




# Inoculantes comerciales en Baja California, México: calidad y capacidad de biocontrol de hongos fitopatógenos

## Commercial inoculants in Baja California, Mexico: quality and capacity of biocontrol of phytopathogenic fungi

Daniel González-Mendoza<sup>1</sup>  Olivia Tzintzun-Camacho<sup>2</sup>  Vianey Méndez-Trujillo<sup>3</sup> 

Carlos Ceceña-Duran<sup>4</sup>  Dagoberto Duran-Hernández<sup>5</sup>  Onecimo Grimaldo-Juarez<sup>6</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California ✉ [danielg@uabc.edu.mx](mailto:danielg@uabc.edu.mx)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California ✉ [otzintzun@uabc.edu.mx](mailto:otzintzun@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Baja California ✉ [vianey.mendez.trujillo@uabc.edu.mx](mailto:vianey.mendez.trujillo@uabc.edu.mx)

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Baja California ✉ [carlos.cecena.duran@uabc.edu.mx](mailto:carlos.cecena.duran@uabc.edu.mx)

<sup>5</sup>Universidad Autónoma de Baja California ✉ [ddurn@uabc.edu.mx](mailto:ddurn@uabc.edu.mx)

<sup>6</sup>Universidad Autónoma de Baja California ✉ [onecimo.grimaldo@uabc.edu.mx](mailto:onecimo.grimaldo@uabc.edu.mx)

Recibido: 20/12/2021 Aceptado: 24/02/2022

**Resumen** En el presente estudio se realiza una evaluación de la calidad biológica y viabilidad celular de diferentes inoculantes microbianos comercializados en Baja California, México. Para tal fin, se determina por triplicado la capacidad antagonista con la confrontación dual con hongos fitopatógenos, la viabilidad celular usando la técnica de dilución en serie en medio de cultivo y la revisión del cumplimiento de criterios de rotulación de etiqueta con base a la normativa mexicana en los productos: Bioben, T-22, Funqui, Agroderma, Bio-Tilis, Enerbac, Fus-Out y Bacillus 1537. Los resultados mostraron que los productos Agroderma, Bacillus 1537 y Fus-Out, no presentaron registro sanitario. La viabilidad de los inoculantes evaluados mediante la técnica de conteo en placa, mostraron valores de UFC/g o UFC/mL, inferiores a los indicados por las etiquetas. Los resultados de antagonismos de los productos biológicos contra los hongos fitopatógenos: *Alternaria alternata*, *Macrophomina sp.*, *Fusarium solani*, y *Botrytis sp.*, mostraron que solo el formulado a base de Bacillus 1537 presentó un efecto inhibitorio mayor del 50% sobre los hongos fitopatógenos. En contraste, los productos formulados a base de hongos micoparásitos, una menor eficiencia de inhibición de hongos fitopatógenos, siendo el inoculante Funqui, el que presentó la capacidad de inhibir el crecimiento en un 50%. Baja California cuenta con una amplia presencia de inoculantes comerciales, su calidad y eficiencia biológica es variable contra los agentes patógenos presentes en los suelos agrícolas de la región.

**Palabras clave:** Inoculantes, calidad, formulación, fitopatógenos, Baja California.

**Abstract** In the present study, the biological quality and cell viability of different microbial inoculants marketed in Baja California, Mexico, was carried out. For this purpose, the antagonistic capacity was determined in triplicate by means of dual confrontation with phytopathogenic fungi, determination of cell viability using the serial dilution technique in culture medium; as well as the review of compliance with the packaging criteria based on the Mexican regulations in the products: Bioben, T-22, Funqui, Agroderma, Bio-Tilis, Enerbac, Fus-Out and Bacillus 1537. The results showed that the products Agroderma, Bacillus 1537 and Fus-Out, no health registration submitted. On the other hand, the viability of the inoculants evaluated by means of the plate count technique, showed values of CFU/g or CFU/mL, lower than those indicated by the labels of the commercial inoculants. The results of antagonism of biological fungi against phytopathogenic fungi: *Alternaria alternata*, *Macrophomina sp.*, *Fusarium solani*, and *Botrytis sp.*, showed that only the product formulated based on Bacillus 1537 presented an inhibitory effect greater than 50% on phytopathogens. evaluated. In contrast, the products formulated based on mycoparasitic fungi, showed a lower efficiency of inhibition of phytopathogenic fungi, being the Funqui inoculant, the one that presented the capacity to inhibit their growth by 50%. Finally, Baja California has a wide presence of commercial inoculants; however, its quality and biological efficiency is variable against the pathogens present in the agricultural soils of the region.

**Keywords:** inoculants, quality, formulation, phytopathogens, Baja California.

## Introducción

El Noroeste de México se caracteriza por su clima semidesértico con precipitaciones pluviales que van de 50 a 500 mm (González-Mendoza *et al.*, 2015). No obstante, aún con las limitaciones ambientales esta región es una de las zonas agrícolas más productivas del país, la cual participa con el 29% del valor de la producción de hortalizas con relación al resto del país (Avendaño & Varela, 2010). Lo anterior como resultado de la asociación entre los productores con empresas distribuidoras internacionales de frutas y hortalizas, lo cual ha favorecido ventajas competitivas locales, básicamente en materia de costos e infraestructura que permite comercializar un elevado volumen de productos a nivel local e internacional (Zloliniski, 2011). Sin embargo, en el Noroeste de México, en estados como Baja California, la producción agrícola puede verse afectada por los costos, eficacia e impacto del uso de agroquímicos que son empleados para el control de diversos fitopatógenos como hongos, virus e insectos, que pueden ocasionar importantes pérdidas durante en los cultivos (González-Soto *et al.*, 2017).

Esto ha generado que los productores incorporen en sus sistemas de producción alternativas sustentables que permitan ayudar a controlar la incidencia de fitopatógenos, como el uso de bioplaguicidas formulados con microorganismos con actividad antagónica (Tranier *et al.*, 2014). En donde la eficacia de los productos microbianos usados como agentes de biocontrol, depende de su grado de especificidad con respecto a los patógenos y condiciones ambientales en donde se utilizan (Amatuzzi *et al.*, 2017). De tal forma, que la eficacia del agente de control biológico comercial empleado representa un punto crítico para mejorar su adopción por los productores en los diferentes sistemas de producción (Benintende, 2010).

En Baja California, especialmente en el valle de Mexicali, los productores, asesores agrícolas y las autoridades gubernamentales, se enfrentan al hecho de que existe una limitada información sobre la eficacia de productos microbianos comerciales usados como agentes de biocontrol contra los hongos fitopatógenos que afectan a los cultivos de la región. De tal forma, que el objetivo del presente estudio fue determinar viabilidad celular, capacidad antagónica contra *Alternaria alternata*, *Macrophmina sp.*, *Fusarium solani*, *Botrytis sp.* Así como el cumplimiento de los criterios de rotulación de etiqueta de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, de ocho inoculantes comerciales con acción de control biológico comercializados en Baja California, México.

## Materiales y Métodos

Se realizó la selección de ocho inoculantes comerciales que se distribuyen en Baja California México. Los productos fueron transportados para su análisis en el laboratorio de biotecnología agrícola del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, México. Previamente a su análisis biológico, los productos fueron clasificados con base a su procedencia, tipo de organismos (hongos o bacterias) y nombre comercial (Tabla 1).

## Evaluación de viabilidad de los inoculantes

La viabilidad de los ocho productos microbianos se determinó utilizando el método de conteo en placa de acuerdo con lo reportado por Aloo *et al.* (2022). Para lo cual, se formularon diluciones de cada producto en medio de cultivo para hongos (Agar Dextrosa

Papa) y bacterias (Agar Nutritivo). Los resultados fueron expresados como número

de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

Tabla 1

Procedencia y tipo de inoculantes evaluados

Inoculante	Tipo de organismo	Empresa	Procedencia
BIOBEN	<i>Trichoderma harzianum</i>	Agrícola innovación	México, D.F.
T-22	<i>Trichoderma harzianum rifai</i>	Plant Health Care de Mexico	México, D.F.
Funqui	<i>Trichoderma viride cepa Q07</i>	SinQuímica	Ahome, Sinaloa
Agroderma	<i>Trichoderma harzianum</i>	LabsaBio	Culiacan, Sinaloa
Bio-Tilis	<i>Bacillus subtilis</i>	Vergel	Mexico, D.F.
Enerbac	Complejo de 13 bacterias benéficas	Agrícola innovación	México, D.F.
Fus-Out	<i>Trichoderma harzianum</i>	Vergel	México, D.F.
Bacillus 1537	<i>Bacillus stearotemphillus</i>	LabsaBio	Culiacan, Sinaloa

Nota. Elaboración propia.

Además, se determinaron para cada producto, el cumplimiento de los siguientes criterios de rotulación de etiqueta: 1) registro sanitario, 2) número de lote y 3) fecha de caducidad, teniendo en cuenta los protocolos establecidos en el manual de procedimientos técnicos para el control de calidad de inoculantes de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-182-SSA1-2010**.

## Evaluación de la capacidad antagónica de los inoculantes a base de bacterias

El efecto antagónico se determinó mediante bioensayos *in vitro* siguiendo la metodología de cultivo dual acuerdo a lo propuesto por Kunova *et al.* (2016). Para esto, los hongos fitopatógenos, se sembraron previamente en medio Agar Dextrosa Papa (APD) y se incubaron durante siete días a 30°C. Los aislados bacterianos se sembraron en caldo nutritivo durante 24 horas, en condiciones de agitación a 150 rpm y temperatura de 30°C. La concentración celular se ajustó a 10<sup>8</sup> cel/mL, para inocular superficialmente cuatro puntos de la caja Petri y colocando en la parte media un fragmento del hongo patógeno previamente crecido utilizando un obturador de 5 mm de

diámetro. Finalmente, las cajas inoculadas se incubaron a 30°C con tres réplicas por aislado. La actividad antagónica de los aislados se determinó a través de la medición del diámetro de crecimiento del hongo fitopatógeno en presencia del antagonista bacteriano a los 9 días. Como control negativo se utilizaron tres placas donde se encontraban solamente los hongos. Con las mediciones obtenidas se procedió al cálculo del porcentaje de inhibición de acuerdo con lo propuesto por Matar *et al.* (2009).

## Evaluación de la capacidad antagónica de los inoculantes a base hongos

Para comprobar la capacidad antagónica de los productos a base de hongos, se procedió colocar por triplicado los hongos antagonistas y fitopatógenos en cada extremo de la caja de Petri, con un disco de 5 mm de APD (Younesi *et al.*, 2021). La inhibición del crecimiento fue evaluada por nueve días con muestreos cada 72 horas. Se consideraron tres repeticiones para cada enfrentamiento y un grupo testigo. El porcentaje de inhibición se estimó con base en la diferencia obtenida entre el crecimiento obtenido de patógeno confrontado con la

cepa antagonista y el crecimiento de la cepa del respectivo patógeno sin antagonista a los nueve días (Maciel *et al.*, 2014).

## Análisis estadísticos

Se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza a las variables de los experimentos y se aplicó la prueba T de Student utilizando el programa Statistica para Window versión 6.0.

## Resultados y Discusión

Una de las principales limitaciones en la producción intensiva en el Noroeste de México, es la dependencia en el uso de agroquímicos (Moreno-Ramírez *et al.*, 2015). Por lo que el empleo de microorganismos puede ser una alternativa biotecnológica para el control de enfermedades en el valle de Mexicali (Vargas-Bejarano *et al.*, 2012). En el presente estudio se encontró que los productos evaluados provienen de diferentes zonas geográficas que difieren de las condiciones ambientales de Baja California, especialmente en el valle de Mexicali (Tabla 1). Lo anterior puede representar un riesgo a corto y mediano plazo a la diversidad microbiana nativa presente en los suelos de la región. Esto debido a que las poblaciones de microorganismos benéficos

nativos pueden verse desplazados, por la acción de microorganismos de otras regiones (Han *et al.*, 2006).

Según Cornell *et al.* (2021) recientes estudios muestran que los productos biológicos como los inoculantes pueden influir indirectamente en el rendimiento de los cultivos a través de cambios en la diversidad microbiana del suelo. Por lo que es importante considerar el microbioma del suelo al evaluar la eficacia de los inoculantes y su impacto al edafosistema. En cuanto a la información sobre los criterios de rotulación de etiqueta, en el empaque de cada producto evaluado, como: 1) registro sanitario, 2) número de lote y 3) fecha de caducidad. Los resultados mostraron que los inoculantes Agroderma, Bacillus 1537 y Fus-Out, no presentaron registro sanitario (Tabla 2). Siendo únicamente el producto T-22 el que cumplió con el 100% de los criterios específicos de rotulación de etiqueta. Aun cuando existe un potencial en el uso de inoculantes microbianos en México, son pocos los trabajos que registren el cumplimiento de la normatividad vigente en los bioinsumos que se venden en el país. A diferencia de países como Colombia y Argentina quienes han documentado estudios sobre la calidad de inoculantes y su apego con la normatividad exigida por las instituciones gubernamentales de cada uno de los países antes mencionados (Benintende, 2010; Zambrano-Moreno *et al.*, 2015).

Tabla 2

Criterios específicos que debe presentar la etiqueta

PRODUCTO	Registro Sanitario	Número de Lote	Fecha de Caducidad
Agroderma	No presenta	+	+
Bioben	+	+	No es precisa
T-22	+	+	+
Enerbac	+	+	No es precisa
Fus-Out	No presenta	+	+
Bacillus 1537	No presenta	+	+
Funqui	+	+	No es precisa
Bio-Tilis	+	+	+

Nota. Elaboración propia.

Por otra parte, la pureza de los inoculantes evaluados indicaron que los valores de UFC/gr o UFC/mL, fueron inferiores a lo indicado por las etiquetas de estos productos biológicos comerciales a partir de la dilución  $10^{-3}$  (Tabla 3). Adicionalmente, el 28% de los productos mostró la presencia de contaminantes, principalmente microorganismos diferentes a los indicados. Siendo T-22 y Agroderma, los que mostraron colonias no identificadas. Similares resultados han sido previamente reportados en **Tabla 3**

otros países, por ejemplo, Gómez et. al. (1997) evaluaron inoculantes comerciales provenientes de diversas compañías de Argentina y señalaron que la calidad promedio era pobre. Sin embargo, Benintende (2010) encontró que el 76% de los productos evaluados superó la cantidad de microorganismos indicados por el productor. Lo que sugiere que se ha mejorado la calidad de los productos ofrecidos en el mercado argentino de inoculantes, aunque la situación aún no es ideal.

Valores de UFC presente en los inoculantes comerciales evaluados

PRODUCTO de la casa agrícola	UFC/gr	UFC/ mL	Log <sub>10</sub> UFC/g	Log <sub>10</sub> UFC/mL
Agroderma	NP	1x10 <sup>8</sup> /4.2x10 <sup>5</sup>	NP	5.62
Bioben	1x10 <sup>7</sup> /5.1x10 <sup>5</sup>	NP	5.7	NP
T-22	1x10 <sup>7</sup> /1.02x10 <sup>6</sup>	NP	6.00	NP
Enerbac	NP	1x10 <sup>2</sup> /1.06x10 <sup>6</sup>	NP	6.02
Bio-Tilis	NP	1x10 <sup>7</sup> / 1.04x10 <sup>5</sup>	NP	5.02
Bacillus 1537	NP	1 x10 <sup>11</sup> / 2x10 <sup>6</sup>	NP	6.30
Funqui	NP	1 x10 <sup>8</sup> / 7x10 <sup>3</sup>	NP	3.84
Fus-Out	NP	1 x10 <sup>7</sup> / 5x10 <sup>4</sup>	NP	4.69

Nota. NP: no aplica; valores en rojo corresponde a lo marcado por el fabricante.

No obstante, específicamente en el valle de Mexicali, los estudios son escasos, por lo que controles de fabricación y comercialización son necesarios para asegurar la calidad de los productos que se comercializan. Es importante indicar que el desarrollo de inoculantes eficientes involucra aspectos como escalamiento, almacenamiento, conservación y evaluación de su eficiencia *in vitro* y en *in vivo* en condiciones similares en donde se pretende emplear (Timmusk *et al.*, 2017). En este aspecto los resultados de antagonismos mostraron que los productos formulados a base de bacterias antagonicas: Bacillus 1537 de LabsaBio, Enerbac, y Bio-Tilis, presentaron efectos diversos sobre el crecimiento de los siguientes hongos fitopatógenos, *Alternaria alternata*, *Macrophmina sp.*, *Fusarium solani*, *Botrytis sp.* (Figura 1). En donde los productos a base de bacterias mostraron poco efecto contra *Fusarium solani*. El producto formulado a base de Bacillus 1537

de LabsaBio fue el único que presentó un efecto significativamente ( $P \leq 0.05$ ) inhibitorio en los patógenos evaluados (Figura 1).

En el caso de los productos Enerbac y Bio-Tilis, la información que presentan sus fichas técnicas no concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, específicamente contra *Fusarium solani*. Estos resultados fueron superiores al registrado por los productos formulados a base de hongos micoparásitos. De los cuales, solo el producto Funqui, presentó la capacidad de inhibir el crecimiento significativamente ( $P \leq 0.05$ ) de todos los hongos fitopatógenos evaluados en un 50%. Los demás productos Fus-Out, Agroderma y Bioben mostraron efectos de inhibición significativos ( $P \leq 0.05$ ) en los patógenos *Botrytis sp.* (60 %), *Fusarium solani* (60%) y *Alternaria alternata* (50%), en donde se observó el mayor efecto de inhibición (Figura 2).

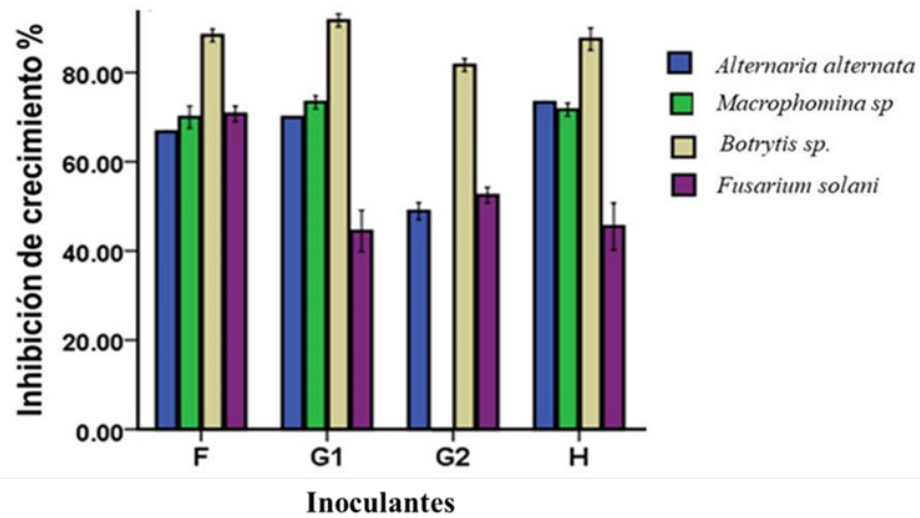


Figura 1

Efecto inhibitorio de las bacterias aisladas de los productos Bacillus 1537 (F), Enerbac (G1 y G2) y Bio-Tilis (H) sobre diferentes hongos fitopatógenos.

Fuente: Elaboración propia.

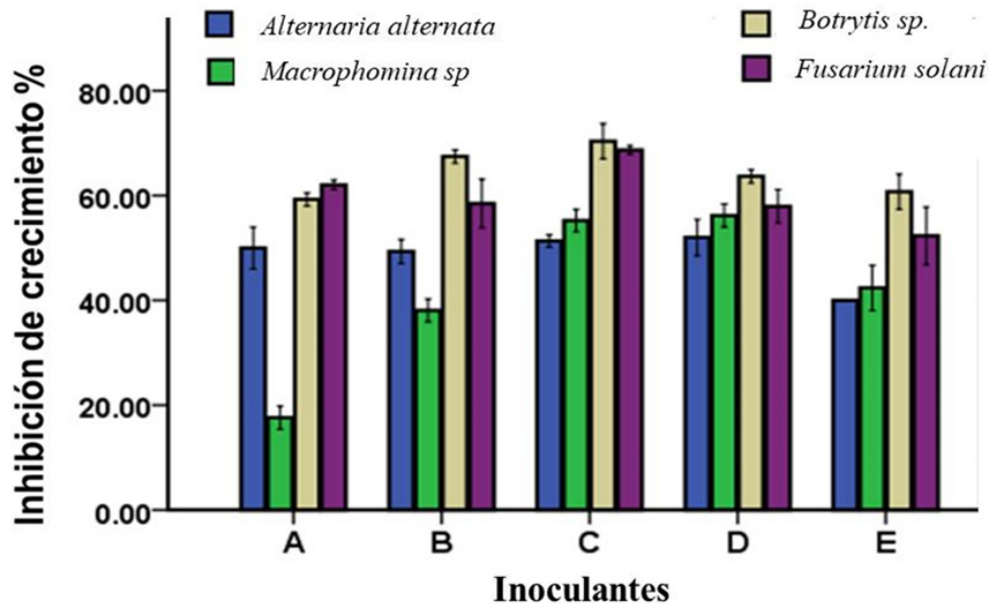


Figura 2

Efecto inhibitorio de los hongos aislados de los productos Agroderma (A), Fus-Out (B), Funqui (C), Bioben (D) y T-22 (E), sobre diferentes hongos fitopatógenos.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el producto T-22, fue el que menor efecto de inhibición presentó frente a todos los patógenos evaluados. Los resultados de antagonismo de los diferentes productos evaluados mostraron que en el caso del patógeno *Alternaria alternata* y *Fusarium solani* únicamente, el producto Funqui a base de *Trichoderma viridie* resultó ser el que mayor

efecto antagonístico presentó. Por otra parte, la mayoría de los productos mostraron un efecto inhibitorio importante sobre *Botrytis* al inhibir el crecimiento arriba del 60%. En contraste, los productos a base de hongos antagonísticos presentaron poco efecto en la inhibición de *Macrophomina phaseolina* (Figura 2).

## Conclusiones

Actualmente se cuenta con una amplia presencia de inoculantes comerciales en Baja California, específicamente en el Valle de Mexicali. En el presente estudio únicamente un producto biológico cumplió con los criterios de rotulación de etiqueta. En el caso de la capacidad de inhibición los productos denominados Bacillus 1537 y Funqui fueron los únicos que presentaron un mayor grado de inhibición de hongos fitopatógenos, con respecto a los otros productos evaluados. El poder evaluar la calidad biológica de los inoculantes, es una herramienta que permite poder hacer más eficiente su empleo en Baja California, en el sitio de estudio. Futuros estudios deben ser encaminados a evaluar el impacto positivo o negativo que tienen los inoculantes comerciales sobre la biodiversidad microbiana del suelo en donde son aplicados.

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma de Baja California y a SEDAGRO-Baja California por el apoyo otorgado para la realización del proyecto.

## Referencias

- Aloo, B.N., Mbega, E.R., Makumba, B.A. y Tumuhairwe, J. B. (2022). Effects of carrier materials and storage temperatures on the viability and stability of three biofertilizer inoculants obtained from potato (*Solanum tuberosum* L.) rhizosphere. *Agriculture*, 12 (2): 140. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020140>
- Amatuzzi, R.F., Cardoso, N., Poltronieri, A.S., Poitevin, C.G., Dalzoto, P., Zawadeneak, M.A. y Pimentel, I.C. (2018). Potential of endophytic fungi as biocontrol agents of *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera:Crambidae). *Brazilian Journal of Biology*, 78 (3):429-435. <https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.166681>
- Avendaño, B. y Varela, R. (2010). La adopción de estándares en el sector hortícola de Baja California, México. *Estudios Fronterizos, Nueva Época*. 21(11):171-202. <https://doi.org/10.21670/ref.2010.21.a06>
- Benintende, S. (2010). Calidad de inoculantes comerciales para el cultivo de soja en la Argentina: concentración de rizobios viables y presencia de contaminantes. *Revista Argentina de Microbiología*, 42 (2): 129-132. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=213014892013>
- Cornell C., Kokkoris V., Richards, A., Horst, C., Rosa, D., Bennett, J.A. y Hart, M.M. (2021). Do Bioinoculants Affect Resident Microbial Communities? A Meta-Analysis. *Frontier Agronomy*, 3: 753474. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.753474>
- Gómez M.A., Silva, N., Hartmann A., Sagardoy, M.A. y Catroux, G. (1997). Evaluation of commercial soybean inoculants from Argentina. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 13:167-173. <https://doi.org/10.1023/A:1018533629378>
- González-Mendoza, D., Torrentera-Olivera, N.G., Ceceña-Duran, C. y Grimaldo-Juarez O. (2015). Water as contamination source of *Salmonella* and *Escherichia coli* in vegetable production in Mexico: A review. *Revista Bio Ciencias*, 3:156-162. <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.03.03.02>
- González-Soto, T.E., Moreno-Ramírez, L., Troncoso-Rojas, R., González-Mendoza, D., Sánchez-Estrada, A., Grimaldo Juárez, O., Tzinzun-Camacho, O. y Ceceña-Duran, C. (2017). Inoculación de *Trichoderma longibrachiatum* en algodón transgénico: Cambios en compuestos fenólicos y enzimas de estrés oxidativo. *Idesia (Arica)* 35 (1): 19-24. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000005>
- Han, H.S., Supanjani E. y Lee, K.D. (2006). Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environment*, 52 (3):130-136. <https://doi.org/10.17221/3356-PSE>
- Kunova, A., Bonaldi, M., Saracchi, M., Pizatti, C., Chen, X. y Cortesi, P. (2016). Selection of *Streptomyces* against soil borne fungal pathogens by a standardized dual culture assay and evaluation of their effects on seed germination and plant growth. *BMC Microbiology*, 16: 272. <https://doi.org/10.1186/s12866-016-0886-1>
- Maciel, C. G., Walker, C., Muniz, M.F. y Araújo, M. M. (2014). Antagonismo de *Trichoderma* SPP. E *Bacillus subtilis* (UFV3918) a *Fusarium sambucinum* em *Pinus elliottii engelm.* *Revista Arvore*, 38 (3): 505-512. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000300013>
- Matar, S.M., El-Kazzaz, S.A., Wagih E.E., El-Diwany, A.I., Moustafa, H.E., Abo-Zaid, G.A., Abd-Elsalam, H.E. y Hafez, E.E. (2009). Antagonistic and inhibitory effect of *bacillus subtilis* against

certain plant pathogenic fungi. *Biotechnology*, 8 (1): 53-61. <https://doi.org/10.3923/biotech.2009.53.61>

Moreno-Ramírez, L., González-Mendoza, D., Cecena-Duran, C. y Grimaldo-Juarez, O. (2015). Molecular identification of phosphate-solubilizing native bacteria isolated from the rhizosphere of *Prosopis glandulosa* in Mexicali valley. *Genetic and Molecular Research*, 14 (1):2793-2798. <https://doi.org/10.4238/2015.March.31.9>

Timmusk, S., Behers, L., Muthoni, J., Muraya, A. y Aronsson, A.C. (2017). Perspectives and challenges of microbial application for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*, 8 (49). <http://doi.org/10.3389/fpls.2017.00049>

Tranier, M.S., Pognant-Gros, J., De la Quiroz, R., Aguilar, C.N., Mateille, T. y Roussos, S. (2014). Commercial biological control agents targeted against plant-parasitic root-knot nematodes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 57(6) :831-841. <https://doi.org/10.1590/S1516-8913201402540>

Vargas-Bejarano, E., Méndez-Trujillo, V., Vázquez-Angulo, J.C., González-Mendoza, D. y Grimaldo-Juarez, O. (2012). Cambios fisiológicos en algodón transgénico inoculado con *Trichoderma* spp. *Phyton (Buenos Aires)*, 81(1):101-105. <http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol81/13-VARGAS-BEJARANO.pdf>

Younesi, H., Bazgir, E., Darvishnia, M. y Chehri, K. (2021). Selection and control efficiency of *Trichoderma* isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in Iran. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 116 :101731. <https://doi.org/10.1016/j.pmp.2021.101731>

Zambrano-Moreno, D.C., Ramón-Rodríguez, L.F., Van Strahlen-Pérez, M. y Bonilla-Buitrago, R.R. (2015). Industria de bioinsumos de uso agrícola en Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18 (1): 59-67. <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.445>

Zlolniski, C. (2011). Water flowing north of the border: export agriculture and water politics in a rural community in Baja California. *Cultural Anthropology*, 26:565-88. <https://doi.org/10.1111/j.1548-1360.2011.01112.x>