialmente se cultivan anualmente 20 millones de hectáreas entre las diferentes variedades en cada país (Zapata et al., 2012). Su valor nutricional lo posiciona como el cuarto cultivo oleaginoso a nivel mundial y dentro de las leguminosas es la tercera especie de importancia en relación con sus contenidos de proteínas (24,0 a 36,0 %) y lípidos (38,0 a 60,0 %). En el sector industrial este cultivo se destaca principalmente por la posibilidad de extracción de aceites, los cuales son destinados a diferentes sectores alimentarios (Montero, 2020).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador señala que la producción nacional de maní se encuentra distribuida principalmente en las provincias de Loja, Guayas, Manabí y El Oro (INIAP, 2014). En los últimos años se han cultivado entre 12000 y 15000 ha, obteniendo un rendimiento aproximado de 800 kg de maní en cáscara por hectárea, lo cual es insuficiente para cubrir la demanda interna. Dentro de los principales problemas que causan la baja productividad están las enfermedades de manchas foliares tardías y tempranas ocasionadas por *Cercospora personatum*, *Cercospora arachidicola*, y roya por *Puccinia arachidis* (Andrade & Tenelema, 2020).

En este orden de ideas, Mondal & Badigannavar (2015) describen la roya como de mayor importancia económica en el cultivo de maní, pues reduce hasta el 57 % del rendimiento y la calidad del producto final, además eleva los costos de producción por la aplicación de fungicidas. Por otra parte, el moho blanco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* es otra enfermedad devastadora con registros del 80 % de marchitamiento de la plantación, que provoca pudrición del tallo al nivel del suelo y posterior muerte de la planta (Wang et al., 2019).

Para hacer frente al problema ocasionado por enfermedades fúngicas, los productores de maní han optado por el uso de fungicidas de síntesis química en la prevención y el control de las enfermedades. Son ampliamente conocidos los registros sobre el uso elevado de agroquímicos con consecuencias negativas para el medio ambiente, la salud humana y el equilibrio de la microbial del suelo (Raffa & Chiampo, 2021). En la búsqueda de alternativas sustentables se encuentra el control biológico con el fin de mejorar la fitosanidad y la productividad de los cultivos (Illa et al., 2020).

El uso de microorganismos benéficos en la agricultura, tales como el género *Trichoderma* spp., es muy conocido para combatir hongos fitopatógenos como *Phytophthora*, *Fusarium*, *Pythium*, entre otros, que afectan a un gran número de cultivos por su antagonismo y fácil adaptación a distintas condiciones ambientales. Otro de los beneficios que posee este género es la degradación de sustratos muy complejos que tienen altas cantidades de pectina,

almidón y celulosa, que suplen su nutrición y generan una interacción simbiótica con la biota del suelo y las plantas (Arévalo et al., 2017).

Dentro del género *Trichoderma* se reportan diferentes especies como *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. reesei*, esta última según Gusakov (2011) caracterizada por la capacidad de liberar enzimas degradadoras de celulosa, pectina y otros polisacáridos en la producción de biocombustibles como el bioetanol. *T. asperellum* tiene actividad antagonista con *Neofusicoccum* al séptimo día de contacto (Stracquadiano et al., 2020); *T. spirale*, según Baiyee et al. (2019) y Abdel-Monaim et al. (2014), es el hongo endofítico que inhibe el crecimiento micelial y la incidencia de enfermedades, además de poseer alta actividad de competitividad. *T. melanomagna* se caracteriza por el biocontrol de hongos fitopatógenos (Andrade-Hoyos et al., 2019). Ante la amplitud de reportes sobre los beneficios de *Trichoderma* en el control biológico, el objetivo de este estudio fue evaluar el biocontrol de diferentes especies del género *Trichoderma* en el estado fitosanitario del cultivo de maní en condiciones de campo en Machala, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala (Laboratorio de Sanidad Vegetal y la granja experimental Santa Inés), ubicada a 03°17'16" S y 79°54'05" O, altitud 5 m, temperatura media anual 25-26 °C, humedad relativa promedio anual entre 83 - 84 %, precipitación media anual entre 113-400 mm y heliofanía entre 6 y 21 horas semanales (INAMHI, 2017).

Cepas de *Trichoderma*

Las cepas usadas en el estudio fueron recolectadas por Bermeo et al. (2022) e identificadas por Merchán et al. (2022), y forman parte de la colección del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Técnica de Machala (Figura 1).

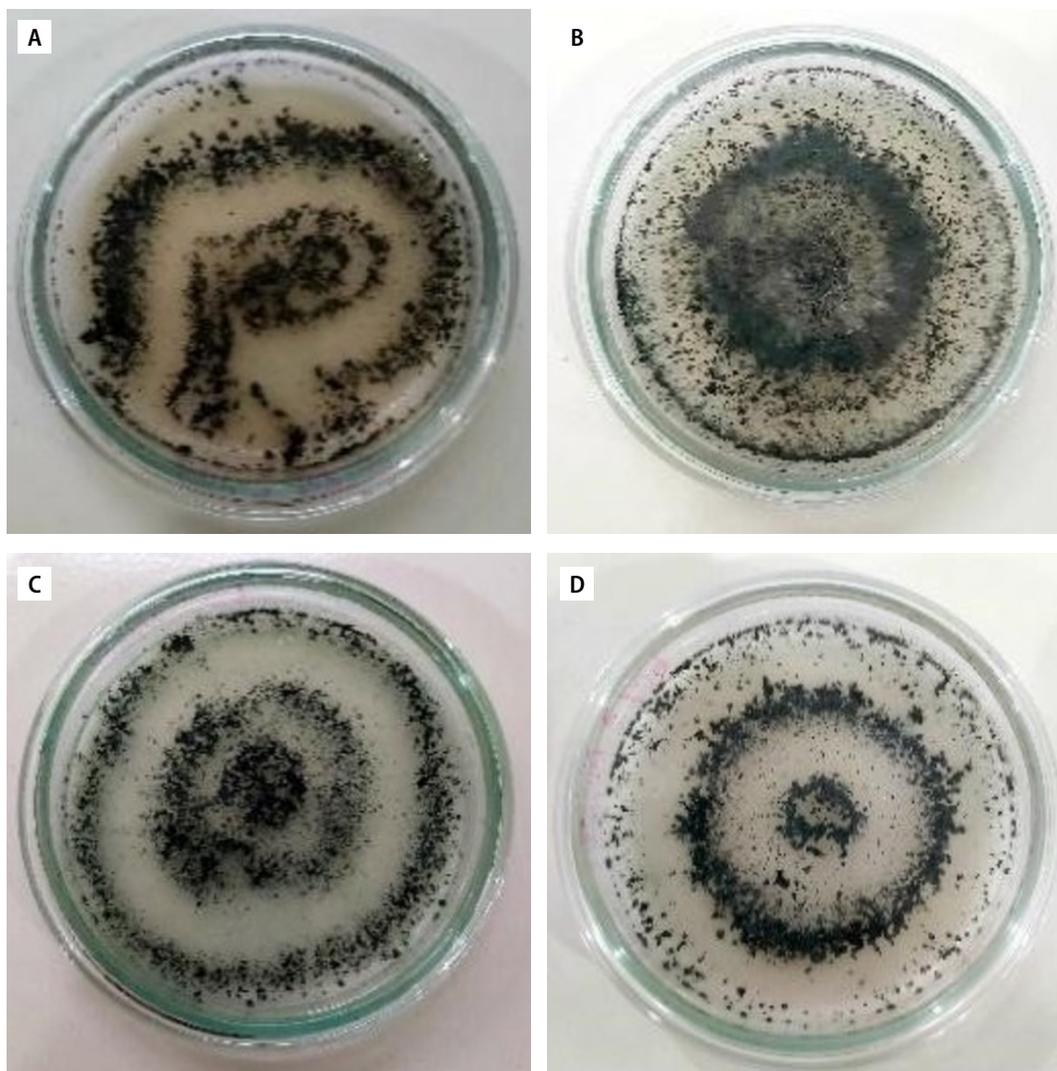


FIGURA 1. Especies del género *Trichoderma*. A) *T. spirale*; B) *T. reesei*; C) *T. asperellum*; D) *T. melanomagna*.

Reactivación de cepas. Se hicieron cultivos en cajas Petri y PDA, siguiendo la metodología planteada por Pérez *et al.* (2020) con la esterilización en autoclave (121 °C por 15 minutos) y UV de medios, y siembra por técnicas de punción y estriado (Sanz, 2011).

Multiplicación masiva. La extracción de esporas siguió la metodología de Bravo *et al.* (2016); se elaboró una solución matriz extrayendo las esporas con espátula y depositándolas en vaso de precipitación con agua destilada. Se homogeneizó por 12 minutos con agitador magnético. Para la inoculación se siguió la metodología de Troya y Vaca (2014), aplicando 5 ml de solución en 120 g de arroz estéril y semicrudo en botellas de 350 ml. Se almacenó a temperatura ambiente hasta obtener la esporulación visible en el sustrato.

Inóculos de campo. Para el conteo y la dosificación se utilizaron la cámara de Neubauer y un microscopio a 40x (Euromex). A partir de 1 g de sustrato en 300 ml de agua destilada y homogeneizado con agitador magnético hasta tener una ligera coloración verdosa, se depositó una gota de la solución en la cámara para el conteo en la parte central de la cámara. Se utilizó la fórmula de Cañedo y Ames (2004).

$$X \times 25 \times 10000 \times Fd = \text{Esporas g/ml.}$$

X = Promedio de esporas en los 5 cuadros

25 = Número total de cuadrantes

0,1 = 10.000 de 1 ml

Fd = Factor de dilución (cantidad de agua destilada utilizada 300 ml)

Variedades de maní

INIAP 380: posee tolerancia a enfermedades, alto rendimiento, semillas moradas y de gran tamaño (INIAP, 2005). INIAP 381: conocida como rosita, tiene alto rendimiento, sus semillas son medianas y de coloración rosada a rojiza, es tolerante a roya y cercosporiosis (INIAP, 2005). INIAP 382: llamada caramelo, ampliamente cultivada, caracterizada por tener granos de color rojo rallado con colores crema o combinado y tamaño mediano (INIAP, 2010).

Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 33 tratamientos: tres variedades, cuatro cepas (*T. spirale*, *T. reesei*, *T. asperellum*, *T. melanomagna*), una mezcla de todas las cepas (Mix), dos concentraciones comerciales de inóculo (10^{-11} y 10^{-12} esporas/L) y controles sin inoculación para cada variedad (3) (Tabla 1). Se realizaron tres repeticiones con 15 plantas para un total de 495 plantas.

El cultivo fue plantado de manera manual a distancias de 0,25 m entre planta y 0,25 m entre hilera. El área total fue de 136,5 m² con cuatro camas de 24 m de largo y una de 3 m, 1 m de ancho de cama y 0,5 m de canal entre camas. El riego fue por aspersión. La cosecha fue manual. Se hicieron tres aplicaciones de los inóculos por aspersión foliar (Truper) a los 20 días después de siembra (DDS), 40 DDS y 60 DDS, aplicando 2 L de solución por unidad experimental.

TABLA 1. Tratamientos aplicados en el estudio.

Tratamiento		Descripción	
V1	1C	D1	INIAP 382 + <i>T. spirale</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 382 + <i>T. spirale</i> + 1x10 ¹² esporas
	2C	D1	INIAP 382 + <i>T. reesei</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 382 + <i>T. reesei</i> + 1x10 ¹² esporas
	3C	D1	INIAP 382 + <i>T. asperellum</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 382 + <i>T. asperellum</i> + 1x10 ¹² esporas
	4C	D1	INIAP 382 + <i>T. melanomagna</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 382 + <i>T. melanomagna</i> + 1x10 ¹² esporas
	5C	D1	INIAP 382 + Mix + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 382 + Mix + 1x10 ¹² esporas
V2	1C	D1	INIAP 381 + <i>T. spirale</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 381 + <i>T. spirale</i> + 1x10 ¹² esporas
	2C	D1	INIAP 381 + <i>T. reesei</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 381 + <i>T. reesei</i> + 1x10 ¹² esporas
	3C	D1	INIAP 381 + <i>T. asperellum</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 381 + <i>T. asperellum</i> + 1x10 ¹² esporas
	4C	D1	INIAP 381 + <i>T. melanomagna</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 381 + <i>T. melanomagna</i> + 1x10 ¹² esporas
	5C	D1	INIAP 381 + Mix + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 381 + Mix + 1x10 ¹² esporas
V3	1C	D1	INIAP 380 + <i>T. spirale</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 380 + <i>T. spirale</i> + 1x10 ¹² esporas
	2C	D1	INIAP 380 + <i>T. reesei</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 380 + <i>T. reesei</i> + 1x10 ¹² esporas
	3C	D1	INIAP 380 + <i>T. asperellum</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 380 + <i>T. asperellum</i> + 1x10 ¹² esporas
	4C	D1	INIAP 380 + <i>T. melanomagna</i> + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 380 + <i>T. melanomagna</i> + 1x10 ¹² esporas
	5C	D1	INIAP 380 + Mix + 1x10 ¹¹ esporas
		D2	INIAP 380 + Mix + 1x10 ¹² esporas
Control V1		INIAP 382	
Control V2		INIAP 381	
Control V3		INIAP 380	

V: variedad de maní; C: cepa de *Trichoderma*; D: dosis aplicada.

Variables evaluadas

Se hizo seguimiento a las variables: altura de planta (AP-cm) y número de ramas principales/planta (RP) de acuerdo con el descriptor de maní de la Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos y el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semiáridos (IBPGR & ICRISAT,

1992). También se realizó seguimiento a la cantidad de nódulos de fijación de nitrógeno (PN-g) según la metodología de Grageda-Cabrera *et al.* (2003). Las variables de rendimiento peso 100 semillas (P100-g), número de semillas/vaina (SV), número de semillas/planta (SP), número de vainas/planta (VP), peso de semillas por planta (PSP), y las variables fitosanitarias: incidencia de roya (IR %) e incidencia de moho blanco (IMB %) con la metodología de Moreira (2018).

El momento de determinación de las variables altura de planta y número de ramas principales fue en la cosecha, así como las variables de incidencia de roya y moho blanco, contabilizando el número de plantas que presentaron sintomatologías. Las variables restantes fueron tomadas 5 días después de la cosecha, tiempo que redujo la humedad y el peso del material.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey con un 5 % de significancia, utilizando *software* SPSS 18 y siguiendo los procedimientos de Moscoso *et al.* (2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto sobre variedades

Se encontraron diferencias significativas entre variedades para todas las variedades evaluadas, a excepción de la incidencia de roya (Tabla 2). La variedad INIAP 382 presentó el mayor peso de 100 semillas (P100) con 73,26 g registro superior a los reportes de su lanzamiento (INIAP, 2010) de 50 g, además, presentó los mejores registros estadísticos en las variables peso de semillas por planta (PSP), altura de la planta (AP), ramas principales (RP), peso de nódulos (PN) y vainas por planta (VP), mostrando su alto vigor y menor incidencia ante el moho blanco y roya en comparación con la variedad INIAP 381. El mejor desempeño de la variedad INIAP 382 se ha favorecido por *Trichoderma*, que promueve el crecimiento vegetal al secretar compuestos hormonales como giberelinas, citoquininas, auxinas y algunos ácidos orgánicos que impulsan la solubilización de nutrientes y facilitan la absorción mejorando así el desarrollo (Companioni et al., 2019). La variedad INIAP 382 presentó mayor VP con 9,48 vainas, y la variedad INIAP 380 mayor PSP con 12,87 g.

No se observaron diferencias significativas en la incidencia de roya; hubo menor incidencia en la variedad INIAP 382 (14,06 %). Para el moho blanco se encontraron diferencias significativas con menor incidencia en la variedad INIAP 380 (7,52 %) y como lo describe el obtentor (INIAP, 2005) acerca de su tolerancia a varias enfermedades. Además, *Trichoderma* es precursor de sustancias elicitoras que inducen la resistencia sistémica como mecanismo de defensa en plantas (Companioni et al., 2019).

TABLA 2. Inoculación de *Trichoderma* en las variedades de maní INIAP 382 (V1), INIAP 381 (V2) y INIAP 380 (V3).

Var.	P100	PSP	AP	RP	SV	SP	PN	VP	IMB	IR
V1	73,3±0,8 a	12,4±0,3 a	17,2±0,2 a	3,9±0,0 a	1,8±0,0 c	17,2±0,4 b	0,3±0,0 a	9,9±0,2 a	12,6±1,1 b	14,1±1,0 a
V2	61,2±0,8 c	9,3±0,9 b	15,2±0,2 b	3,7±0,0 b	2,0±0,0 b	14,8±0,4 c	0,7±0,0 b	7,4±0,2 b	22,4±1,1 a	18,2±1,0 a
V3	65,8±0,8 b	12,9±0,3 a	18,9±0,2 a	3,6±0,0 b	2,6±0,0 a	19,6±0,4 a	0,2±0,0 c	7,5±0,2 b	7,5±1,1 c	17,9±1,0 a
F	22,61	15,77	14,02	7,68	121,44	12,57	62,30	16,05	15,95	1,66
Sig.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19

P100: peso de 100 semillas (g). PSP: peso de semillas por plantas (g). AP: altura de plantas (cm). RP: ramas principales por planta. SV: semillas por vaina. SP: semillas por plantas. PN: peso de nódulos. VP: vainas por planta. IMB: incidencia de moho blanco (%). IR: incidencia de roya (%). Medias con letra diferente indican diferencias significativas según la prueba Tukey (P<0,05).

Efecto de las cepas de *Trichoderma* spp.

Se encontraron diferencias significativas en las variables semillas por vaina (SV), peso de nódulos (PN), y la incidencia del moho blanco y roya (Tabla 3). El tratamiento control presentó los resultados más bajos para todas las variables y la mayor incidencia de las enfermedades. El tratamiento con la combinación de cepas de *Trichoderma* (5C) tuvo la menor incidencia de enfermedades. Se observaron los mejores resultados en el peso de 100 semillas (P100) en *T. reesei* (68,62 g) y el peso de semillas por planta (PSP) con *T. spirale* (12,3 g), en concordancia con la investigación de Neelipally *et al.* (2020), obteniendo los mejores resultados con el uso de *Trichoderma* spp.

TABLA 3. Efecto de *Trichoderma spirale* (1C), *T. reesei* (2C), *T. asperellum* (3C), *T. melanomagna* (4C) y su combinación (5C) sobre maní.

Cepa	P100	PSP	AP	RP	SV	SP	PN	VP	IMB	IR
Control	60,8±0,8 a	9,6±0,9 a	15,6±0,2 a	3,6±0,0 a	1,9±0,0 b	15,6±0,4 a	0,2±0,0 b	8,1±0,8 a	58,2±1,1 a	61,8±1,0 a
1C	66,7±0,8 a	12,3±0,9 a	17,9±0,2 a	3,8±0,0 a	2,2±0,0 a	18,3±0,4 a	0,3±0,0 a	8,5±0,8 a	15,6±1,1 b	13,3±1,0 bc
2C	68,6±0,8 a	11,9±0,3 a	16,3±0,2 a	3,7±0,0 a	2,1±0,0 ab	17,1±0,4 a	0,3±0,0 a	8,0±0,2 a	14,4±1,1 b	13,3±1,0 bc
3C	68,5±0,8 a	11,4±0,3 a	16,9±0,2 a	3,7±0,0 a	2,1±0,0 ab	17,5±0,4 a	0,8±0,0 a	8,1±0,18 a	6,7±1,1 bc	10,0±1,0 bc
4C	66,6±0,8 a	10,9±0,3 a	17,0±0,2 a	3,7±0,0 a	2,2±0,0 ab	15,9±0,4 a	0,2±0,0 a	7,3±0,2 a	7,8±1,1 bc	17,8±1,0 b
5C	66,4±0,8 a	12,0±0,3 a	16,9±0,2 a	3,8±0,0 a	2,1±0,0 ab	18,0±0,4 a	0,9±0,0 a	8,9±0,2 a	4,4±1,1 c	6,7±1,0 c
F	1,50	1,54	1,40	1,67	1,53	1,18	6,46	1,64	49,62	67,04
Sig.	0,18	0,17	0,22	0,14	0,17	0,31	0,00	0,14	0,00	0,00

P100: peso de 100 semillas (g). PSP: peso de semillas por plantas (g). AP: altura de plantas (cm). RP: ramas principales por planta. SV: semillas por vaina. SP: semillas por plantas. PN: peso de nódulos, VP: vainas por planta. IMB: incidencia de moho blanco (%). IR: incidencia de roya (%). La misma letra en la columna indica diferencias significativas según la prueba Tukey (P<0,05).

El tratamiento 5C redujo el 53,8 % de la incidencia del moho blanco en comparación con el control y de acuerdo con Michel-Aceves *et al.* (2013); el género *Trichoderma* tiene efecto antagonista a patógenos por mecanismos de micoparasitismo, antibiosis, competencia por espacio y nutrientes. Control similar fue observado en la incidencia de roya (55,11 %) que mostró la efectividad de *Trichoderma* al ataque de patógenos (Romero-Arenas *et al.*, 2017; Cruz-Triana *et al.*, 2018).

Efecto de la dosis de inoculación

No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de ramas principales (RP), semillas por planta (SP) y vainas por planta (VP). El tratamiento control sin inoculación presentó los menores resultados en la mayoría de las variables y la mayor incidencia de enfermedades (Tabla 4). La dosis 1×10^{12} mostró los mejores resultados para peso de semillas por planta (11,9 g), altura de la planta (17,6 cm), semillas por vaina (2,2) y vainas por planta (8,2). La dosis 1×10^{12} obtuvo el mayor peso de 100 semillas (68,78 g) y la menor incidencia de moho blanco (6,7 %). Estos resultados indican que *Trichoderma* favorece el rendimiento de los cultivos incluso en dosis más bajas (1×10^9) según Chagas *et al.* (2019). El efecto antagonista de *Trichoderma* independiente de la dosis (Tabla 4) y la cepa (Tabla 3) redujo al 15,6 % la incidencia de moho blanco y al 17,8 % la incidencia de roya, mostrando la acción preventiva y el control de fitopatógenos (Campanioni *et al.* 2019; Chagas *et al.*, 2019; Medeiros *et al.*, 2022).

TABLA 4. Efecto de la dosis de inoculación de *Trichoderma* en maní.

Dosis	P100	PSP	AP	RP	SV	SP	PN	VP	IMB	IR
Control	60,8±0,8 c	9,6±0,3 b	15,6±0,2 b	3,6±0,0 a	1,9±0,0 b	15,6±0,4 a	0,2±0,0 b	8,1±0,2 a	58,2±1,1 a	61,8±1,0 a
1×10^{11}	68,8±0,8 a	11,5±0,3 ab	16,8±0,2 ab	3,7±0,0 a	2,1±0,0 ab	16,9±0,4 a	0,3±0,0 a	8,1±0,2 a	6,7±1,1 c	12,4±1,0 b
1×10^{12}	65,9±0,8 bc	11,9±0,3 a	17,6±0,2 a	3,7±0,0 a	2,2±0,0 a	17,8±0,4 a	0,3±0,0 a	8,2±0,2 a	12,9±1,1 b	12,0±1,0 b
F	4,61	2,61	4,69	1,48	5,60	1,38	16,18	0,05	117,07	152,76
Sig.	0,01	0,07	0,01	0,22	0,00	0,25	0,00	0,94	0,00	0,00

P100: peso de 100 semillas (g). PSP: peso de semillas por plantas (g). AP: altura de plantas (cm). RP: ramas principales por planta. SV: semillas por vaina. SP: semillas por plantas. PN: peso de nódulos. VP: vainas por planta. IMB: incidencia de moho blanco (%). IR: incidencia de roya (%). Medias con la misma letra indican diferencias significativas según la prueba Tukey ($P < 0,05$).

CONCLUSIONES

La inoculación de *Trichoderma* en maní reduce la incidencia de roya y moho blanco, y muestra los mejores resultados con la combinación de cepas que disminuyó en un 55 % la incidencia de roya y en un 53 % la incidencia del moho blanco, independientemente de la variedad de maní y de la dosis aplicada.

El uso de *Trichoderma* presentó un efecto positivo sobre las variables evaluadas, puesto que incrementó el rendimiento de las variedades, independientemente del tipo de cepa y de la dosis aplicada.

Conflicto de intereses: el autor declara no tener algún conflicto de interés que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

REFERENCIAS

- Abdel-Monaim, M., Abdel-Gaid, M. A., Zayan, S. A., & Nassef, D. M. T. (2014). Enhancement of growth parameters and yield components in eggplant using antagonism of *Trichoderma* spp. against *Fusarium* wilt disease. *International Journal of Phytopathology*, 3(1), 33–40. <https://doi.org/10.33687/phytopath.003.01.0510>
- Andrade, D., & Tenelema, M. (2020). Control de mancha foliar temprana del maní (*Cercospora arachidicola*) empleando *Trichoderma asperellum*. *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, 10(2), 26–36.
- Andrade-Hoyos, P., Luna-Cruz, A., Osorio-Hernández, E., Molina-Gayosso, E., Landero-Valenzuela, N., & Barrales-Cureño, H. J. (2019). Antagonismo de *Trichoderma* spp. vs hongos asociados a la marchitez de chile. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1259–1272. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1326>
- Arévalo, E., Cayotopa, J., Olivera, D., Gárate, M., Trigos, E., Costa, B., & Leon, B. (2017). Optimización de sustratos para la producción de conidias de *Trichoderma harzianum* por fermentación sólida en la región de San Martín. Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(2), 135–144. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.272>
- Baiyee, B., Pornsuriya, C., Ito, S.-I., & Sunpapao, A. (2019). *Trichoderma spirale* T76-1 displays biocontrol activity against leaf spot on lettuce (*Lactuca sativa* L.) caused by *Corynespora cassiicola* or *Curvularia aeria*. *Biological Control*, 129, 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.10.018>
- Bermeo, K. A., Quevedo, J. N., García, R. M., & Chabla, J. E. (2022). Drench: enraizadores químicos y orgánicos: efectos de sus aplicaciones a la microbiota del suelo en el cultivo de banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 46–58.
- Bravo, V., Ronquillo, M., Martínez, M., & Quezada, G. (2016). Efecto enraizador de *Trichoderma asperellum* en el cultivo de palma aceitera. *Ecuador es Calidad*, 4(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v4i1.26>
- Cañedo, V., & Ames, T. (2004). *Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos*. CIP. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/AN65216.pdf>
- Chagas Junior, A. F., Chagas, L. F. B., Colonia, B. S. O., Miller, L. O. & Oliveira, J. C. (2019). *Trichoderma asperellum* (UFT201) functions as a growth promoter for soybean plant. *African Journal of Agricultural Research*, 14(33), 1772–1777. <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.13985>
- Companiononi, B., Domínguez, G., & García, R. (2019). *Trichoderma*: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. *Biotecnología Vegetal*, 19(4), 237–248.
- Cruz-Triana, A., Rivero-González, D., Infante-Martínez, D., Echevarría-Hernández, A., & Martínez-Coca, B. (2018). Manejo de hongos fitopatógenos en *Phaseolus vulgaris* L. con la aplicación de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg. *Revista de Protección Vegetal*, 33(3), e04.
- Grageda-Cabrera, O. A., Vera-Núñez, J. A., Castellanos, J. Z., & Peña-Cabriales, J. J. (2003). Comparación de métodos para estimar la fijación de N₂ en frijol en condiciones de campo. *Terra Latinoamericana*, 21(1), 65–71.
- Gusakov, A. V. (2011). Alternatives to *Trichoderma reesei* in biofuel production. *Trends in Biotechnology*, 29(9), 419–425. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2011.04.004>

- Illa, C., Pérez, A. A., Torassa, M., & Pérez, M. A. (2020). Efecto de biocontrol y promoción del crecimiento en maní por *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en condiciones controladas y campo. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 38(1), 119–131. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1910-6>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Ecuador (INAMHI). (2017). Anuario meteorológico. <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Ecuador (INIAP). (2005). *El maní: tecnología de manejo y usos* (Boletín Divulgativo No. 315). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1995/1/iniaplsbd315.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Ecuador (INIAP). (2010). *Variedad de maní tipo Runner para zonas semisecas de Ecuador* (Boletín Divulgativo No. 380). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2008/1/iniaplsbd380.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Ecuador (INIAP). (2014). *INIAP 383-pintado: nueva variedad de maní de alta productividad para zonas semisecas del Ecuador* (Boletín Divulgativo No. 380). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2010/1/iniaplsbd437.pdf>
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) & International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). (1992). *Descriptores para mani*. <https://hdl.handle.net/10568/72883>
- Medeiros, M. S., Carnaúba, J. P., Santos, T. M. C., Alves, E. S. A., França, K. R., Silva, C. S., & Silva, J. M. (2022). In vivo antagonism of *Fusarium oxysporum* F. sp. *Phaseoli*, and growth promotion in common bean (*Phaseolus vulgaris*) (Fabaceae) by *Trichoderma* spp. *Journal of Global Ecology and Environment*, 14(3), 1–6. <https://doi.org/10.56557/jogee/2022/v14i37433>
- Merchán, W. Y., Quevedo, J. N., García, R. M., & Chabla, J. E. (2022). Microbiota del suelo bananero: identificación, selección, propagación y conservación de hongos benéficos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 104–114. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/524/498>
- Michel-Aceves, A. C., Otero-Sánchez, M. A., Ariza-Flores, R., Barrios-Ayala, A., & Alarcón-Cruz, N. (2013). Eficiencia biológica de cepas nativas de *Trichoderma* spp., en el control de *Sclerotium rolfsii* Sacc., en cacahuate. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 89–107.
- Mondal, S., & Badigannavar, A. M. (2015). Peanut rust (*Puccinia arachidis* Speg.) disease: its background and recent accomplishments towards disease resistance breeding. *Protoplasma*, 252(6), 1409–1420. <https://doi.org/10.1007/S00709-015-0783-8>
- Montero, J. (2020). Importancia nutricional y económica del maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 112–125.
- Moreira, Y. F. (2018). *Efecto de varias enmiendas aplicadas al suelo sobre el desarrollo y rendimiento del maní (Arachis hypogaea L.)* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/872/1/TTA6.pdf>
- Moscoso, M. E., Moreno, M. C., Moscoso, N. K., & Armijos, R. (2022). *Metodología de la investigación científica y su aplicación en las ciencias agropecuarias*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/>

- direccion-publicaciones/public/docs/books/2022-05-17-201333-Metodología%20de%20la%20investigación%20científica.pdf
- Neelipally, R. T. K. R., Anoruo, A. O., & Nelson, S. (2020). Effect of co-inoculation of *Bradyrhizobium* and *Trichoderma* on growth, development, and yield of *Arachis hypogaea* L. (Peanut). *Agronomy*, 10(9), 1415. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10091415>
- Pérez, A. A., Pérez, M. A., Martínez, B., Rollhaiser, I. N., & Blengini, M. C. (2020). Selección de aislamientos de *Trichoderma* spp. *in vitro* como potenciales biofungicidas para el control de *Rhizoctonia solani* Kühn en la papa. *AgriScientia*, 37(2), 21–33. <https://doi.org/10.31047/1668.298X.V37.N2.29419>
- Raffa, C. M., & Chiampo, F. (2023). Bioremediation of agricultural soils polluted with pesticides: a review. *Bioengineering* 2021, 8(7), 92. <https://doi.org/10.3390/bioengineering8070092>
- Romero-Arenas, O., Amaro, J. L., Damián, M. A., Valencia de Ita, M. A., Rivera, A., & Huerta, M. (2017). Biopreparados de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México. *Información Técnica Económica Agraria*, 113(4), 313–324. <https://doi.org/10.12706/itea.2017.019>
- Sanz, S. A. (2011). *Prácticas de microbiología* (2ª ed.). Universidad de Rioja, <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/100835.pdf>
- Stracquadanio, C., Quiles, J. M., Meca, G., & Cacciola, S. O. (2020). Antifungal activity of bioactive metabolites produced by *Trichoderma asperellum* and *Trichoderma atroviride* in liquid medium. *Journal of Fungi*, 6(4), 263. <https://doi.org/10.3390/JOF6040263>
- Troya, C. & Vaca, L. (2014). *Protocolo para la reproducción de cepas nativas de Trichoderma spp. en laboratorios artesanales. Proyecto de innovación tecnológica participativa y productiva agrícola PITPPA*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca Ecuador. <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2016/01/MANUAL-labos-para-web.pdf>
- Wang, Z., Ma, L.-Y., Cao, J., Li, Y.-L., Ding, L.-N., Zhu, K.-M., Yang, Y.-H., & Tan, X.-L. (2019). Recent advances in mechanisms of plant defense to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1314. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01314>
- Zapata, N., Vargas, M., & Vera, F. (2012). Crecimiento y productividad de dos genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) según densidad poblacional establecidos en Ñuble, Chile. *Idesia (Arica)*, 30(3), 47–54. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292012000300006>