



Respuesta morfofisiológica de la raíz del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad SFL 11 en fase de semillero a la aplicación de cepa nativa de *Trichoderma* sp. y lixiviado de vermicompost bovino

Morphophysiological response of the rice root (*Oryza sativa* L.) variety SFL 11 in the seedbed phase to the application of the native strain of *Trichoderma* sp. and leached from bovine vermicompost

Autores: Jorge Antonio Chávez Vergara¹
Antonio Torres García²
Edixon Agustín Espinoza Vera³
Diego Efrén Zambrano Pazmiño⁴

Dirección para correspondencia: jchfm@hotmail.com

Recibido: 09-11-2019

Aceptado: 10-05-2020

Resumen

Ecuador ocupa el lugar 26 a nivel mundial en la producción de arroz con un consumo per cápita de 48 kilogramos anuales. En el país, Manabí es la tercera provincia, con 8 710 hectáreas sembradas y rendimiento promedio de 5,58 tha⁻¹. El sistema radicular constituye la primera línea de defensa de las plantas, indispensable para la productividad de los cultivos. En la rizosfera se encuentran microorganismos benéficos, uno de ellos es el hongo *Trichoderma*, cosmopolita en suelos gracias a su gran plasticidad ecológica y caracterizado, entre otras funciones, por su efecto estimulador en el crecimiento vegetal al colonizar raíces aumentando los pelos radiculares y la extensión en profundidad de enraizamiento. Por otra parte, los bioestimulantes a base de sustancias húmicas promocionan el crecimiento radicular. El experimento se

¹ Graduado de la Maestría en Agronomía, mención Producción Agrícola Sostenible, Instituto de Posgrado, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Manabí. Ecuador.

² Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

³ Ministerio de Agricultura y Ganadería. Manabí Ecuador.

⁴ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador.

realizó para evaluar si hay inducción a repuestas morfofisiológicas en las raíces por una cepa nativa de *Trichoderma* sp. y el lixiviado de vermicompost bovino en el arroz (*Oryza sativa* L.) variedad SFL 11 en fase de semillero. La investigación se condujo en diseño de bloques completamente al azar con 8 tratamientos, seis con *Trichoderma* sp., uno con lixiviado de vermicompost bovino y el testigo con agua y se realizó en la parroquia Charapotó del cantón Sucre en la provincia de Manabí. A los 25 días después de la siembra fue determinado a las raíces la longitud (cm), volumen (mL) y masa seca (g) a un total de 20 plantas de las cuatro réplicas del experimento y los resultados sometidos a análisis de varianza simple y las medias comparadas mediante prueba de Duncan al 5%. El análisis estadístico demostró efecto benéfico significativo de los bioestimulantes *Trichoderma* sp., y el lixiviado de vermicompost bovino en la longitud y el volumen radicular, mientras que la biomasa seca demostró diferencias numéricas en crecimiento de las plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad SFL 11 en fase de semillero en comparación al tratamiento testigo.

Palabras clave: Microorganismos benéficos; *Trichoderma*; bioestimulantes; rizósfera.

Abstract

Ecuador occupies the 26th place worldwide in the production of rice with a per capita consumption of 48 kilograms per year. In the country, Manabí is the third province, with 8 710 hectares planted and an average of 5.58 tha⁻¹. The root system constitutes the first line of defense of the plants, necessary for the productivity of the crops. In the rhizosphere are specifically functional microorganisms, one of them is the fungus *Trichoderma*, cosmopolitan in soils thanks to its great ecological plasticity and characterized, among other functions, by its stimulating effect on plant growth by colonizing roots, increasing the root hairs and extension in depth of rooting. On the other hand, biostimulants based on vermicompost leachate promotes root growth. The experiment was carried out to evaluate if there is induction to morphophysiological responses in the roots by a native strain of *Trichoderma* sp. and the leaching of bovine vermicompost in rice (*Oryza sativa* L) variety SFL 11 in the seedling stage. The investigation was conducted in completely randomized block design with 8 treatments, six with *Trichoderma* sp., one with leachate of bovine vermicompost and the control with water and was carried out in the Charapoto parish of the Sucre canton in the province of Manabí. At 25 days after sowing the length (cm), volume (mL) and dry mass (g) were determined to the roots at a total of 20 plants of the four replicates of the experiment and the results subjected to simple variance analysis and the means compared by 5% Duncan test. Statistical analysis showed a significant

beneficial effect of *Trichoderma* sp. Biostimulants, and leaching of bovine vermicompost in root length and volume, while dry biomass showed numerical differences in the growth of rice plants (*Oryza sativa* L) variety SFL 11 in the seedbed compared to the control treatment

Keywords: Beneficial microorganisms; *Trichoderma*; biostimulants; rhizospher.

Introducción

En la rizósfera se encuentran microorganismos específicamente funcionales, como fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores de crecimiento vegetal, biocontroladores y especies patogénicas (Cano 2011). Las raíces de plantas suministran sustancias que estimulan el crecimiento y reproducción de microorganismos, destacan los géneros de hongos *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* y *Trichoderma* como los más importantes asociados a raíces de plantas (Delgado 2015).

En relación a *Trichoderma*, es conocida la habilidad hongo para incrementar el sistema radicular, en cuanto a profundidad y masa de raíces y puede ser inoculado directamente al suelo en semilleros o campo abierto, pero las bondades dependen más de las cepas, que de la especie, pues pueden presentar diferencias en sus modos de acción, aun perteneciendo a una misma especie, aspecto que repercute en la eficacia y perdurabilidad de los aislamientos seleccionados cuando son llevados a condiciones de campo (Martínez, Infante y Reyes, 2013). Es de observar que no se posee establecida una frecuencia de aplicación de *Trichoderma* que estimule de manera eficiente el desarrollo del sistema radicular (Bravo, Ronquillo, Martínez y Quezada; 2016) y en Ecuador el uso de *Trichoderma* sp. no ha tenido éxito y el uso de microorganismos se ha descartado, no porque estos no sirvan, sino por una mala decisión en la elección de aplicación de microorganismos nativos. (Falconí, 2012).

Las sustancias húmicas son una mezcla de sustancias heterogéneas, originalmente categorizadas de acuerdo a su peso molecular y solubilidad en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos (García 2017); estas sustancias húmicas tienen acción bioestimulante destacando la relación entre las propiedades químicas de la materia humificada y su bioactividad con referencia específica a la promoción del crecimiento de raíces laterales (Canellas, Olivares, Aguiar, Jones, Nebbioso, Mazzei y Piccolo; 2015) y la biomasa del sistema radicular (Torres, Ardisana, Del Valle, Cue, Téllez y Peñarrieta; 2015,2017). Las sustancias húmicas del lixiviado de vermicompost, proporcionan un nicho adecuado en el suelo para el desarrollo microbiano, además de tener un alto potencial para aumentar la producción vegetal por la cantidad en su composición de elementos minerales, hormonas vegetales y aminoácidos incluso en condiciones ambientales desfavorables (Calderín, Guridi y Louro, 2014).

En el cultivo de arroz por trasplante es importante que el sistema radicular de plántulas sea vigoroso, para que soporte mejor el estrés post trasplante y posea una mayor capacidad de exploración de suelos lo que permitirá realizar mayor absorción de agua y nutrientes y la síntesis de sustancias orgánicas como vitaminas y fitohormonas. Sin embargo, el crecimiento de raíces en semillero de arroz es uno de los principales problemas en el manejo agronómico del cultivo

Si tenemos presente que el aislamiento de *Trichoderma* sp. es relativamente fácil con métodos convencionales al igual que su propagación en diferentes sustratos y en razón que la lombricultura puede ser una buena alternativa para el reciclaje de residuos urbanos y contribuir de manera efectiva al saneamiento ambiental (Suquilanda 2017), y como la mayoría de sustancias húmicas utilizadas en la agricultura se derivan actualmente de recursos no renovables como carbón y turba, la promoción de nueva tecnología requiere el desarrollo de productos húmicos orientados hacia la generación de tecnologías alternativas de producción sostenibles (Canellas et al. 2015). Con base a lo anterior el objetivo de la presente investigación fue evaluar las repuestas morfofisiológicas que promueve una cepa nativa de *Trichoderma* sp. y el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en la raíz del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad SFL 11 en fase de semillero.

Metodología

La investigación se realizó en el sitio Puerto Cañitas, localizado en la parroquia Charapotó, del cantón Sucre, provincia de Manabí, ubicado en las coordenadas: 557029, 9904620 UTM, a una altitud de 3 msnm, temperatura media anual de 25.5 °C; precipitación media aproximada de 347 milímetros; suelos de textura franco arcillosa, pH 7.30 y contenido de materia orgánica 3.26% (Merlo 2012).

La cepa nativa utilizada fue aislada en suelo de la parroquia Membrillo, cantón Bolívar, provincia de Manabí, con clase textural franco (48 % de arena, 40 % de limo y 12 % de arcilla) con pH de 6,6.

La reproducción del hongo se realizó en fundas de celulosa conteniendo 200 gramos de arrocillo pre cocido el cual fue lavado y esterilizado en autoclave a 121 °C y 15 psi por 15 minutos; una vez enfriado el arrocillo, en la cámara de siembra previamente desinfectada, se procedió a la siembra por parche con la ayuda del bisturí (flameado y enfriado) se cortó un cuadrado de 0.5 x 0.5 cm del medio de cultivo con la cepa de *Trichoderma* sp. y se colocó el arrocillo dentro de la funda, la cual fue sellada (no herméticamente) y se llevó al cuarto de incubación. Cuando se observó el crecimiento sano, consistente y olor agradable (a los 15 días) se procedió a cosechar, a través del lavado del material utilizando agua destilada; una vez cernido y extraído, se hicieron las diluciones seriadas hasta 1×10^{-8} UFC/mL contando las esporas en cámara de Neubauer a través de microscopio y la preparación de la solución se hizo en el laboratorio de Biología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí-ESPAM.

Se utilizó el producto cosechado en lechos pertenecientes a la Asociación Agrícola Paraíso de los Ceibos, ubicados en Cañita, parroquia Charapotó, cantón Sucre, provincia de Manabí.

En el desarrollo de la investigación se utilizaron 20 kilogramos de semilla de arroz variedad SFL 11. Para los tratamientos con *Trichoderma*, la semilla previa a la siembra fue sometida a imbibición en agua durante 24 horas; luego puesta al ambiente por 48 horas, cubriéndola totalmente con lona para su pre germinación. La semilla para el tratamiento de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino fue sometida a imbibición en dicha disolución, también por un periodo de 24 horas antes de la siembra.

El área para el semillero se preparó mediante fangueo utilizando el motocultor, fue nivelado para el adecuado manejo del agua y la siembra de la semilla pre germinada se realizó manualmente al voleo.

Para el control de insectos-plaga se hizo una aplicación con profenofos en dosis de 1.25 cc/Litro de agua.

La fertilización química fue a base de urea al 46% utilizando el método al voleo que es el empleado por el agricultor.

Se utilizaron 8 tratamientos, seis con *Trichoderma* sp. en dosis de 2, 4 y 6 mL de (1×10^{-8} UFC mL⁻¹) por litro de agua aplicados a los 5 y 15 después de la siembra. El tratamiento de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (LVCB) en dilución 1:10 V/V para lo cual se preparó un litro de dilución final. La imbibición de las semillas en agua y en el LVCB se realizó durante 24 horas. Como tratamiento testigo se empleó el agua.

Las variables longitud, volumen y masa seca de raíces fueron determinadas a los 25 días después de la siembra a 5 plantas de cada tratamiento. La longitud de raíces se registró por medio de un calibrador (micrómetro), el volumen de raíces se determinó mediante el método de la probeta y la utilizada fue una probeta aforada a 10 mililitros y la biomasa de raíces fue determinada después de secada en estufa a 80°C por 24 horas.

Los datos obtenidos para cada una de las variables fueron analizados mediante análisis de varianza simple con el programa Stargrhpic Centurion XV.2 y la separación de medias a través del test de Duncan al 5% de probabilidades.

Resultados

Longitud de raíz

En la figura se muestra que los bioestimulantes *Trichoderma spp.* y el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino tuvieron efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la longitud de raíz de las plántulas al término de la fase de semillero. Los tratamientos que indujeron mayor crecimiento en longitud de raíz fueron los de *Trichoderma* 6 mL-15 DDS, 4 mL 5 y 15 DDS, 2 mL 5 DDS y el LVCB-1:10 los cuales no difieren significativamente entre sí, pero sí con los tratamientos con

Trichoderma 2 mL-15 DDS, 6 mL-5 DDS y el testigo. Todos los tratamientos con *Trichoderma* y el LVCB fueron significativamente superiores al crecimiento de raíz en el tratamiento testigo o control. Las dosis de *Trichoderma* lograron incrementar la longitud de raíz entre 19 y 35 % y el LVCB 26 % en comparación al crecimiento radicular en las plantas que no recibieron aplicación.

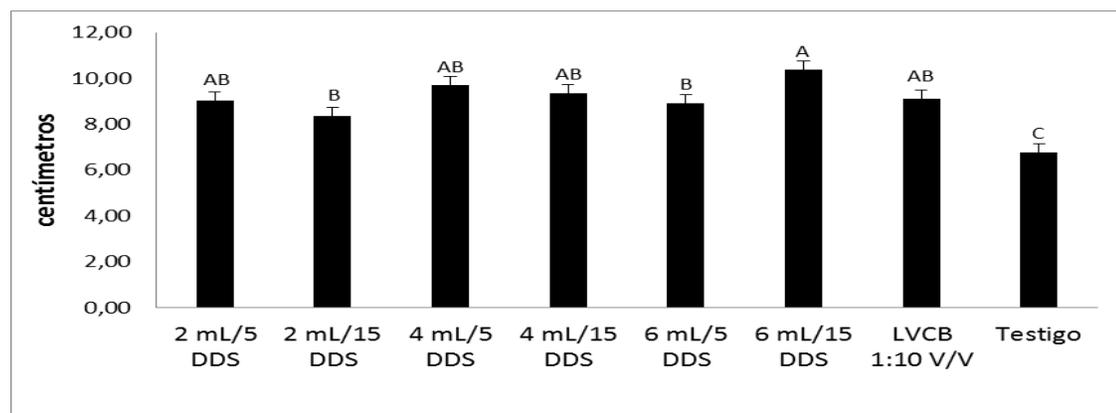


Figura 1: Valores medios de longitud (cm) de raíz a las aplicaciones de *Trichoderma* sp. y lixiviado de vermicompost bovino (LVCB). Los valores medios con letras diferentes difieren significativamente acorde a la prueba de Duncan ($p < 0,05$)

Volumen de raíces

Al igual que la longitud de la raíz, el volumen, registró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) por efectos de los bioestimulantes empleados, como se observa en la tabla 1. Los tratamientos que provocaron el mayor volumen de raíces fueron *Trichoderma* 4 mL 15 y 5 DDS, LVCB -1:10 V/V y *Trichoderma* 6 mL 15 y 5 DDS; los que no difieren estadísticamente entre sí, pero todos los tratamientos difirieron significativamente del testigo.

Tabla 1. Valores medios de volumen (mL) de las raíces a las aplicaciones de *Trichoderma* sp. y lixivios de vermicompost bovino (LVCB)

Tratamiento	Media	Desviación Estándar
Testigo (Agua)	0,57 d	0,183
2mL 1×10^{-8} (UFC/mL) <i>Trichoderma</i> a los 5 DDS	1,02 c	0,379
2mL 1×10^{-8} (UFC/mL) <i>Trichoderma</i> a los 15 DDS	1,20 bc	0,497
6 mL 1×10^{-8} (UFC/mL) <i>Trichoderma</i> a los 5 DDS	1,30 abc	0,571
6 mL 1×10^{-8} (UFC/mL) <i>Trichoderma</i> a los 15 DDS	1,32 abc	0,519
LVCB 1×10^{-8} (UFC/mL) 1:10 V/V	1,35 abc	0,489
4 mL 1×10^{-8} (UFC/mL) <i>Trichoderma</i> a los 5 DDS	1,40 ab	0,502
4 mL 1×10^{-8} (UFC/mL) <i>Trichoderma</i> a los 15 DDS	1,60 a	0,680

DDS: Días después de la siembra
 Letras diferentes difieren según prueba de Duncan al 95%

Masa seca de raíces

La masa seca de la raíz no presentó diferencia estadística por efecto de los bioestimulantes, sin embargo, en la tabla 2 se observan valores superiores para los tratamientos con las dosis de *Trichoderma* y LVCB en comparación al

tratamiento testigo. Las dosis de *Trichoderma* consiguieron incrementos de masa seca de raíces entre 26 y 36 % y el LVCB 27 % en comparación con las plantas que no recibieron aplicación.

Tabla 2: Valores medios de masa (mg) seca de raíces de plántulas de arroz

TRATAMIENTO	Media	% de incremento en relación al testigo
2 mL/5 DDS	100.00 ^a	(30 %)
2 mL/15 DDS	100.00 ^a	(30 %)
4 mL/5 DDS	109.00 ^a	(36 %)
4 mL/15 DDS	98.00 ^a	(26 %)
6 mL/5 DDS	100.00 ^a	(30%)
6 mL/15 DDS	97.00 ^a	(28 %)
LVCB 1:10 v/v	96.00 ^a	(27 %)
Testigo	70.00 ^a	

Discusión

El efecto positivo de *Trichoderma* sobre el crecimiento en longitud y volumen de las raíces en plántulas de arroz al término de la fase de semillero, concuerda con los resultados similares encontrados por Bravo *et al.* (2016) y Cubillas, Valero y Mejía, (2009) quienes demostraron que aplicaciones de cepas nativas de *Trichoderma asperellum* y *T. harzianum*, respectivamente, a concentración de 1×10^{-8} unidades formadoras de colonia (UFC) mostraron efectos positivos en longitud de raíces, efecto atribuible a mecanismos de estimulación que promueve *Trichoderma* sobre el crecimiento de raíces que aumenta la capacidad de absorción de nutrientes y agua; libera en la rizosfera auxinas, citoquininas y giberelinas que actúan como promotoras de tejidos meristemático primarios, lo que acelera la reproducción celular que se traduce en el desarrollo más rápido de pelos radiculares y extensión en profundidad de enraizamiento, según lo sostienen Harman, Petzoldt, Comis y Chen, (2004); López, Pelagio y Herrera (2015), Martínez *et al.* (2013), Vinale, Sivasithamparam Ghisalberti, Marra, Woo y Lorito (2008), Zhao y Zhang (2015) y Zaidi, Singh, Kumar, Sangle, Nityanand; Singh, Sachitan, Prasad, Singh, Yadav, y Singh (2017). Estos resultados no concuerdan con lo determinado por Encalada (2016); Camargo y Ávila (2014), que a concentración 1×10^{-8} UFC, la inoculación con cepas nativas de *Trichoderma koningii* y *T. harzianum*, no mostraron diferencias estadísticas positivas en extensión radicular, sin embargo superaron numéricamente a los testigos, por lo tanto se puede mencionar que el efecto bio estimulante de *T. harzianum* es aplicable a la producción de enzimas hidrolíticas que pueden degradar constituyentes de la pared celular de microorganismos que pueden ser utilizados como nutrientes por las plantas generando un buen desarrollo vegetativo, en dependencia a óptimas condiciones edafoclimáticas. (Rifai, 1969).

La estimulación significativa inducida por el LVCB sobre la longitud y el volumen de la raíz es probablemente causado a la presencia de elementos minerales, aminoácidos, proteínas y microorganismos presentes en el lixiviado, que estimulan la formación de células corticales y epidérmicas de la raíz aumentando la elongación y emergencia radicular y la actividad de la H⁺-ATPasa en las membranas plasmalema y tonoplasto en raíces (Canellas et al. 2002, Zandonadi, Canellas y Façanha (2006). También en arroz, Hernández, García, Portuondo, Muñiz, Berbara e Izquierdo (2012) encontraron que lixiviados húmicos incrementan la emisión de raíces y pelos radicales en fase de germinación en cultivo de arroz; así mismo en otros cultivos se ha podido comprobar la efectividad de los LVCB para incrementar longitud de raíces (Reyes, Abasolo, Yépez, Luna, Zambrano, Vázquez, Cabrera, Guzmán, Torres y Rodríguez; 2017., Torres et al. 2017.; Casa 2010), a causa del aporte de sustancias reguladoras de crecimiento y ácidos húmicos que son responsables del crecimiento de las plantas (Joshi, Singh, and Pal-Vig (2014) y Su, Ta, Pei y Pui (2015).

La no existencia de diferencia significativa sobre la masa seca del sistema radicular de las plántulas por los tratamientos de bioestimulantes a base de *Trichoderma* y de LVCB, no concuerda con los reportados por Bécquer, Lazarovits, Nielsen, Quintana, Adesina, Quigley Lalin e Ibbotson (2015), Camargo y Ávila (2014), Casa (2010) y Hohman, Jones, Hill y Stewart (2011), quienes reportan efectos positivos en masa seca con aplicaciones de *Trichoderma hamatum* y *T. harzianum* e imbibición de semillas en lixiviados húmicos; pero coincide con Encalada (2016) al no hallar diferencias estadísticas significativas en masa seca de raíz con la inoculación de cepa nativa de *Trichoderma harzianum*. El resultado, posiblemente es atribuible a que la acumulación de masa seca sigue un patrón entre los órganos de las plantas, en el orden de masa seca foliar, masa seca de tallo y por último masa seca de raíces (Torres et al. 2017), además se debe considerar la posible incidencia a la pérdida de masa de raíces durante la extracción de las plantas (Rose, Haase, Kroiher y Sabin; 1997), con el método de extracción de las plántulas a raíz desnuda.

Conclusiones

La cepa nativa de *Trichoderma* sp. en concentración de 1×10^{-8} UFC/mL y en dosis de 4 y 6 mL/Litro de agua aplicado a los 5 y 15 días después de la siembra y la imbibición de la semilla de arroz en el bioestimulante líquido vermicompost de estiércol bovino en dilución 1:10 v/v, incrementan la longitud y volumen de raíces en posturas de arroz variedad SLF 11.

Agradecimientos

Dejamos constancia de nuestros agradecimientos al Ministerio de Agricultura y Ganadería- Dirección Distrital de Manabí- Proyecto de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola (PITPPA), Asociación Artesanal La Pepa de Oro de Membrillo, Cooperativa de Producción Agrícola Leonidas Plaza Gutiérrez

y Asociación Agrícola Paraíso de los Ceibos por el múltiple aporte para el desarrollo de esta investigación. De igual manera al Dr. José Ignacio Montesdeoca González por el soporte técnico al inicio de la investigación.

Referencias bibliográficas

Bécquer, C; Lazarovits, G; Nielsen, L; Quintana, M; Adesina, M; Quigley, L; Lalin, I; Ibbotson, C. 2015. Efecto de la inoculación con bacterias rizosféricas y *Trichoderma* en trigo (*Triticum aestivum* L.). Pastos y Forrajes vol.38 no.1 Matanzas ene.-mar. 2015. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-3942015000100003

Bravo, V; Ronquillo, M; Martínez, M; Quezada G. 2016. Efecto enraizador de *Trichoderma asperellum* en el cultivo de palma aceitera. Revista Científica Ecuatoriana. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorescalidad/index.php/revista/article>

Cáceres, A. 13 de marzo de 2013. Neocontrol Ficha. Recuperado de https://issuu.com/kenny1991/docs/fichas_fin2

Calderín, A; Guridi, F; Louro, R. 2014. Effects of Humic Materials on Plant Metabolism and Agricultural Productivity. Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance. Volume 1: Biological Techniques .Pages 449–466.doi.org/10.1016/B978-0-12-800876-8.00018-7.

Camargo, D; Ávila, E. 2014. Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). Ciencia y Agricultura Vol. 11 - Nº. 1 - Enero - Junio 2014, p.91-100 ISSN 0122-8420. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5039253.pdf>

Canellas, P; Olivares, F; Okorokova, A; Facanha, A. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma H⁺-ATPase activity in maize roots. Plant Physiology. 130: 1951–1957.

Canellas, P; Olivares, F; Aguiar, O; Jones, D; Nebbioso, A; Mazzei, P; Piccolo, A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Sci.Hortic.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013

Cano, M. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2): 15 - 31. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>

Casa, M. 2010. Evaluación del efecto de los ácidos húmicos sobre los parámetros de calidad en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). (Tesis de grado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.

Cubillos, J; Valero, N; Mejía, L. 2009. *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Agron. colomb., Volumen 27, Número 1, p. 81-86, 2009. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11363/37730>

Delgado, M. 2015. Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. Villavicencio, Colombia: Orius Biotech. Recuperado de <https://www.oriusbiotech.com>.

Encalada E. 2016. Evaluación de dos especies de *Trichoderma* para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero. (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Falconí, C. 2012. Capacitación y puesta en funcionamiento de 13 laboratorios artesanales de producción de biosinsumos a base al microorganismo tipo *Trichoderma* sp., en las provincias de Loja, Morona Santiago, Santa Elena, Manabí, Sucumbíos, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza, Azuay, Carchi, Bolívar y Santo Domingo de los Tsáchilas. Primer informe de actividades. Contrato No. 127 2012. Quito, Ecuador. pp 28.

García, S. D. 2017. Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.

Harman, G; Petzoldt, R; Comis, A; Chen, J. 2004. Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Phytopathology* 94:147-153. Recuperado de <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.2004.94.2.147>

Hernández, R; García, A; Portuondo, L; Muñoz, S; Berbara, R; Izquierdo, F. 2012. Protección antioxidativa de los ácidos húmicos extraídos de vermicompost en arroz (*Oryza sativa* L.) var. IACuba30. *Rev. Protección Veg.* vol.27 no.2 La Habana mayo-ago. 2012. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-7522012000200006.

Hohmann, P; Jones, E; Hill, R; Stewart, A. 2011. Understanding *Trichoderma* in the root system of *Pinus radiata*: associations between rhizosphere colonisation and growth promotion for commercially grown seedlings. *Fungal biology*, 115(8), 759-767. doi.org/10.1016/j.funbio.2011.05.010

Joshi, R.; Singh, J. and Pal-Vig, A. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Rev Environ Sci Biotechnol* 14(1): 137 – 159.

López, J.; Pelagio, R; Herrera, A. 2015. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Scientia Horticulturae*. Volume 196. Pages 109-123. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03044238/196?sd=1>

Martínez, B; Infante, D; Reyes, Y. 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista Protección Vegetal*. vol.28 (no.1) La Habana-Cuba. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo>.

Merlo, J. 2012. Generación de geo información para la gestión del territorio a nivel nacional. Perfil No.: PM2-P066. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/pdot/zona4/nivel_del_pdot_cantonal/manabi/cartografia

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería.). 2018. Sistema de información pública agropecuaria. Superficie, producción y rendimiento de arroz en el Ecuador del 2017. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/estadisticas>

Reyes, J; Abasolo, F; Yépez, A; Luna, R; Zambrano, D; Vázquez, V; Cabrera, D; Guzmán, J; Torres, J; Rodríguez, W. 2017. Ácidos húmicos y su efecto sobre variables morfométricas en plantas de zanahoria (*Daucus carota* l). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*. Volumen XIX (2): 25-29 (2017). Recuperado de <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/381/224>

Rifai, M. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycological, Papers*. 116, 1-56. Recuperado de <https://ci.nii.ac.jp/naid/10016186825/#cit>.

Rose, R.; Haase, L; Kroiher, F; Sabin, T. 1997. Root volume and growth of ponderosa pine and Douglas-fir seedlings: a summary of eight growing seasons. *Western Journal of Applied Forestry*, 12(3), 69-73. Recuperado <https://academic.oup.com/wjaf/article/12/3/69/4741184>

Su, L., Ta, Y., Pei, N., & Pui, Y. (2015). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *J. Sci. Food Agric.*, 95:1143-1156.

Suquilanda, M. 2017. Manejo Agroecológico de Plagas. MAGAP. Quito, Ecuador. Medios Públicos.

Torres, A., Cué, J. L, Hernández, G. & Peñarrieta, S. 2015. Efectos del BIOSTAN® en la altura y masa seca de *Phaseolus vulgaris* L., genotipo criollo. *La Técnica*, (15), 1825.

Torres, A; Ardisana, E; Del Valle, G; Cue, J; Téllez, O. 2017. Efectos del BIOSTAN® en los índices de crecimiento y los pigmentos fotosintéticos de *Phaseolus vulgaris* L. La Técnica: Revista de las Agrociencias. e-ISSN 2477-8982, (18), 25-35.

Vinale F; Sivasithamparam K; Ghisalberti E; Marra R; Woo S; Lorito M. 2008. *Trichoderma* plant-pathogen- interactions. *Soil Biology & Biochemistry*. 40:1-10. Recuperado de http://bio.sfu-kras.ru/files/1079_patogen_i_rastenie.pdf

Zaidi, N; Singh, M; Kumar, S; Sangle, U; Nityanand; Singh, R; Sachitan, A; Prasad, R.; Singh, S. S; Singh, S; Yadav, A; Singh, A. 2017. *Trichoderma harzianum* improves the performance of stress-tolerant rice varieties in rainfed ecologies of Bihar, India. *Field Crops Res.* doi.org/10.1016/j.fcr.2017.05.003

Zhao, L; Zhang, Y. 2015. Effects of phosphate solubilization and phytohormone production of *Trichoderma asperellum* Q1 on promoting cucumber growth under salt stress. *Journal of Integrative Agriculture*. Volume 14, Issue 8, Pages 1588-1597. [doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60966-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60966-7)

Zandonadi, D; Canellas, P; Façanha, A. 2006. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. *Planta*. 225(6): 1583–1595.

