

Avances en el uso del hongo *Trichoderma* para el control del hongo patógeno *Fusarium* spp. en Yucatán^φ

Elizabeth Herrera-Parra^{1*}, Carolina Basto-Pool¹, Lorenza Caamal-Eb²
Manuela Reyes-Estebanez³

Introducción

El hongo cosmopolita *Fusarium* spp. habita en el suelo donde se alimenta de materia orgánica en descomposición y afecta a más de 100 especies de plantas. Cuando crece en medios de cultivo artificiales, *Fusarium* desarrolla un crecimiento micelial lento y algodonoso blanco, salmón o violeta y produce esporas (microconidios) que se caracterizan por ser unicelulares, septadas y hialinas formadas sobre fiálides laterales o sobre conidióforos poco ramificados (Fig. 1). En México, los reportes del daño de *Fusarium* en hospederos han sido poco documentados y dependen de los sistemas de producción y del cultivo afectado.

Los intentos de control para *Fusarium* se han enfocado en los cultivos importantes. En el cultivo de chile (*Capsicum annuum*), *Fusarium* afectó 60 al 100% y ocasionó pérdidas de hasta 80% en la producción (González *et al.* 2009). En jitomate (*Solanum lycopersicum*), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* fue responsable de pérdidas de rendimientos de hasta un 60% (Salas *et al.* 2022).

^φ ¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocoehá.

²Tecnológico Nacional de México/Campus Conkal, Yucatán.

³ Universidad Autónoma de Campeche,

Autor para correspondencia: elian.herrera09@gmail.com*

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5336>



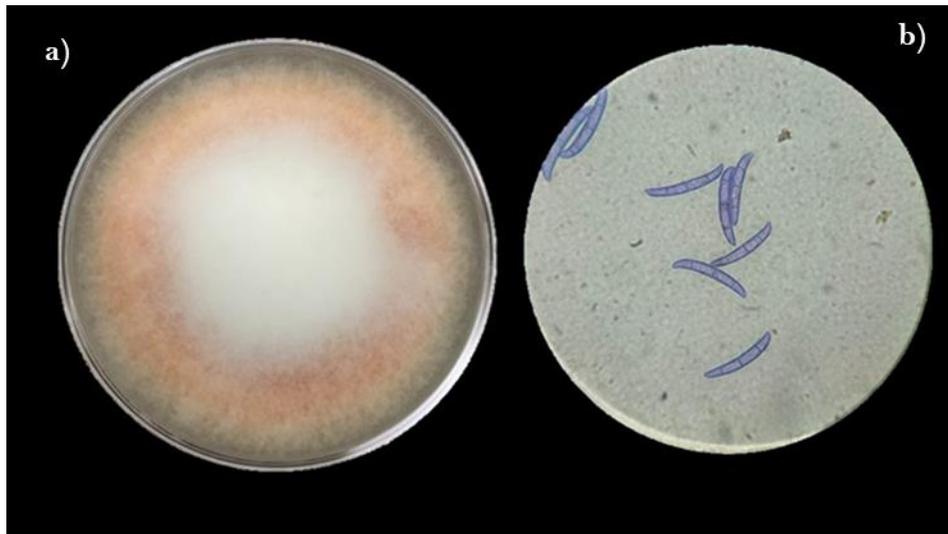


Figura 1. a) Cepa de *Fusarium* spp. en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) y b) esporas de *Fusarium* spp. vistas a través del microscopio.

En la península de Yucatán, se han detectado problemas por *Fusarium* spp. en el cultivo de hortalizas; sin embargo, los esfuerzos para su estudio solo han diagnosticado la presencia de *F. equiseti* y *F. solani* como agentes causales de marchitez en plantas de chile habanero (*C. chinense*) (Mejía *et al.* 2016). Para el control poblacional de *Fusarium* spp. se aplican fungicidas químicos que ocasionan contaminación del manto freático y suelo.

Una alternativa de control es el uso de *Trichoderma*, otro hongo que se distribuye en suelos silvestres y suelos agrícolas (Zhang *et al.* 2015) y se caracteriza por presentar crecimiento micelial rápido, hifas blancas al inicio y con el paso de los días se tornan verde oscuro o amarillento, lo que indica la producción de esporas del hongo (Herrera *et al.* 2023). *Trichoderma* produce enzimas, como proteasas, quitinasas y glucanasas, que rompen las paredes celulares de *Fusarium* spp., inhibe la germinación de esporas y el crecimiento y reduce la infección de las plantas. También, promueve el crecimiento de las plantas ya que inducen la resistencia sistémica, micoparasitismo y antibiosis (Herrera *et al.* 2023) los que restringe el crecimiento de hongos fitopatógenos como *Fusarium*. El objetivo de este ensayo es describir los avances con el uso de cepas de *Trichoderma* para el control del hongo patógeno *Fusarium* spp. en Yucatán.

“Trichoderma produce enzimas, como proteasas, quitinasas y glucanasas, que rompen las paredes celulares de Fusarium, inhiben la germinación de esporas, el crecimiento y reducen la infección de las plantas.”

Hospederos de *Fusarium* spp. y síntomas en Yucatán

Entre los hospederos de *Fusarium* spp. se encuentra el arbusto ornamental campanilla de oro (*Cascabela thevetia* antes *Tevetia peruviana*), donde *F. solani* indujo necrosis en la base del tallo y cotiledones de plántulas (Herrera *et al.* 2011). En el piñón (*Jatropha curcas*) bajo cultivo bioenergético, se identificó a *F. solani* como agente causal de necrosis de tejido vascular, marchitez y pudrición de raíz y *F. equiseti* es responsable de muerte descendente y acortamiento de entrenudos en plantas adultas (Herrera *et al.* 2017). En chile habanero (*C. chinense*) y jitomate (*S. lycopersicum*) *F. equiseti* y *F. solani* son los agentes causales de marchitez (Reyes *et al.* 2012, Mejía *et al.* 2016).

Cuando *Fusarium* spp. afecta a sus hospederos se establece en la raíz de la planta e induce necrosis de la raíz y del sistema vascular. Esta necrosis se extiende hacia la parte apical de la planta, de acuerdo con la severidad de la enfermedad, e induce la muerte de plántulas o plantas adultas. Las plantas más viejas pueden marchitarse y morir repentinamente; sin embargo, comúnmente muestran achaparramiento, amarillamiento de las hojas inferiores, marchitez, necrosis de hojas, defoliación y finalmente la muerte de la planta (Fig. 2) (Pañuelas *et al.* 2017).



Figura 2. a) Plántula de chile habanero enferma y plántula sana, b) tallo y necrosis de raíz, c) plantas en campo con marchitez inducida por *Fusarium* spp.

“Cuando Fusarium spp. parasita a sus hospederos se establece en la raíz de la planta e induce necrosis de la raíz y del sistema vascular.”

Cepas de *Trichoderma* para control de *Fusarium* spp.

Los estudios sobre alternativas de control de *Fusarium* spp. en Yucatán iniciaron en 2012 con cinco cepas *in vitro* de *T. harzianum*, *Trichoderma* spp., L2, P3 y P4. Estas cepas redujeron de un 40 a 82% el crecimiento de *Fusarium* (Reyes *et al.* 2012). En 2021, pruebas de antibiosis con *T. asperellum* mostraron 100% de inhibición de crecimiento micelial (ICM) y 100% de inhibición y germinación de esporas de *F. equiseti* (Celis *et al.* 2021). Posteriormente, *T. erinaceum* (10-15) y *T. harzianum* (05E-60) presentaron mayor capacidad antagonica y de ICM contra *F. oxysporum*, así como la presencia de genes Epl1 y Sm1 asociados con inducción de resistencia en las plantas (Martínez *et al.* 2021).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en colaboración con el Tecnológico Nacional de México (TecNM) y la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM), han iniciado la evaluación de cepas nativas de *Trichoderma* aisladas del suelo en cultivos de chile habanero en Yucatán y en cultivos de jitomate en Campeche. La evaluación se ha enfocado en buscar cepas antagonicas contra patógenos de la raíz, como *Fusarium* spp. Resultados preliminares muestran que de 30 cepas evaluadas *in vitro* *Trichoderma* vs *Fusarium*, el 73% presentó mayor competencia por espacio y velocidad de crecimiento. Además, se obtuvo hasta un 60% de ICM de *Fusarium* (Fig. 3). También, las cepas neutralizaron un 100% a *Fusarium* spp. a los siete días de establecer los enfrentamientos duales (Fig. 4). Los resultados son alentadores e indican el uso potencial de cepas nativas de *Trichoderma* spp de la península de Yucatán para el control de *Fusarium* spp., patógeno de raíz en hortalizas de la región.

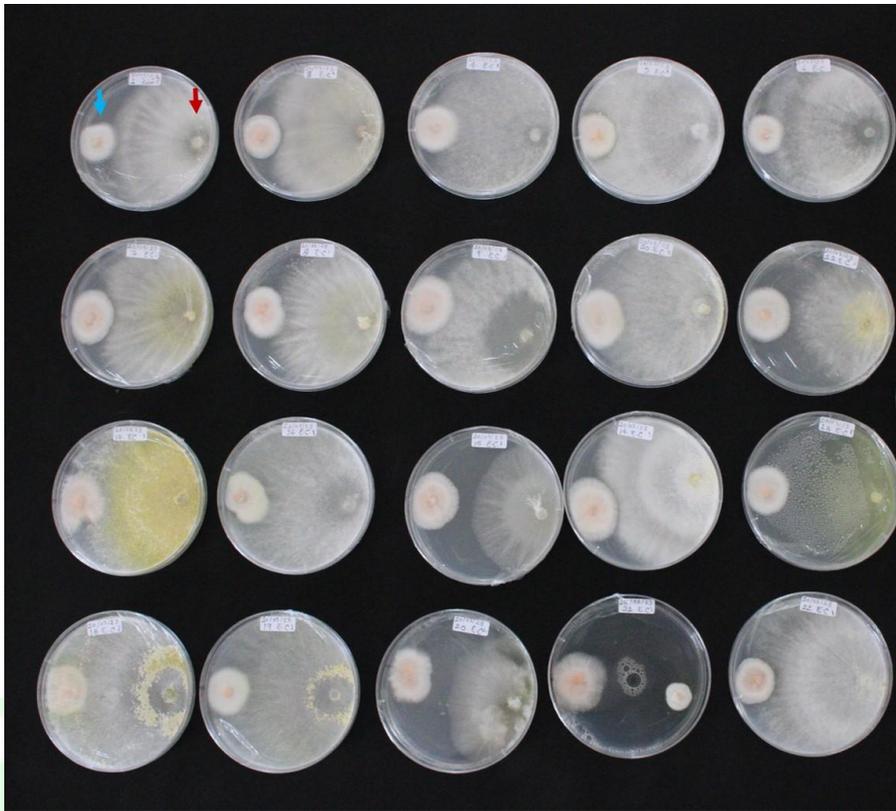


Figura 3. Bioensayo *in vitro* de efectividad de cepas nativas de *Trichoderma* spp. Crecimiento de *Fusarium* sp. (flecha azul) y crecimiento de *Trichoderma* spp. (flecha roja). Foto: Edgar Chale Uicab.

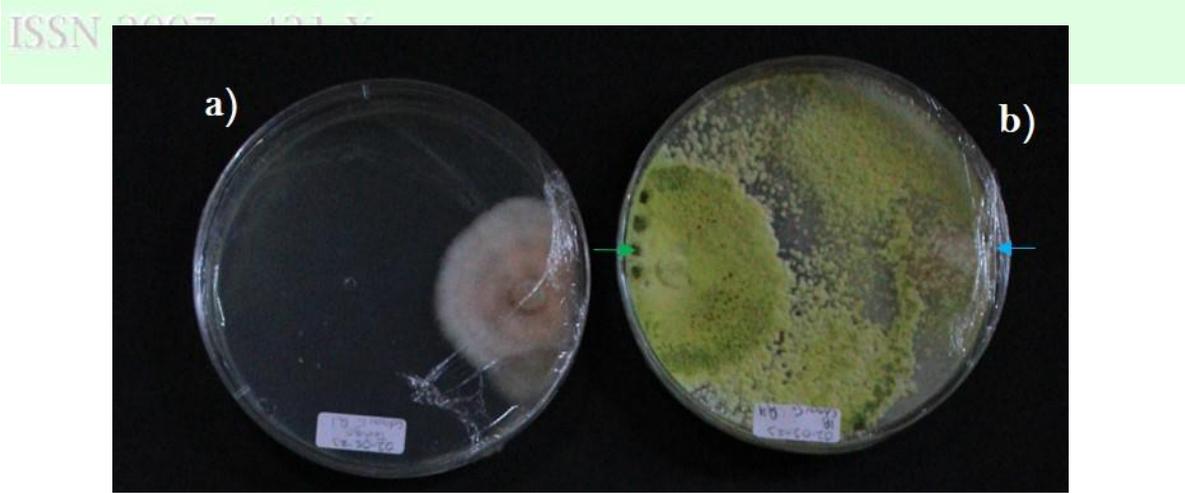


Figura 4. a) Crecimiento de *Fusarium* en medio de cultivo PDA y b) crecimiento de *Trichoderma* (flecha verde) en *Fusarium* spp. (flecha azul). Foto: Edgar Chale Uicab.

“Resultados preliminares muestran que de 30 cepas evaluadas in vitro Trichoderma vs Fusarium, el 73% presentó mayor competencia por espacio y velocidad de crecimiento.”

Conclusiones

La bioprospección de organismos para el control de fitopatógenos de raíz es incipiente en Yucatán. Resultados preliminares del uso de *Trichoderma* para el control de *Fusarium* son alentadores y han mostrado efecto de control en evaluaciones *in vitro*.

Referencias

- Celis PSE, Moo Koh FA, Reyes RA, Tun SJ y Cristóbal AJ. 2021. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf. & Nirenberg (Ta13-17) contra hongos patógenos de *Solanum lycopersicum* L. Revista de Protección Vegetal 36: 3.
- González CMM, Villordo PE, Pons HJL, Delgadillo S y Paredes MR. 2009. Guía para el manejo de la marchitez del chile en Guanajuato. Edit. Promoteo S.A. DE C.V. Guadalajara, Jalisco, México. Pp: 1-34.
- Herrera PE, Cristóbal AJ, Martínez BM, Hernández AM y López GG. 2017. Primer registro de *Fusarium solani* y *F. equiseti* en plantaciones de *Jatropha curcas* en México. Revista Mexicana de Fitopatología 35: 150-161.
- Herrera PE, Reyes EM, Cristóbal AJ, Basto PC y Zavala LM. 2023. *Trichoderma*: recurso microbiológico y sus aplicaciones en la agricultura en Yucatán, México. Desde el Herbario CICY. 15:27-32.
- Herrera PE, Bacab PI, Cristóbal AJ, Tun SJ y Ruíz SE. 2011. Patogenicidad de *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. y *Alternaria alternata* (Fries) Keissler en *Thevetia peruviana* Ppers.) K. Schum. y su control *in vitro*. Fitosanidad 15 (4): 231-236.
- Martínez CO, Cristóbal AJ, Tun SJ y Reyes RA. 2021. Detección de genes Ep11 y Sm1 en *Trichoderma spp.* antagonista contra fitopatógenos. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 8(2): e2791.
- Mejía BM, Reyes RA, Cristóbal AJ, Tun SJM y Borges GL. 2016. *Bacillus spp.* En el control de la marchitez causada por *Fusarium spp.* en *Capsicum chienese*. Revista Mexicana de Fitopatología 34:208-222.
- Pañuelas RO, Arellano GM, Verdugo FA, Chaparro ELA, Hernández RSE y Martínez CJL. 2017. *Larrea tridentata* como una estrategia ecológica contra *Fusarium oxysporum radicle-lycopersici* en plantas de tomate bajo condiciones de invernadero. Revista Mexicana de Fitopatología 35(3):360-376.

- Reyes A, Alejo J. Sánchez E y Suárez J. 2012. Inhibición del crecimiento *in vitro* de *Fusarium* sp. aislado de chile habanero (*Capsicum chinensis*) con hongos antagonistas. Fitosanidad 16:3 pp. 161-165.
- Salas GAL, Osorio HE, Espinosa ACA, Rodríguez HR, Segura MM, Neri RE y Estrada BB. 2022. Principales enfermedades del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de campo. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria 6 (1):1-22.
- Zhang S, Gan Y y Xiu B. 2015. Biocontrol potential of a native species of *Trichoderma longibrachiatum* against *Meloidogyne incognita*. Applied Soil Ecology 94: 21-29.

Herrera-Parra E, Basto-Pool C, Caamal-Eb L, Reyes-Estebanez M. 2024. Avances en el uso del hongo *Trichoderma* para el control del hongo patógeno *Fusarium* spp. en Yucatán. Bioagrocencias 17 (1): 15-21.

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5336>

