

## Nota técnica

# Evaluación del potencial biofertilizante de cinco especies de *Trichoderma* en la producción de maíz elotero nativo e híbrido bajo condiciones de campo

J.A. Vázquez-Martínez<sup>1</sup>, J.C. González-Cárdenas<sup>2</sup>, R. Chiquito-Contreras<sup>3</sup>, W. Sangabriel-Conde<sup>3</sup> y G. Alvarado-Castillo<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Circuito Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria CP. 91090. Veracruz, México

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan. Universidad Veracruzana. Carretera Tuxpan-Tampico Kilómetro 7,5; Colonia Universitaria, CP. 92870 Tuxpan, Veracruz, México

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas. Posgrado en Ciencias Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Circuito Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria CP. 91090. Veracruz, México

## Resumen

El maíz es clave para la alimentación humana, animal y como materia prima para la industria. Su cultivo requiere elevada aplicación de fertilizantes, reduciendo su rentabilidad y generando repercusiones ambientales. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto biofertilizante de *Trichoderma* sobre maíz elotero (nativo e híbrido) en campo. Ambos tipos de semillas fueron inoculados por inmersión durante una hora, con cinco especies de este hongo ( $1 \times 10^7$  esporas  $\text{mL}^{-1}$  cada una). Estos tratamientos se compararon ante fertilización moderada ( $120\text{-}120\text{-}170$  kg  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$   $\text{ha}^{-1}$ ) y un testigo sin fertilizar. Se hallaron diferencias significativas entre tipos de semilla (maíz nativo =  $12.660$  kg  $\text{ha}^{-1}$  e híbrido =  $10.167$  kg  $\text{ha}^{-1}$ ), pero entre tratamientos y las interacciones con ésta, no hubo respuesta en el híbrido, posiblemente por la exigencia de insumos del mismo. No obstante, el maíz nativo presentó efecto para cuatro cepas de *Trichoderma* con rendimientos superiores a los obtenidos con maíces nativos en otros estudios en condiciones similares de cultivo, lo que sugiere que este hongo presenta potencial como biofertilizante, particularmente en maíz nativo.

**Palabras clave:** producción de elote, biofertilización, bioinoculantes, semilla nativa.

## Evaluation of the biofertilizer potential of five species of *Trichoderma* in the production of native ear corn and hybrid under field conditions

### Abstract

Maize is important product for human food, animal and as a raw material for the industry. Its cultivation requires high fertilizer application, reducing its profitability and increasing environmental problems. Our

---

\* Autor para correspondencia: gerardoalvaradoc@hotmail.com

Cita del artículo: Vázquez-Martínez JA, González-Cárdenas JC, Chiquito-Contreras R, Sangabriel-Conde W, Alvarado-Castillo G (2019). Nota técnica: Evaluación del potencial biofertilizante de cinco especies de *Trichoderma* en la producción de maíz elotero nativo e híbrido bajo condiciones de campo. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 115(3): 213-218. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.006>

aim was to determine the effect of *Trichoderma* on the productivity of ear corn (native and hybrid) under field conditions. Both types of seeds were inoculated by immersion for one hour, with five species of *Trichoderma*, each at a concentration of  $1 \times 10^7$  spores  $\text{mL}^{-1}$ . These treatments were also compared to moderate fertilization ( $120\text{-}120\text{-}170$  kg  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$   $\text{ha}^{-1}$ ) and a control (without fertilizer). Significant differences were found between seed types (native maize =  $12,660$  kg  $\text{ha}^{-1}$  and hybrid =  $10,167$  kg  $\text{ha}^{-1}$ ), but there was no response in the hybrid between treatments and its interactions, possibly due to the requirement of inputs. However, native maize presented significant response for four strains of *Trichoderma* with yields higher than the obtained by native maize in other studies under similar environmental conditions, suggesting that this fungus presents potential as biofertilizer, particularly for native corn.

**Keywords:** Corn production, biofertilization, bioinoculation, native seed.

## Introducción

El maíz es un producto clave para la alimentación humana, animal y como materia prima para la industria. Se comercializa como grano seco o elote (mazorca fresca), alcanzando en este caso, precios de 75% a 300% más altos (Arellano-Vázquez et al., 2010). Su cultivo es altamente demandante de nutrientes (particularmente nitrógeno y fósforo), cuyos costos disminuyen su rentabilidad, además de generar problemas de contaminación (García-Olivares et al., 2012; Grageda-Cabrera et al., 2012).

Ante ello, una alternativa es el uso de inoculantes a base de microorganismos, como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (*Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, etc.) (García-Olivares et al., 2012; Grageda-Cabrera et al., 2012), hongos micorrízicos arbusculares (Smith et al., 2011) y hongos filamentosos como *Trichoderma*. Este último con múltiples ventajas para su aplicación en la agricultura, tales como fácil aislamiento y cultivo (Hernández-Mendoza et al., 2011), promoción del crecimiento radical (posibilitando tolerancia a factores bióticos y abióticos) (Martínez et al., 2013), resistencia a enfermedades (Martínez et al., 2013; Lamdan et al., 2015) y absorción de nutrientes, particularmente fósforo (Ferrigo et al., 2014). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue realizar un estudio preliminar para determinar el efecto de cinco especies de *Trichoderma* so-

bre la productividad de dos variedades de maíz elotero (nativo e híbrido) bajo condiciones de campo.

## Material y métodos

### Localización

El experimento se estableció en 2017 en la comunidad el Mante, Tuxpan, Veracruz, México ( $21^\circ 3' 21,71''$  N,  $97^\circ 33' 47,13''$  O, 43 m.s.n.m., clima Aw2(x') y precipitación de 1241 mm anuales), entre mayo y agosto (temporal irregular con 550 mm durante el desarrollo del cultivo), en un suelo tipo Feozem (capa arable de 20 cm), textura arcillosa (13% arena, 29% limo y 58% arcilla), pH moderadamente alcalino (7,5) y fertilidad baja [materia orgánica = 1,87%, nitrógeno total = 7,5 ppm (bajo), fósforo = 18,5 ppm (bajo), potasio = 200 ppm (alto), calcio = 924 ppm (muy alto) y magnesio = 120 ppm (alto)], donde se ha sembrado maíz elotero los últimos tres años, bajo condiciones de temporal (sin riego).

### Material Biológico

Se utilizaron las cepas IE-978 (*Trichoderma* sp.), IE-639 (*Trichoderma reesei* Simmons), IE-996 (*Trichoderma virens* Miller) e IE-980 (*Trichoderma harzianum* Rifai) donadas por el IN-ECOL (Xalapa, Veracruz, México) y TA-3 (*Tri-*

*choderma asperellum* Samuels), suministrada por la Universidad Veracruzana campus Tuxpan. El inóculo para cada tratamiento se elaboró en arroz, éste se lavó hasta que dejó de presentar coloraciones blanquecinas, se secó, se envasó (200 g) en bolsas de polipropileno y se esterilizó 15 minutos bajo condiciones convencionales. Posteriormente, se inoculó con 15 mL de suspensión, elaborada con 15 mL de agua destilada esterilizada (ADE) y 10 alícuotas de 0,5 mm de diámetro de cada cepa, agitadas durante un minuto. Las bolsas inoculadas se incubaron a 21°C en condiciones de oscuridad durante 96 horas, siguiendo las recomendaciones de Agamez-Ramos et al. (2008). Los maíces utilizados son un híbrido (Asgrow A-7573), usado en la zona, y un nativo (elotón harinoso V8), colectado en la localidad de Chalahuite, Tuxpan, Veracruz; ambos para la producción de mazorca.

#### **Establecimiento de la parcela experimental**

El híbrido se limpió con alcohol al 70% (un minuto), hipoclorito de sodio al 1% (tres minutos) y tres lavados con ADE, para eliminar su tratamiento fungicida. El maíz nativo se desinfectó con hipoclorito de sodio al 2% (cinco minutos) y se lavó tres veces con ADE. Ambas semillas se secaron (ocho horas), para después ser inoculadas por inmersión (una hora) en una suspensión de  $1 \times 10^7$  esporas  $\text{mL}^{-1}$  de las diferentes especies de *Trichoderma*. Éstas se obtuvieron colocando el arroz inoculado (200g) en un matraz con un litro de ADE, se removió con agitador magnético estéril (tres minutos), se agregaron 20 mL de Tween 20® y se agitó (dos minutos) para separar las esporas de cada especie. Se recolectó el sobrenadante y se centrifugó a 3000 rpm (dos minutos). Las esporas recolectadas se diluyeron en un vaso de precipitado, calculando la concentración deseada con ayuda de una cámara de Neubauer y un microscopio óptico.

Se sembró manualmente de manera tradicional (con espeque) en surcos cada 80 cm, 40 cm entre plantas y una profundidad de 4 cm, para obtener la densidad recomendada de 31.250 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , en un arreglo de bloques al azar (unidad experimental de 3x2 m, con 16 plantas) con seis repeticiones. Los tratamientos fueron cinco cepas de *Trichoderma*, fertilización moderada con 1000 kg  $\text{ha}^{-1}$  del complejo Nitrofoska® Special 12-12-17 (+2Mg+8S) +ME y un testigo sin fertilizar para cada tipo de semilla (84 unidades experimentales). Al final del cultivo se evaluó el peso fresco de la mazorca (kg  $\text{ha}^{-1}$ ), sin considerar la humedad del grano.

#### **Análisis de datos**

La comparación de tratamientos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparación múltiple de medias (Tukey  $P \leq 0,05$ ), utilizando el programa STATISTICA®.

#### **Resultados y discusión**

Existen diferencias significativas (Tukey  $P \leq 0,05$ ) entre tipos de semilla (maíz nativo = 12.660 kg  $\text{ha}^{-1}$  e híbrido = 10.167 kg  $\text{ha}^{-1}$ ), posiblemente debido a la rusticidad del primero y a la exigencia de insumos (fertilización recomendada de 180-60-00 y riego) del segundo, lo que le impidió alcanzar su potencial, a pesar de que la productividad de ambos supera la media nacional (9800 kg  $\text{ha}^{-1}$ ) (Ortiz-Torres et al., 2013). Entre tratamientos (Tabla 1), el híbrido no presenta respuesta, pero el maíz nativo muestra un efecto para cuatro cepas de *Trichoderma* similar a la fertilización, éstas con rendimientos superiores a 11.595 kg  $\text{ha}^{-1}$ , reportado por Ortiz-Torres et al. (2013) como el más alto en un ensayo con 95 maíces nativos, lo cual sugiere un efecto de este hongo.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la mazorca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).  
 Table 1. Effect of treatments on fresh ear corn weight ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Cepa	Tratamiento	Peso fresco de la mazorca	
		Maíz híbrido	Maíz nativo
IE-996	<i>T. virens</i>	9232 a	10.026 b
IE-639	<i>T. reesei</i>	9724 a	13.242 a
IE-978	<i>T. sp.</i>	10.078 a	13.401 a
IE-980	<i>T. harzianum</i>	9601 a	14.219 a
TA-3	<i>T. asperellum</i>	10.991 a	14.417 a
–	Testigo	9612 a	7318 b
–	Fertilización	11.929 a	16.000 a

Letras diferentes indican diferencias significativas con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Esta tendencia se repite en las interacciones entre ambos factores (Figura 1), sugiriendo que el maíz nativo es más sensible a la aplicación de *Trichoderma* que el híbrido (posiblemente por las razones comentadas anteriormente). Al respecto, estudios reportan que el tratamiento de semillas con este hongo aumenta la absorción de nutrientes, mejora la fertilización y promueve la germinación y vigor de las plántulas (Hajieghrari, 2010; Akla-dious y Abbas, 2012). Estas ventajas posiblemente se relacionan con la producción de fitohormonas (Nawrocka y Małolepsza, 2013), reducción del pH del suelo (mejorando la solubilización de fosfatos, micronutrientes y minerales como Fe, Mn y Mg) (Hajieghrari, 2010; Martínez et al., 2013) y el desarrollo del sistema radical, que posibilita la tolerancia al estrés (variable no evaluada) (Martínez et al., 2013), generando efectos positivos en la rizosfera, altura y biomasa de los cultivos (Lamdan et al., 2015). Esto coincide con reportes en papa, tomate y cafetos (Hernández-

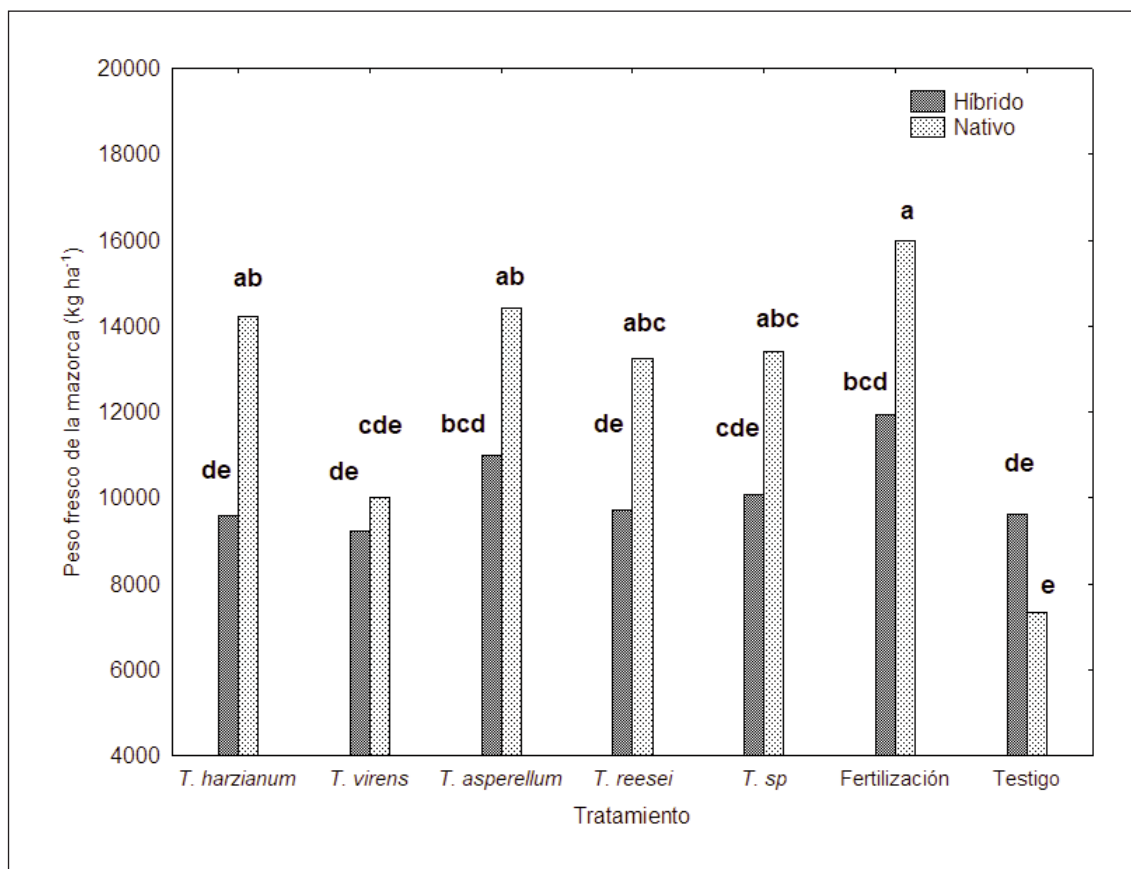
Mendoza et al., 2011), frijol y pastos (Martínez et al., 2013), donde *Trichoderma* contribuyó al incremento del rendimiento, por lo que este hongo podría favorecer a la rentabilidad y sustentabilidad del cultivo de maíz, particularmente nativo.

### Conclusiones

Cuatro cepas de *Trichoderma* presentan efecto biofertilizante sólo en semillas nativas, de forma similar a una fertilización química moderada. Dicho resultado sugiere el potencial de utilización de dichas cepas en condiciones de baja fertilidad.

### Agradecimientos

Al CONACyT, Universidad Veracruzana e IN-ECOL.



Medias con letras diferentes en la columna indican diferencias significativas con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Figura 1. Interacción entre tratamientos y tipo de maíz en el peso de la mazorca.

Figure 1. Interaction between treatments and maize type in the weight of the ear corn.

### Referencias bibliográficas

- Agamez-Ramos EY, Zapata-Navarro RI, Oviedo-Zumaqué LE, Barrera-Violeth JL (2008). Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. Revista Colombiana de Biotecnología 10: 23-34.
- Akladious SA, Abbas SM (2012). Application of *Trichoderma harziunum* T22 as a biofertilizer supporting maize growth. African Journal of Biotechnology 11(35): 8672-8683.
- Arellano-Vázquez JL, Gámez-Vázquez AJ, Ávila-Perches MA (2010). Agronomic potential of Cahuacintle maize landraces at Toluca Valley. Revista Fitotecnia Mexicana 33: 37-41.
- Ferrigo D, Raiola A, Piccolo E, Scopel C, Causin R (2014). *Trichoderma harzianum* T22 induces in maize systemic resistance against *Fusarium verticillioides*. Journal of Plant Pathology 96: 133-142. <http://dx.doi.org/10.4454/JPP.V96I1.038>
- García-Olivares JG, Mendoza-Herrera A, Mayek-Pérez N (2012). Efecto de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, México. Universidad y Ciencia 28: 79-84.

- Grageda-Cabrera OA, Díaz-Franco A, Peña-Cabriaes JJ, Vera-Nuñez JA (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3: 1261-1274.
- Hajjegrari B (2010). Effects of some Iranian *Trichoderma* isolates on maize seed germination and seedling vigor. *African Journal of Biotechnology* 9: 4342-4347.
- Hernández-Mendoza JL, Sánchez-Pérez MI, García-Olivares JG, Mayek-Pérez N, González-Prieto JM, Quiroz-Velásquez JDC (2011). Caracterización molecular y agronómica de aislados de *Trichoderma* spp nativos del noreste de México. *Revista Colombiana de Biotecnología* 13: 176-185.
- Lamdan NL, Shalaby S, Ziv T, Kenerley CM, Horwitz BA (2015). Secretome of *Trichoderma* interacting with maize roots: role in induced systemic resistance. *Molecular & Cellular Proteomics* 14:1054-1063. <https://doi.org/10.1074/mcp.M114.046607>
- Martínez B, Infante D, Reyes Y (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal* 28: 1-11.
- Nawrocka J, Małolepsza U (2013). Diversity in plant systemic resistance induced by *Trichoderma*. *Biological control* 67: 149-156. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.07.005>
- Ortiz-Torres E, López PA, Gil-Muñoz A, Guerrero-Rodríguez JD, López-Sánchez H, Taboada-Gaytán OR, Hernández-Guzmán JA, Valadez-Ramírez M (2013). Rendimiento y calidad de elote en poblaciones nativas de maíz de Tehuacán, Puebla. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 19: 225-238.
- Smith SE, Jakobsen I, Grønlund M, Smith FA (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. *Plant Physiology* 156: 1050-1057. <https://doi.org/10.1104/pp.111.174581>

(Aceptado para publicación el 13 de marzo de 2019)