


Compatibilidad de especies de *Trichoderma* en la producción y biocontrol de marchitez del chile

Trichoderma species compatibility for production and wilt chili biocontrol

Gabriel Gallegos-Morales¹ ,
César Alejandro Espinoza-
Ahumada^{2*} ,
Jessica Figueroa-Reyes¹ ,
Reinaldo Méndez-Aguilar³ ,
Raúl Rodríguez-Guerra⁴ ,
Alma Leticia Salas-Gómez⁵ ,
Fidel Maximiano Peña-Ramos¹ 

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. CP. 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

²Instituto Tecnológico Superior de El Mante. Km 6.7, México 85. CP. 89930. Quintero, Tamaulipas, México.

³INIFAP. Carretera Tampico Mante km 55, Esperanza, Estación Cuauhtémoc. CP. 89610. Tamaulipas, México.

⁴INIFAP. Carretera Montemorelos-China s/n, Cerca de la Hacienda las Anacuas. CP. 67400. Cd. General Terán, Nuevo León, México.

⁵División de Estudios de Postgrado e Investigación-Facultad de Ingeniería y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia:
caespinoza@itsmante.edu.mx

Nota científica

Recibida: 30 de junio 2021

Aceptada: 15 de marzo 2022

Como citar: Gallegos-Morales G, Espinoza-Ahumada CA, Figueroa-Reyes J, Méndez-Aguilar R, Rodríguez-Guerra R, Salas-Gómez AL, Peña-Ramos FM (2022) Compatibilidad de especies de *Trichoderma* en la producción y biocontrol de marchitez del chile. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 9(2): e3066. DOI: 10.19136/era.a9n2.3066

RESUMEN. Especies de *Trichoderma* han demostrado tener actividad antagónica contra *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*, causantes de la marchitez del chile. El objetivo fue determinar la compatibilidad de cuatro especies de *Trichoderma* y su efecto en el control de la marchitez del chile y del rendimiento. En laboratorio se realizaron pruebas de compatibilidad de *Trichoderma asperellum* (TA), *T. harzianum* (THZ), *T. lignorum* (TL) y *T. yunnanense* (TY). En campo se evaluó el efecto de la aplicación de especies para el control a la marchitez y la producción del cultivo. Las cepas TA-TL, TA-THZ y TA-TL-THZ fueron compatibles y expresaron aumento en el rendimiento por planta hasta del 86%, el número de frutos en 79%, y disminuyó la incidencia (71%) y severidad de la enfermedad (59%). *T. lignorum* expresó ser compatible con las otras especies de *Trichoderma* evaluadas, además de incrementar el rendimiento y el control de la enfermedad.

Palabras clave: Antagonismo, consorcio, *Fusarium*, mezcla microbiana, *Rhizoctonia*.

ABSTRACT. *Trichoderma* species have been shown to have antagonistic activity against *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*, which cause chili wilt. The objective was to determine the compatibility of four species of *Trichoderma* and its effect on the control of pepper wilt and crop yield. In the laboratory, compatibility tests were carried out for *Trichoderma asperellum* (TA), *T. harzianum* (THZ), *T. lignorum* (TL) and *T. yunnanense* (TY). In the field, the effect of the application of species to control wilting and crop production were evaluated. The TA-TL, TA-THZ and TA-TL-THZ strains were compatible and expressed an increase in yield per plant of up to 86%, the number of fruits by 79%, and a decrease in the incidence (71%) and severity of the disease. *T. lignorum* expressed to be compatible with the other species of *Trichoderma* evaluated, in addition to increasing the yield and control of the disease.

Key words: Antagonism, consortium, *Fusarium*, microbial mix, *Rhizoctonia*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile verde representa para México una producción de 3.24 millones de t, donde el 58.36% se produce en los estados de Sinaloa (757 769.05 t), Chihuahua (682 084.87 t) y Zacatecas (450 098.95 t) (SIAP 2020). El principal factor que limita la producción y ocasiona o genera bajos rendimientos del chile es la pudrición del sistema radicular, la cual está asociada con *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium* sp., *Phytophthora* sp. y *Pythium* sp. (Pérez et al. 2017, Reyes et al. 2021). En la actualidad, el manejo de la enfermedad se basa en el control químico y el uso de tecnologías que conducen a la inestabilidad en los ecosistemas naturales, además, que genera resistencia a moléculas activas de fungicidas de diferentes mecanismos de acción (Sang et al. 2018, De Ramón et al. 2019). Una alternativa factible es el uso de diferentes especies de *Trichoderma* que interactúan en beneficio de las plantas, al mejorar su crecimiento y desarrollo, además de su alta actividad antagónica a través de la competencia espacial y micoparasitismo (Salazar et al. 2015). También se han reportado enzimas y efectores que se involucran en el reconocimiento y la degradación de la pared celular del huésped frente a *R. solani*, *P. capsici*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Botrytis cinérea* (Atanasova et al. 2018, Andrade et al. 2019). Por lo anterior el objetivo del trabajo fue determinar la compatibilidad entre cuatro especies de *Trichoderma* y su efecto en la incidencia causada por *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani* y en el rendimiento del cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de los experimentos

El ensayo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Saltillo, Coahuila; en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Parasitología y el trabajo de campo en una parcela experimental del campo El Bajío de la misma Universidad, donde se reporta la presencia de marchitez del chile causada por *Fusarium oxysporum*

y *Rhizoctonia solani* (Espinoza et al. 2019).

Material biológico

Los microorganismos antagónicos fueron proporcionados por el cepario de Microbiología de la UAAAN. Las cepas evaluadas fueron *Trichoderma asperellum* (TA), *T. harzianum* (THZ), *T. lignorum* (TL) y *T. yunnanense* (TY); las cuales fueron activadas en el medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) suplementado con 3 g L⁻¹ de extracto de malta.

Compatibilidad entre especies de *Trichoderma*

Las cepas de *Trichoderma* spp. se activaron en cajas Petri de 90 mm con medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA), transcurridos 10 días se realizaron confrontaciones entre dos, tres y cuatro especies. Se establecieron 8 tratamientos, para confrontar dos especies se sembraron en puntos equidistantes (TA-TL, TA-THZ, TA-TY y TY-TL) con tres especies al sembrarlas en los puntos de intersección de un triángulo equilátero (TA-TLTHZ, TY-TA-TL y TA-TY-THZ) y las cuatro especies se sembraron en los cuatro puntos cardinales (TA-TL-THZ-TY) de la caja Petri con el medio PDA y se incubaron a 27 ± 2 °C. Se realizaron observaciones cada 12 h, una vez hubo contacto entre las especies confrontadas se midió cada especie confrontada y cada una de ellas por separado, para lo cual, se utilizó un Vernier digital y se determinó la compatibilidad usando la metodología de Sueke et al. (2010). Ocho días después de la siembra se contabilizaron las esporas con una cámara de Neubauer en un microscopio compuesto Motic BA210E y se midió el ancho de barrera en el punto de contacto entre las especies de *Trichoderma* confrontadas.

Ensayo en campo

Se sembraron semillas de chile serrano de la variedad Tampiqueño 74 en charolas de poliestireno, transcurridos 40 días después de la siembra (dds), plántulas de 10 cm de altura se trasplantaron a doble hilera en camas de 1.5 m, con riego por goteo y acolchado plástico. La fertilización se realizó antes de la siembra, aplicando al fondo del surco la dosis de 600 kg ha⁻¹ de la mezcla física T-17 (17-17-17), la

cual tenía una composición de fosfato monoamónico granulado (11-52-00), urea (46-00-00) y nitrato de potasio (12-00-46). Con base en los resultados de compatibilidad *in vitro* se evaluaron los tratamientos de especies de *Trichoderma* por separado (TL, THZ, TA), dos (TA-TL, THZ-TL y THZ-TA), tres (THZ-TA-TL) y un testigo absoluto. Las aplicaciones se realizaron al drench a los 7, 21, 51 y 81 dds, con una solución de conidias de 1×10^6 . El experimento se estableció en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Transcurridos 85 días dds se evaluaron las variables producción por planta, número de frutos por planta, además, los parámetros de incidencia y severidad de la enfermedad como se describe en la investigación de Espinoza *et al.* (2019).

Análisis de datos

Las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$) utilizando el programa estadístico SAS (Versión 9.3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Compatibilidad de especies de *Trichoderma*

Al confrontar las diferentes cepas de *Trichoderma*, se encontró que *T. lignorum* (TL) produjo altas concentraciones de conidios por mL (4.42×10^7), seguido por la combinación TA-TL (2.04×10^7) y TY-TL (1.46×10^7). Las mejores combinaciones con tres especies fue TA-TY-THZ y TA-TL-THZ en concentraciones de 9.92×10^6 y 9.28×10^6 , respectivamente; además se observó que al combinar las cuatro cepas la esporulación se redujo significativamente (Tabla 1). La compatibilidad en el crecimiento (Figura 1) muestra que existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), donde TA-TL, TA-TL-THZ, TA-THZ y TL-THZ mostraron compatibilidad del crecimiento del 60 al 71%. Al realizar las mediciones y observaciones de la barrera formada cuando se confrontan las diferentes especies de *Trichoderma* (Figura 1) se pudo constatar que existe compatibilidad de TA-TL, TA-THZ y TA-TL-THZ, con ancho de barrera de 0.05, 0.06 y 0.08 cm, respectivamente. Lo que demuestra que TA-TL y TA-TL-THZ son compatibles por su buen

comportamiento en las variables de esporulación, compatibilidad en el crecimiento y sin efecto antagonístico al crecer en el mismo espacio. La condición de la formación de barrera de defensa, competencia por el espacio y esporulación, indican que el efecto encontrado se asocia a la producción de metabolitos secundarios, además el contenido mineral del medio de cultivo y la afinidad entre especies puede mantener su capacidad de esporulación (Ortuño *et al.* 2013). El desarrollo micelial de los microorganismos que comparten un mismo espacio responden a principios ecológicos, donde la interacción funcional se observa cuando la contribución de un miembro de la comunidad a una función a nivel comunitario depende de la presencia o ausencia de otras especies (Sánchez *et al.* 2019). También se sabe que microorganismos compatibles mejoran el suelo desde su composición físico-químico, contenido de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio (Villacís *et al.* 2016), además promueven el crecimiento vegetal, controlan enfermedades y se aumenta el rendimiento de los cultivos (Cano 2011).

Tabla 1. Esporulación en placa de especies de *Trichoderma* solos y en combinación.

Combinación	Esporas mL ⁻¹	Combinación	Esporas mL ⁻¹
TL	4.42×10^7 <i>as</i>	TA-THZ	5.45×10^6 <i>def</i>
TA-TL	2.04×10^7 <i>b</i>	TA-TY	5.38×10^6 <i>ef</i>
TY-TL	1.46×10^7 <i>bc</i>	TY-TA-TL	5.02×10^6 <i>ef</i>
TL-THZ	1.39×10^7 <i>bcd</i>	TA-TL-THZ-TY	4.94×10^6 <i>ef</i>
TA	1.29×10^7 <i>bcde</i>	TY-THZ	4.63×10^6 <i>ef</i>
TA-TY-THZ	9.92×10^6 <i>cdef</i>	THZ	2.72×10^6 <i>f</i>
TA-TL-THZ	9.28×10^6 <i>cdef</i>	TY	1.66×10^6 <i>f</i>

*Especies de *Trichoderma* solas o en combinación producen la misma cantidad de conidios estadísticamente ($P > 0.05$). TA: *Trichoderma asperillum*, THZ: *T. harzianum*, TL: *T. lignorum*, y TY: *T. yunnanense*.

Incidencia y severidad de la marchitez del chile

En la incidencia de la enfermedad (Tabla 2) se encontraron diferencias estadísticas marcadas ($p < 0.05$), expresando el testigo altos porcentajes (47.69%) de la enfermedad. Mientras que el tratamiento THZ-TA-TL expreso baja incidencia (13.67%), pero la severidad fue estadísticamente igual, lo que sugiere que la aplicación de las tres especies de *Trichoderma* protege a la planta de la

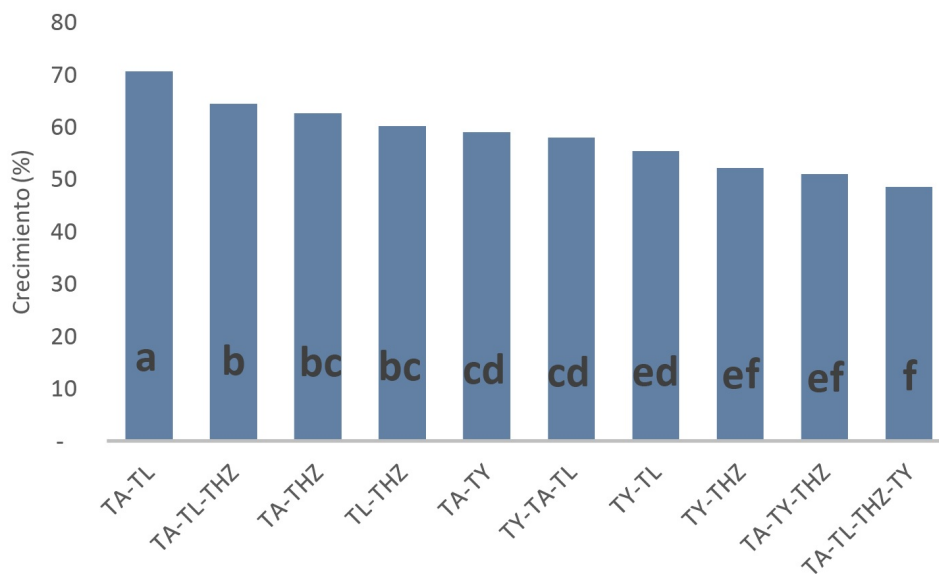


Figura 1. Crecimiento micelial de diferentes especies de *Trichoderma* solos o en combinación al crecer sobre Papa Dextroza Agar (PDA). TA: *Trichoderma asperellum*, THZ: *T. harzianum*, TL: *T. lignorum*, TY: *T. yunnanense*

Tabla 2. Comportamiento de plantas de chile en producción de frutos en campo bajo diferentes tratamientos de especies de *Trichoderma* solos o en combinación aplicados al drench.

Tratamiento	Pi	EE	Dpi	EE	Ps	EE	DPs	EE	Pp	EE	Ipp	EE	Fp	EE	IFp	EE
THZ-TA-TL	13.67 ^{bs}	1	71.34 ^a	7	9.67 ^a	1	57.53 ^a	5	737.30 ^{ab}	52	70.55 ^a	5	113.67 ^{ab}	12	72.80 ^a	18
THZ	34.52 ^{ab}	4	29.22 ^a	4	16.43 ^a	5	39.20 ^a	4	630.00 ^{ab}	58	47.54 ^a	6	97.44 ^{ab}	7	48.14 ^a	10
TA	32.74 ^{ab}	5	31.35 ^a	1	7.50 ^a	1	58.88 ^a	7	678.00 ^{ab}	74	63.64 ^a	15	99.22 ^{ab}	16	59.21 ^a	10
TL	20.97 ^{ab}	1	56.04 ^a	11	9.12 ^a	1	50.02 ^a	13	754.20 ^{ab}	37	74.75 ^a	10	112.56 ^{ab}	13	71.92 ^a	12
THZ-TA	32.41 ^{ab}	1	33.66 ^a	3	10.65 ^a	1	41.62 ^a	2	478.00 ^{ab}	33	14.11 ^a	2	70.89 ^{ab}	6	14.17 ^a	2
THZ-TL	28.91 ^{ab}	1	55.98 ^a	2	6.05 ^a	1	6.85 ^a	4	769.80 ^{ab}	45	78.02 ^a	5	97.67 ^{ab}	7	48.95 ^a	6
TA-TL	21.76 ^{ab}	2	55.98 ^a	2	7.63 ^a	1	58.14 ^a	4	802.20 ^a	46	86.21 ^a	3	116.22 ^a	14	79.14 ^a	5
TESTIGO	47.69 ^a	6	-	-	18.24 ^a	3	-	-	434.40 ^b	26	-	-	65.78 ^b	5	-	-

Pi: porcentaje de incidencia de la enfermedad; EE: error estándar; Dpi: disminución del porcentaje de incidencia de la enfermedad; Ps: porcentaje de severidad de la enfermedad; DPs: disminución del porcentaje de severidad de la enfermedad; Pp: producción por planta; Ipp: incremento de producción por planta; Fp: frutos por planta; IFp: incremento de frutos por planta; TA: *Trichoderma asperellum*; THZ: *T. harzianum*; TL: *T. lignorum*; TY: *T. yunnanense*. *Tratamientos con letras diferentes entre columnas indican diferencias estadísticas de acuerdo con la prueba de Tukey (P < 0.05).

infección, pero no tiene efecto en plantas enfermas. La incidencia y severidad de la marchitez del chile se reducen con la aplicación de diferentes especies de *Trichoderma*, al respecto, Sánchez *et al.* (2019) indican que al confrontar a especies de *Trichoderma* spp. con *Pythium ultimum* hay antagonismo *in vitro* del fitopatógeno, además, en condiciones de campo se reduce la sintomatología en raíz y área foliar. La combinación de microorganismos compatibles desencadenan e incrementan la respuesta de defensa en la planta comparado cuando son suministrados microbios solos (Rodríguez *et al.* 2019, Morato y Cardona 2021), por lo que esta alternativa de control biológico suprime eficazmente los patógenos y es amigable

con el medio ambiente (Nishad *et al.* 2020).

Producción y número de frutos por planta

En la producción de frutos por planta se encontraron diferencias estadísticas significativas (p < 0.05), presentando la mezcla TA-TL la mayor producción (802.2 g planta⁻¹), seguido de THZ-TL (769.8 g planta⁻¹), con respecto al testigo los tratamientos incrementaron la producción en 86 y 78%, ya que el testigo tuvo un rendimiento de 434.4 g planta⁻¹. Para el número de frutos por planta, se encontraron diferencias significativas (p < 0.05), presentando las mezclas TA-TL 116.22, THZ-TA-TL 113.67 y TL 112.56, mientras que el testigo tuvo 65.78 fru-

tos por planta. Pero los incrementos de producción fueron estadísticamente iguales, pero se encontraron incrementos del 14 al 79% con respecto al testigo (Tabla 2). Al respecto, Alejo *et al.* (2015) comprobaron que los aislamientos de *Trichoderma* spp. provenientes de patosistemas silvestres y agrícolas tuvieron un efecto promotor de crecimiento en plantas de *Capsicum chinense* Jacq., por otra parte, estudios con chile dulce demuestran que la aplicación de *T. asperellum* estimula el crecimiento de las plántulas en la etapa de almácigo, lo que mejoró la elongación de la raíz, la biomasa de la raíz y el área foliar (Brenes *et al.* 2019). Lo que se puede atribuir a que las especies de *Trichoderma* que interactúan en la rizosfera sintetizando hormonas en la raíz de la planta, lo que puede interferir con el desarrollo y alterar de forma positiva el desarrollo de las plantas (Nieto *et al.* 2017, Li *et al.* 2019). También se ha comprobado que hay una relación armónica y ecológicamente compatible al aplicar microorganismos con productos bioactivos, ya que estos permiten un ade-

cuado estado nutricional de las plantas y son una alternativa a explotar en el sector agrícola (Terry *et al.* 2005).

Se encontró compatibilidad de *Trichoderma lignorum* con *T. asperellum* y *T. harzianum*, en laboratorio y campo, ya que en condiciones *in vitro* no se antagonizan, comparten espacio y permiten la esporulación. Se tiene una respuesta favorable a la inoculación de *Trichoderma lignorum* y sus combinaciones con *T. asperellum* y *T. harzianum*, con evidencia de aumento del rendimiento y sanidad de las plantas de chile serrano Tampiqueño 74 sensible a la enfermedad en condiciones de campo.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico para realizar estudios de postgrado.

LITERATURA CITADA

- Alejo JC (2015) *Trichoderma* spp. promotoras del crecimiento en plántulas de *Capsicum chinense* Jacq. y antagonistas contra *Meloidogyne incognita*. *Phyton-International Journal of Experimental Botany* 84: 113-119.
- Andrade HP, Luna CA, Osorio HE, Molina GE, Landero VN, Barrales CHJ (2019) Antagonismo de *Trichoderma* spp. vs hongos asociados a la marchitez de chile. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 1259-1272.
- Atanasova L, Gruber S, Lichius A, Radebner T, Abendstein L, Münsterkötter M, Stralis N, Labaj P, Kreil D, Zeilinger S (2018) The Gpr1-regulated Sur7 family protein Sfp2 is required for hyphal growth and cell wall stability in the mycoparasite *Trichoderma atroviride*. *Scientific Reports* 8(1): 12064. DOI: 10.1038/s41598-018-30500-y.
- Brenes MJ, Zúñiga VC, Villalobos AM, Zúñiga PC, Rivera MW (2019) Efectos de *Trichoderma asperellum* en la estimulación del crecimiento en chile dulce (*Capsicum annum*) variedad Nathalie en ambientes protegidos. *Revista Tecnología en Marcha* 32: 79-86.
- Cano MA (2011) Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 14: 15-31.
- De Ramón CM, López PM, González CL, Sánchez TP (2019) PdMFS1 Transporter contributes to *Penicillium digitatum* fungicide resistance and fungal virulence during citrus fruit infection. *Journal of Fungi* 5(4): 100. DOI: 10.3390/jof5040100.
- Espinoza ACA, Gallegos MG, Ochoa FYM, Hernández CFD, Méndez AR, Rodríguez GR (2019) Antagonistas microbianos para biocontrol de la marchitez y su efecto promotor en el rendimiento de chile serrano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 23: 187-197.

- Li MF, Li GH, Zhang KQ (2019) Non-volatile metabolites from *Trichoderma* spp. *Metabolites* 9(3): 58. DOI: 10.3390/metabo9030058.
- Morato LDD, Cardona MBB (2021) Inducción de resistencia en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y antagonismo de *Trichoderma viride* contra *Fusarium oxysporum*. *Acta Agronómica* 70: 101-106.
- Nieto JMF, Steyaert JM, Salazar BFB, Nguyen DV, Rostás M, Braithwaite M, De Souza J, Jimenez JB, Ohkura M, Steward A, Mendoza AM (2017) Environmental growth conditions of *Trichoderma* spp. affects indole acetic acid derivatives, volatile organic compounds, and plant growth promotion. *Frontiers in Plant Science* 8: 102. DOI: 10.3389/fpls.2017.00102.
- Nishad R, Ahmed T, Rahman VJ, Kareem A (2020) Modulation of plant defense system in response to microbial interactions. *Frontiers in Microbiology* 11: 1298. DOI: 10.3389/fmicb.2020.01298.
- Ortuño N, Miranda C, Claros M (2013) Selección de cepas de *Trichoderma* spp. generadoras de metabolitos secundarios de interés para su uso como promotor de crecimiento en plantas cultivadas. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 1: 16-32.
- Pérez ACE, Carrillo RJC, Chávez SJL, Perales SC, Enríquez VR, Villegas AY (2017) Diagnóstico de síntomas y patógenos asociados con marchitez del chile en Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 281-293.
- Reyes TA, Rodríguez AG, Fernández PSP, Pedraza SME, Larsen J, Vázquez MG (2021) Caracterización morfológica de aislados de *Phytophthora capsici* provenientes de Jalisco y Michoacán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 39: 75-93.
- Rodríguez PA, Rothballer M, Chowdhury SP, Nussbaumer T, Gutjahr C, Falter BP (2019) Systems biology of plant-microbiome interactions. *Molecular Plant* 12: 804-821.
- Salazar BFB, Sánchez RD, Becerra FA, López GM, Nieto JF, Mendoza MA, Jiménez BJF (2015) *Arabidopsis thaliana* polyamine content is modified by the interaction with different *Trichoderma* species. *Plant Physiology and Biochemistry* 95: 49-56.
- Sanchez GA, Bajić D, Osborne ML, Poyatos JF, Sanchez A (2019) High-order interactions distort the functional landscape of microbial consortia. *PLoS Biology* 17(12): e3000550. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000550.
- Sánchez MB, Diánez F, Moreno GA, Gea FJ, Santos M (2019) Plant growth promotion and biocontrol of *Pythium ultimum* by saline tolerant *Trichoderma* isolates under salinity stress. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16: 2053. DOI: 10.3390/ijerph16112053.
- Sang H, Hulvey JP, Green R, Xu H, Im J, Chang T, Jung G (2018) A xenobiotic detoxification pathway through transcriptional regulation in filamentous fungi. *American Society for Microbiology mBio* 9(4): e00457-18. DOI: 10.1128/mBio.00457-18.
- SIAP (2020) Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 8 de marzo de 2022.
- Sueke H, Kaye SB, Neal T, Hall A, Tuft S, Parry CM (2010) An *in vitro* investigation of synergy or antagonism between antimicrobial combinations against isolates from bacterial keratitis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 51: 4151-4155.
- Terry E, Leyva A, Díaz MM (2005) Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Cultivos Tropicales* 26: 77-81.

Villacís ALA, Zapata VJJ, León GOA, Vásquez FCL, Mullo SJG, Zapata VAC, Gutierrez AAC (2016) Compatibilidad y sobrevivencia de microorganismos benéficos de uso agrícola (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*) en compost. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 4: 93-99.