

Efecto de *Trichoderma* sp. sobre la morfología, incidencia de plagas y rendimiento agrícola en *Phaseolus vulgaris* L. cv. 'CUFIG-110'

Félix Tomás Espinosa Martín^{1,2*}, Arahis Cruz Limonte¹, Mayra Acosta-Suárez²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

²Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

RESUMEN

La utilización de bioproductos de origen microbiano en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una alternativa ante la falta de fertilizantes y plaguicidas. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación del bioproducto IBP-T45 (*Trichoderma* sp.) sobre variables morfológicas, la incidencia de plagas y el rendimiento agrícola en un ciclo de cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. cv. 'CUFIG-110'. La aplicación de IBP-T 45 se realizó a las semillas antes de la siembra y se utilizó, además, un control absoluto. A partir de los 25 días después de la siembra (dds) se midió la altura, se cuantificó el número de hojas por planta. También, se determinó la incidencia de plagas presentes en las plantas desde la germinación. Se estimó el rendimiento agrícola y se evaluaron sus componentes. La aplicación del bioproducto IBP-T45 en el tratamiento de semillas de frijol común cv. 'CUFIG-110' estimula el desarrollo foliar de las plantas, disminuye la incidencia de *Fusarium* spp. y contribuye al aumento del rendimiento agrícola.

Palabras clave: frijol común, *Fusarium* spp., IBP-T45

Effect of *Trichoderma* sp. on morphology, pest incidence and agricultural yield in *Phaseolus vulgaris* L. cultivar 'CUFIG-11'

ABSTRACT

The use of microbial bioproducts in the production of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an alternative to the lack of fertilizers and pesticides. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of the bioproduct IBP-T45 (*Trichoderma* sp.) on morphological variables, the incidence of pests and agricultural yield in a crop cycle of *Phaseolus vulgaris* L. cv. 'CUFIG-110'. The application of IBP-T 45 was carried out on the seeds before sowing and an absolute control was also used. From 25 days after sowing (das), the height was measured and the number of leaves per plant was quantified. Also, the incidence of pests present in the plants from germination was determined. The agricultural yield was estimated and its components were evaluated. The application of the bioproduct IBP-T45 in the treatment of seeds of common bean cv. 'CUFIG-110' stimulates leaf development in plants, reduces the incidence of *Fusarium* spp. and contributes to increased agricultural yield.

Keywords: common bean, *Fusarium* spp., IBP-T45

Editora:

Yelenys Alvarado-Capó
Instituto de
Biotecnología de las
Plantas, Universidad
Central Marta Abreu de
Las Villas.

*Correspondencia:

e-mail:
feemartin@uclv.cu

Recibido: 15-12-2021

Aceptado: 25-02-2022

Copyright:

Este es un artículo de
acceso abierto
distribuido bajo una
Licencia Creative
Commons Atribución-
NoComercial 4.0
Internacional (CC BY-NC
4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> Está permitido su uso, distribución o reproducción citando la fuente original y los autores.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se encuentra entre las especies de las leguminosas de grano para el consumo humano más importante del mundo (Peña *et al.*, 2015). Posee gran valor nutricional por ser una gran fuente de proteínas, vitaminas y minerales (De la Fé *et al.*, 2016).

La producción de este grano ante las afectaciones ocasionadas por el cambio climático requiere de la búsqueda de alternativas. En tal sentido, dedicar esfuerzos desde la investigación científica adquiere gran relevancia. Para el incremento de los rendimientos en Cuba se han realizado investigaciones previas sobre el empleo de cultivares de mejor respuesta morfofisiológica y productiva para cada región climática y condiciones edafoclimáticas (Martínez *et al.*, 2020).

El cultivar 'CUFIG-110' está registrado en el Listado de variedades comerciales de Cuba (MINAG, 2015). Es promisorio según su caracterización agronómica y cuenta con aceptación por los productores, pero aún es poco conocido (Lamz-Piedra *et al.*, 2021). Aunque se han informado rendimientos altos, estos dependen de las condiciones edáficas y climáticas de la época de siembra y es susceptible a plagas comunes que afectan el cultivo (Martínez *et al.*, 2019a).

El potencial de rendimiento del cultivo en el país es de 1.4 t ha^{-1} , sin embargo, los valores reales oscilan entre 1.04 y 1.19 t ha^{-1} (ONEI, 2018) y pueden ser más bajos, lo cual atenta contra la satisfacción de la demanda nacional (Lamz-Piedra *et al.*, 2021). Diferentes factores, tales como los climáticos, la presencia de plagas y enfermedades, la mala calidad de la semilla, el deterioro de los suelos y la limitada disponibilidad de fertilizantes y plaguicidas para poder enfrentar la siembra en las diferentes campañas inciden en estos resultados (Pacheco *et al.*, 2016). Por ello, se requiere de la búsqueda e implementación de alternativas que permitan desarrollar un manejo más sostenible y menos agresivo con el medio ambiente.

La utilización de bioproductos puede contribuir a solucionar esta problemática. Poseen mecanismos de acción que aumentan la resistencia de las plantas a organismos patógenos, reducen el contenido de residuos químicos en los alimentos producidos y ofrecen una mayor seguridad para los productores (Syed *et al.*, 2018).

Entre los bioproductos utilizados en el cultivo de frijol se encuentran aquellos con efecto tanto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas como en su respuesta a la incidencia de plagas y enfermedades. Por ejemplo, diferentes estudios refieren resultados positivos con la aplicación de bioproductos a base de cepas de *Trichoderma* spp. Las especies de *Trichoderma* tienen varias características que favorecen su supervivencia en el suelo, así como también las hace ventajosas como agentes de biocontrol (Geraldine *et al.*, 2013; Troian *et al.*, 2014; Hicks *et al.*, 2014).

La colonización del sistema radical por *Trichoderma* spp. es una premisa básica para la protección de las plantas y la prevención del ataque de nematodos y hongos causantes de pudriciones (Contreras-Cornejo *et al.*, 2016). Por otra parte, la promoción del crecimiento en la planta por *Trichoderma* spp. ha sido descrita en este cultivo, aumenta los diferentes parámetros agroproductivos y tiene un

impacto directo en el aspecto económico (Calero-Hurtado *et al.*, 2017; Guardado-Torres *et al.*, 2018; González-Marquetti *et al.*, 2019).

En la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, el Instituto de Biotecnología de las Plantas se encuentra enfrascado de conjunto con otras instituciones en el desarrollo de bioproductos a partir de cepas de *Trichoderma* spp., las que deben ser evaluadas mediante su utilización en diferentes cultivos, para lograr su inserción como parte de un paquete tecnológico, que contribuye a disminuir paulatinamente la utilización de productos agroquímicos en la agricultura. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación del bioproducto IBP-T45 (*Trichoderma* sp.) en fase experimental, sobre variables morfológicas, la incidencia de plagas y el rendimiento agrícola en un ciclo de cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. cv. ‘CUFIG-110’.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la finca “La Margarita” perteneciente a la CCS Juan Verdecia del municipio Camajuaní, Villa Clara y en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas en Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Material vegetal

Semillas de frijol común cv. ‘CUFIG-110’, de testa de color rojo, hábito de crecimiento II (indeterminado erecto), ciclo de cosecha de 85 días y un rendimiento potencial de 2.9 t ha⁻¹ (Martínez *et al.*, 2019 b). La semilla se obtiene en la finca como parte de una estrategia de diversificación del cultivo.

Bioproductos

Para los experimentos se empleó el bioproducto IBP-T45 en fase experimental, constituido por conidios de la cepa *Trichoderma* sp. CCIBP-T45 obtenidos a escala de laboratorio en placas Petri con medio de cultivo Sabouraud glucosa.

Condiciones de cultivo

El experimento se llevó a cabo sobre un suelo pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2015), con un pH ligeramente ácido de 6.06 – 6.50. Las labores de preparación de suelo fueron con tracción animal mediante laboreo mínimo. La siembra se efectuó en la época tardía (Quintero, 2000), de forma manual a una distancia de 0.50 m x 0.05 m con un tape de la semilla entre 3 y 6 cm. Las atenciones culturales se desarrollaron según lo establecido en la guía técnica para el cultivo del frijol en Cuba (Faure *et al.*, 2013). La cosecha se realizó de forma manual cuando las plantas alcanzaron su madurez de cosecha.

Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental Zade con cinco tratamientos y cuatro réplicas. Las parcelas tenían una longitud de 46 m de largo y 2 m de ancho, con un área de 92 m² y cuatro surcos cada una.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1: control (sin aplicación).

Tratamiento 2: aplicación del bioproducto IBP-T45 a la semilla.

Para aplicar el bioproducto IBP-T45 a la semilla de frijol el frasco que contiene 0.05 g de conidios de la cepa *Trichoderma* sp. CCIBP-T45 se mezcló en un litro de agua limpia y se agitó. Transcurridos 15 min se agregó 1 kg de semillas de frijol y se mantuvo en inmersión por 20 min. Posteriormente, se dejaron secar al aire hasta el momento de la siembra.

Efecto sobre las características morfológicas de plantas de frijol común

En cada tratamiento se establecieron cinco puntos de muestreo dispuestos en forma de diagonal en la parte central de la parcela. Se realizaron tres evaluaciones en diferentes días después de la siembra (dds) y en cada una se seleccionaron cuatro plantas al azar (20 por tratamiento) alrededor de los puntos de muestreo. Se evaluaron las variables altura de las plantas (cm) y número de hojas por planta (U), en las etapas V4 (25 dds), R6 (40 dds) y R8 (55 dds).

Efecto sobre la incidencia de plagas en plantas de frijol común

Para determinar la incidencia de plagas se realizaron muestreos una vez por semana después de la emergencia de las plantas. Para ello se utilizó el método de las diagonales según CNSV (2005) y se evaluaron 20 plantas por tratamiento.

Las plantas con síntomas de enfermedades se colectaron completas y trasladaron en bolsas de papel hasta el Laboratorio de Microbiología del IBP, donde se identificaron los agentes patógenos presentes mediante técnicas convencionales.

Se determinó la distribución de las plagas según la fórmula de CNSV (2005):

Distribución (% D)

$$\% D = \frac{n}{N} * 100$$

Donde: n – Total de plantas afectadas, N – Total de plantas muestreadas

Efecto sobre el rendimiento agrícola y sus componentes en plantas de frijol común

Para evaluar los componentes del rendimiento agrícola, se tomaron 60 plantas en cada tratamiento y se cuantificó el número de legumbres por planta, el número de semillas por legumbre y el número de semillas por planta. También, se determinó la masa seca de semillas por planta (g) y la masa de 100 semillas (g). Estas se tomaron después de tres días de secado con una humedad inferior al 15% y se pesaron con una balanza (marca ELECTRONICS, modelo XY 600 1B). Además, se estimó el rendimiento agrícola y se expresó en t ha⁻¹.

Procesamiento estadístico de los datos

El procesamiento estadístico de los datos de las variables evaluadas se realizó con el paquete estadístico *Statistic Package for Social Science* (SPSS) versión 22.0 para Windows. Después de comprobar que no había homogeneidad de

varianza ni normalidad, los datos se procesaron mediante una prueba no paramétrica para $p \leq 0.05$.

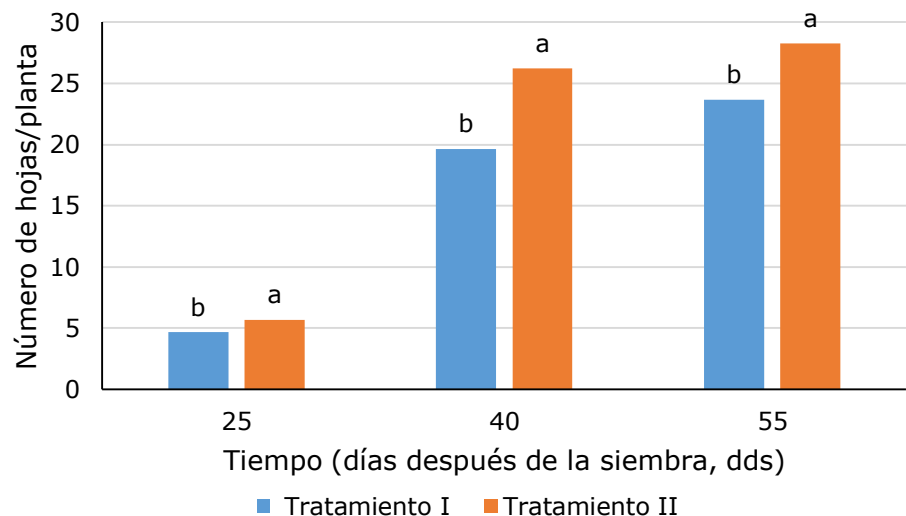
RESULTADOS

Efecto sobre las características morfológicas de plantas de frijol común

En la variable altura de las plantas no se observaron diferencias significativas cuando se aplicó IBP-T45 en ninguna de las tres etapas evaluadas.

Con respecto a la variable número de hojas por planta desde los 25 dds donde se aplicó el bioproducto (Tratamiento II) los valores fueron significativamente superiores al tratamiento control (Figura 1). Se mantuvieron en ascenso durante los siguientes 15 días hasta los 40 dds (Figura 4), donde nuevamente, el número de hojas por planta se incrementó en un 25% con la aplicación de IBP-T45.

A los 55 dds los tratamientos mostraron más de 22 hojas por planta como promedio, y al igual que en los 25 dds y 40 dds, el tratamiento con IBP-T45 aumentó los valores de esta variable, en este caso en 16% con respecto al control.



Letras diferentes sobre barras de cada tiempo de evaluación indican diferencias significativas según la prueba U de Mann Whitney para $p < 0.05$. $n=20$

Figura 1. Número de hojas por planta en *Phaseolus vulgaris* cv. 'CUFIG-110' Tratamiento I: control, tratamiento II: aplicación de bioproducto IBP-T45 a la semilla.

Efecto sobre la incidencia de plagas en plantas de frijol común

La enfermedad que tuvo más incidencia en el ensayo fue la marchitez por *Fusarium* causada por *Fusarium* spp. (Figura 2). El tratamiento control mostró mayores afectaciones provocadas por este hongo patógeno a partir de los 28 dds y hasta los 42 dds (Figura 3). A los 49 dds ambos tratamientos tuvieron la misma incidencia de la enfermedad. Sin embargo, a los 56 dds, donde se utilizó el

bioproducto no se encontraron plantas afectadas por *Fusarium* spp., y se disminuyó su incidencia en un 35% con respecto al control, lo que representa un resultado positivo ya que, coincidió con la etapa de llenado de las legumbres (R8).

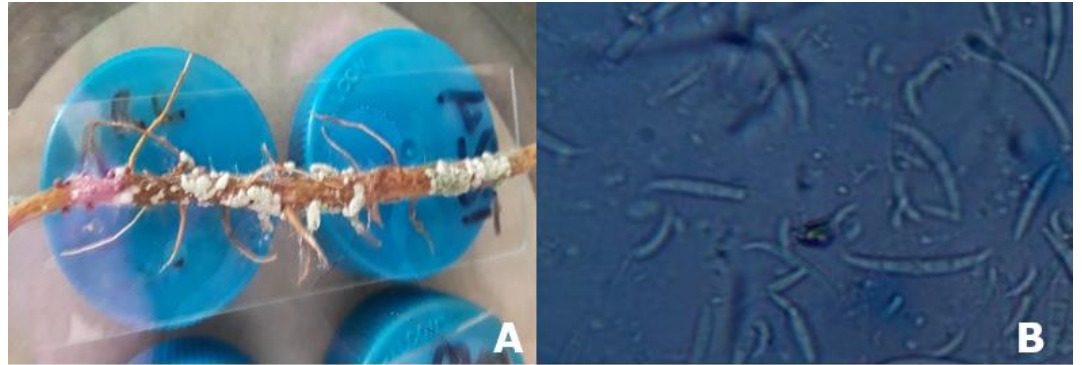


Figura 2. Raíz de una planta de *Phaseolus vulgaris* cv. 'CUFIG-110' afectada por *Fusarium* spp. y colonizada por *Trichoderma* sp. (A) y observación microscópica de conidios de *Fusarium* spp. (B).

También se encontraron plantas afectadas con *Sclerotium* spp. y nematodos, pero no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que no se logró una disminución de la incidencia de dichas plagas al inocularse las semillas con el bioproducto IBP-T45, en ninguna de las etapas evaluadas.

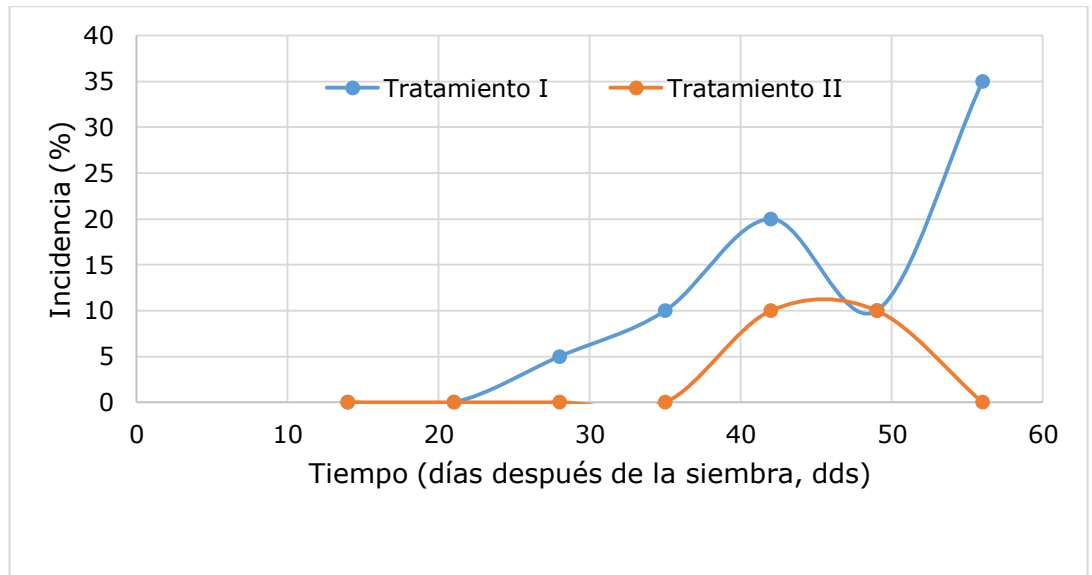


Figura 3. Incidencia de *Fusarium* spp. en plantas de *Phaseolus vulgaris* cv. 'CUFIG-110'. Tratamiento I: control, tratamiento II: aplicación de bioproducto IBP-T45 a la semilla.

Efecto del bioproducto IBP-T45 sobre el rendimiento agrícola y sus componentes en plantas de frijol común

La aplicación del bioproducto IBP-T45 tuvo efecto sobre los componentes del rendimiento (Tabla 1). La masa seca de las semillas y la masa de 100 semillas no difirieron entre los tratamientos. Solamente las variables número de legumbres por planta y número de semillas por planta mostraron diferencias significativas donde se aplicó el bioproducto IBP-T45 (Tratamiento II) con respecto al control.

En cuanto al estimado del rendimiento agrícola, también, el tratamiento con IBP-T45 fue significativamente superior al control (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de bioproducto IBP-T45 (*Trichoderma* sp.) sobre el rendimiento agrícola y sus componentes en *Phaseolus vulgaris* cv. 'CUFIG-110'.

Tratamiento	Número de legumbres por planta	Número de semillas por planta	Rendimiento (t ha ⁻¹)
I	8.70 b	40.75 b	1.79 b
II	9.65 a	45.5 a	1.88 a

Letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba U de Mann Whitney para $p < 0.05$. Tratamiento I: control, tratamiento II: aplicación de bioproducto IBP-T45 a la semilla. n=60

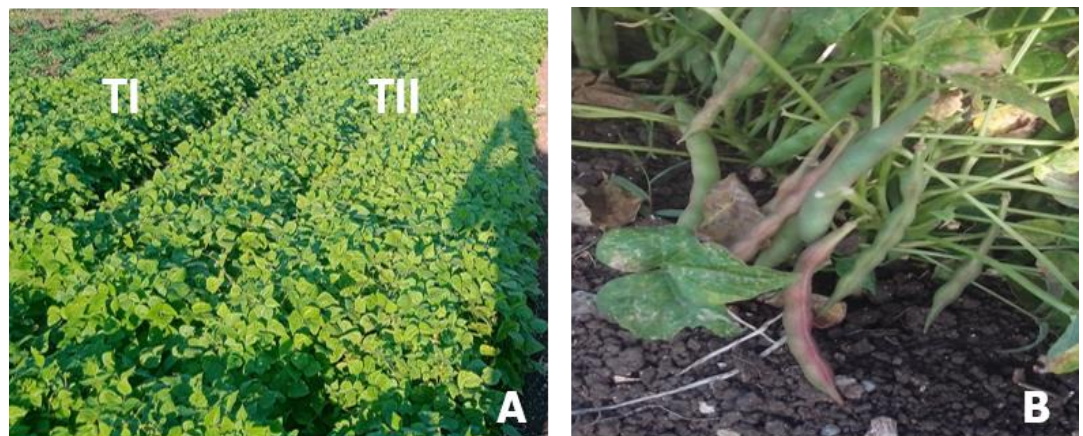


Figura 4. Plantas de *Phaseolus vulgaris* cv. 'CUFIG-110' a los 40 dds (A) y plantas con legumbres a los 55 dds (B). Tratamiento I: control, tratamiento II: aplicación de bioproducto IBP-T45 a la semilla.

DISCUSIÓN

El aumento del número de hojas por planta en plantas de frijol común cv. 'CUFIG-110' con la utilización de *Trichoderma* sp. pudiera estar relacionado con interacción de diversos mecanismos que ha desarrollado este hongo para lograr una mayor adaptabilidad a diferentes ambientes. En este sentido, autores como Nieto-Jacobo *et al.* (2017) estudiaron las características de diferentes cepas de *Trichoderma* sp., con respecto a la producción de una serie de compuestos, que actúan como reguladores del crecimiento de las plantas, y contribuyen a la producción de sistemas radicales más extensos y desarrollados, que aumentan

significativamente el área foliar. Estos microorganismos son capaces de secretar determinados compuestos reguladores del crecimiento, así como diferentes ácidos orgánicos que disminuyen el pH del suelo, además, poseen la capacidad de solubilizar los fosfatos y otros nutrientes (Singh *et al.*, 2016; Youssef *et al.*, 2016). Por su parte, Hoyos-Carvajal *et al.* (2015) aplicando diferentes aislados de *Trichoderma* al frijol, comprobaron su influencia sobre la solubilización de diferentes micro y macroelementos, lo que aumentó la absorción de estos por las plantas e influyó sobre sus características morfológicas.

Por otro lado, al igual que lo constatado en este trabajo, Martínez *et al.* (2021) en estudios realizados en otro cultivar con similar hábito de crecimiento y tiempo de cosecha que los del cv. 'CUFIG-110', apreciaron que el desarrollo del follaje de las plantas está determinado por las diferentes fases fenológicas del cultivo, así mismo, a partir de la etapa de floración (R6) los valores de esta variable experimentan un descenso en cuanto al ritmo diario de emisión de hojas, hasta llegar a la etapa de llenado de las legumbres (R8), donde comienza la senescencia de las mismas.

En el presente estudio se evaluó la capacidad del bioproducto IBP-T45 formulado a base de *Trichoderma* sp. sobre la incidencia de plagas presentes en plantas de frijol en su ciclo de cultivo y se comprobó su efecto sobre la aparición de *Fusarium* spp. Se conoce que *Trichoderma* spp. ha sido utilizado durante mucho tiempo como un agente de control biológico para hongos patógenos, debido a su excelente capacidad de colonización de las raíces de las plantas y producción de metabolitos antifúngicos (Ali *et al.*, 2020).

La disminución de la incidencia de *Fusarium* spp. en las plantas de frijol a partir de los 28 dds donde se aplicó el bioproducto IBP-T45 pudo estar asociada a mecanismos de inducción de la resistencia a enfermedades por parte de *Trichoderma* spp. En este sentido, Geraldine *et al.* (2013) manifestaron que las plantaciones de frijol común son altamente beneficiadas por el biocontrol de enfermedades a través del uso de *Trichoderma* spp. como método para proteger las raíces contra hongos fitopatógenos como *Fusarium* spp. Además, plantearon que se puede mejorar los niveles de control ya obtenidos mediante el empleo de otros antagonistas que produzcan enzimas que degradan la pared celular de estos hongos fitopatógenos. Dentro de los compuestos producidos por *Trichoderma* spp., se encuentran metabolitos como la 6-pentil-pirona (6PP), que es responsable de la pigmentación amarilla en algunas especies, que inhibe el crecimiento de hongos patógenos como *Fusarium oxysporum* (Hermosa *et al.*, 2013). Este mecanismo es común de esta especie y reviste una gran importancia para lograr la disminución de la incidencia de enfermedades fúngicas (Gomes *et al.*, 2015) mediante el desencadenamiento de una serie de cambios morfológicos y bioquímicos en la planta, se conduce a la activación de sus mecanismos de defensa frente a diversos hongos fitopatógenos entre los que se encuentra *Fusarium* spp.

El bioproducto IBP-T45 tuvo también un efecto positivo sobre el número de legumbres y semillas por planta, lo que se tradujo en un aumento del rendimiento agrícola con respecto al control. En relación con este aspecto, Calero-Hurtado *et al.* (2017) tuvieron un aumento significativo, con valores de más de 14 legumbres por planta al aplicar *Trichoderma harzianum* cepa A-34 al frijol común cv. 'Velazco

largo', esto trajo consigo, que el rendimiento también fuera superior cuando utilizaron este bioproducto.

Los resultados constituyen un punto de partida para la utilización de bioproductos de origen microbiano en frijol común cv. 'CUFIG-110'. Se pudo apreciar que los rendimientos estimados fueron superiores a los que se alcanzan en Cuba, en las últimas campañas, bajo otras condiciones. Adicionalmente, según lo planteado por Martínez *et al.* (2019b) el cv. 'CUFIG-110', cuando se sembró en la misma época y tipo de suelo que las descritas en el presente trabajo, alcanzó valores de rendimiento promedio de 1.76 t ha⁻¹, lo cual coincide con los resultados del tratamiento control. Dichos autores no refieren haber aplicado bioproductos durante el ciclo del cultivo. De esta manera, el empleo del bioproducto evaluado en este estudio podría contribuir al incremento en la producción del cv. 'CUFIG-110' que demostró una buena adaptabilidad en una época poco lluviosa del año, a pesar de la incidencia de plagas presentes durante las diferentes fases fenológicas.

CONCLUSIONES

La aplicación del bioproducto IBP-T45 en el tratamiento de semillas de frijol común cv. 'CUFIG-110' estimula el desarrollo foliar de las plantas, disminuye la incidencia de *Fusarium* spp. y contribuye al aumento del rendimiento agrícola.

REFERENCIAS

Ali A, Javaid A, Shaouib A, Khan I (2020) Effect of soil amendment with *Chenopodium album* dry biomass and two *Trichoderma* species of growth chickpea var. Noor 2009 in *Sclerotium rolfsii* contaminated soil. Egyptian Journal of Biological Pest Control 30(1): 1-9

Calero-Hurtado A, Rodríguez E, Díaz Y (2017) Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Agrotecnia de Cuba 41(1): 17-24

CNSV (2005) Resumen ampliado de Metodología de Señalización y Pronóstico. Laboratorio Provincial de sanidad Vegetal, Santa Clara

Contreras-Cornejo XA, Macías-Rodríguez L, del-Val E, Larsen J (2016) Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: Interactions with plants. FEMS Microbiol Ecol 92: 1-17; doi: 10.1093/femsec/fiw036

De la Fé CF, Lams A, Cárdenas RM, Hernández J (2016) Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de reciente introducción en Cuba. Cultivos Tropicales 37(2): 102-107

Faure B, Benítez R, León N, Chaveco O, Rodríguez O (2013) Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, La Habana

Geraldine A, Cardoso FA, Costa DD, Tadeu E, Rodríguez AR, Silva R, Ulhoa C, Lobo M (2013) Cell Wall-degrading enzymes and parasitism of sclerotia are key

factors on field biocontrol of white mold by *Trichoderma* spp. Biological Control 67(3): 308-316

Gomes EV, Costa MN, Azevedo RR, Paula RG, Silva FL, Noronha EF, Ulhoa CJ, Monteiro VN, Cardoza REL, Gutierrez S, Silva RN (2015) The Cerato-Platanin protein Epl-1 from *Trichoderma harzianum* is involved in mycoparasitism, plant resistance induction and self-cell wall protection. Scientific Reports 5(1): 17998

González-Marquetti I, Infante-Martínez D, Arias-Vargas Y, Gorrita-Ramírez S, Hernández-García T, de la Noval-Pons BM, Peteira B (2019) Efecto de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg sobre indicadores de crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar BAT-304. Revista de Protección Vegetal 34(2): 1-10

Guardado-Torres YM, Ramírez-Segovia DA, Rivas-Flores AW (2018) Control biológico del añublo sureño (*Sclerotium rolfsii* L.) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con *Trichoderma harzianum* R. y tres biopreparados como enmienda al suelo y tratamiento a la semilla. Agrociencia II(9): 5-11

Hermosa R, Rubio M, Cardoza R, Nicolás C, Monte E, Gutiérrez S (2013) The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense. International Microbiology 16(2): 69-80

Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero N (2015) Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana

Hicks E, Bienkowski D, Braithwaite M, Mclean K, Falloon R, Stewart A (2014) *Trichoderma* strains suppress *Rhizoctonia* diseases and promote growth of potato. Phytopatology Mediterranean 53(3): 502-514

Hoyos-Carvajal L, Cardona A, Osorio W, Orduz S (2015) Efecto de diversos aislamientos de *Trichoderma* spp. en la absorción de nutrientes en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos tipos de suelo. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 9(2): 268-278

Lamz-Piedra A, Leyva RM, Ortiz R, Cárdenas R, Gil VD (2021) 'Odile' nuevo cultivar de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), rendimiento, adaptabilidad entre épocas y aceptabilidad campesina. Cultivos Tropicales 42(3): e09

Martínez SJ, Gil VD, Colás A (2019 b) Regionalización de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Villa Clara. Editorial Feijóo, Santa Clara; ISBN: 978- 959-312-402-7

Martínez SJ, Valdés G, Cárdenas M, García O, Colás A (2019 a) Respuesta morfofisiológica de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en dos tipos de suelo. Centro Agrícola 46(2): 46-57

Martínez SJ, Gil VD, Rodríguez G, Quintero E, Colás A (2020) Regionalización de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia de Villa Clara. Centro Agrícola 47(4): 5-11

Martínez SJ, Gil VD, Díaz M, Rodríguez G, Poveda I, Díaz L, Cardeñas M, Marrero A, Hernández I, Torres S (2021) Efecto del bioproducto CBQ-AgroG sobre la respuesta morfosiológica y agronómica del frijol común cultivar 'CIAP-7247'. *Biotecnología Vegetal* 21(3): 158-167

MINAG (2015) Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central de Cuba. Proyecto Agrocadenas, MINAG, La Habana

Nieto-Jacobo M, Steyaert J, Salazar-Badillo F, Nguyen D, Rostás M, Braithwaite M, De Souza J, Jiménez-Bremont J, Ohkura M, Stewart A, Mendoza-Mendoza A (2017) Environmental growth conditions of *Trichoderma* spp. affects indole acid derivatives, volatile organic compounds, and plant growth promotion. *Frontiers in Plant Science* 8: 102; doi: 10.3389/fpls.2017.00102

ONEI (2018) Anuario Estadístico de Cuba, La Habana

Pacheco M, Hernández A, Alonso M, Puldón V, Arap R, Martínez SJ (2016) La cadena de valor del frijol común en Cuba. Proyecto AGROcadenas, La Habana

Peña K, Rodríguez JC, Santana M (2015) Comportamiento productivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activo molecularmente. *Avances* 17(4): 327-337

Singh V, Upadhyay R, Sarma B, Singh H (2016) *Trichoderma asperellum* spore dose depended modulation of plant growth in vegetable crops. *Microbiological Research* 193: 74-86

Syed AR, Singh E, Pieterse CMJ, Schenk PM (2018) Emerging microbial biocontrol strategies for plant pathogens. *Plant Sci* 267: 102-111; doi: 10.1016/j.plantsci.2017.11.012

Troian RF, Steindorff AS, Ramada MAS, Arruda W, Ulhoa CJ (2014) Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* against *Sclerotinia sclerotiorum*: evaluation of antagonism and expression of cell wall-degrading enzymes genes. *Biotechnology Letters* 36: 2095-2101

Quintero E (2000) Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. Facultad de Ciencias agropecuarias, UCLV, Santa Clara

Youssef S, Tartoura K, Abdelraouf G (2016) Evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Serratia proteamaculans* effect on disease suppression, stimulation of ROS-scavenging enzymes and improving tomato growth infected by *Rhizoctonia solani*. *Biological Control* 100: 79-86

Financiamiento: Este trabajo fue en parte financiado a través del proyecto: Alternativas para la nutrición y protección fitosanitaria de cultivos agrícolas mediante el uso de bioproductos de origen microbiano (Código: P131LH001316) financiado por el Programa Nacional Producción de Alimento humano (Cuba). Los financistas no tuvieron participación en el diseño del estudio, la colecta y análisis de los datos. La decisión de publicar o la preparación del manuscrito fueron de las instituciones participantes y el colectivo de autores del proyecto.

Conflicto de interés: Los autores no declaran conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización FTEM, ACL, Investigación FTEM, MAS, Metodología FTEM, ACL, MAS, Recursos FTEM, Supervisión ACL, Escritura: primera redacción FTEM, Escritura: revisión y edición FTEM, ACL, MAS.

Disponibilidad de datos: Los datos del estudio se presentan en el artículo. Para otras consultas dirigirse al autor para correspondencia.

Félix Tomás Espinosa Martín, <https://orcid.org/0009-0003-1143-607X>

Arahis Cruz Limonte, <https://orcid.org/0000-0003-4058-8980>

Mayra Acosta-Suárez, <https://orcid.org/0000-0002-1256-5688>

Cómo citar:

Espinosa Martín FT, Cruz Limonte A, Acosta-Suárez M (2022) Efecto de *Trichoderma* sp. sobre la morfología, incidencia de plagas y rendimiento agrícola en *Phaseolus vulgaris* L. cv. 'CUFIG-110'. Biotecnología Vegetal 22: 220312