

Artículo científico**EFFECTO ESTIMULADOR DEL CRECIMIENTO VEGETAL DE CEPAS DE *BACILLUS* SP EN INTERACCIÓN CON EL CULTIVO DEL TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.).**

Janet Rodríguez Sánchez, José A. Fresneda Buides, Marisel Ortega García, Grisel Tejeda González y Yoania Ríos Rocafull.

RESUMEN

El género *Bacillus* es reconocido por la gran diversidad de compuestos que produce, lo que hace factible su empleo en múltiples campos. En el caso de la agricultura, su potencialidad es aprovechada para estimular el crecimiento de las plantas, a través de mecanismos directos e indirectos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes cepas sobre la estimulación del crecimiento y el control de hongos patógenos que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. 'INIFAT' 28'. Los principales resultados demostraron que las doce cepas utilizadas promueven la germinación. Se destaca la cepa B-17 por su efecto estimulador, ya que incide en el incremento de indicadores fisiológicos de crecimiento en la etapa de posturas. En cuanto al control de los patógenos sobre las semillas "in vivo", existen diferencias en su comportamiento. Las cepas B-3 y B-17 no logran el control de ninguno de los tres patógenos. Las cepas B-15; B-25; B-26; B-28 y B-31 reducen en 89 % la infección causada por *Alternaria alternata* y provocan la no aparición de los primeros síntomas de la enfermedad. Por su parte, B-28 y B-31 disminuyen en 97 % la infección de *Cladosporium oxysporum* y cuatro de las cepas (B-51; B-61; B-15 y B-31) reducen en 90 % la incidencia de *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*. Estos resultados indican el potencial metabólico que poseen estas cepas, lo que posibilita su explotación futura para la formulación de nuevos bioproductos, dirigidos al beneficio de cultivos de interés agrícola en distintos sistemas productivos.

Palabras clave: actividad antagonista, bacterias, hongos.

Stimulator of vegetal growth effect of *Bacillus* sp strains in interaction of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) culture.

ABSTRACT

The genus *Bacillus* is broadly known due the great diversity of compounds that takes place, makes possible its employment in multiple fields. In the case of agriculture, their potentiality has been taken advantage for stimulate of growth of the plants through direct and indirect mechanisms. The objective of the present investigation was to evaluate the effect of the application of different strains on the stimulation of

MSc. Janet Rodríguez Sánchez. Investigador Agregado del Departamento de Recursos Genéticos Microbianos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Calle 188 N° 38754 entre 397 y Linderos. Santiago de Las Vegas. Boyeros. La Habana. E- mail: bioferbiocontrol@inifat.co.cu

the growth and the control of pathogenic fungus that affect to tomato culture (*Solanum lycopersicum* L.) cv. 'INIFAT-28'. The mains results demonstrated that the twelve strains used promote the germination. It highlights the B-17 strains for the stimulator effect, because it impacts in the increment of physiologic indicator of growth in stage of the small plants. As for the control of the pathogenic on the seeds "in vivo", differences exist in their behavior. The strains B-3 and B-17 were not achieving the control of none of the three pathogens. The strains B-15; B-25; B-26; B-28 and B-31 reduced in 89% the infection caused *Alternaria alternata* and they caused the non-appearance of the first symptoms of the illness. On the other hand, B-28 and B-31 diminished in 97 % the infection of the *Cladosporium oxysporum* and four of the strains (B-51; B-61; B-15 and B-31) they reduced in 90 % the incidence of *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*. These results indicate the metabolic potential that they possess these strains that makes possible their future exploitation for the formulations of new bioproduct stimulators of the vegetable growth, directed to the benefit of the cultivations of agricultural interest in different productive systems.

Key words: Antagonistic activity, bacterias, fungus.

INTRODUCCIÓN

El género *Bacillus* es reconocido por su gran diversidad de hábitat, su fácil aislamiento y condiciones de crecimiento (Mosa et al., 2014). Dentro del mismo existen cepas de varias especies, que contribuyen a la estimulación del crecimiento vegetal a través de mecanismos directos e indirectos (Di Bárbaro et al., 2014). La amplia gama de compuestos producidos por su metabolismo primario y secundario, le confiere potencialidad para su uso en el control biológico de hongos fitopatógenos.

La búsqueda de microorganismos con estas características ha cobrado auge en los últimos años, lo que se debe a la necesidad de reemplazar el uso masivo de productos químicos y sintéticos en los sistemas agrícolas de producción. Bajo las condiciones climáticas preponderantes en el trópico, seleccionar cepas promisorias para disminuir las afectaciones provocadas por los principales patógenos cobra vital importancia, ya que comúnmente se presentan epizootias que afectan hasta el 40 % de los rendimientos de las cosechas (Bettiol et al., 2014).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de diferentes cepas sobre la estimulación del crecimiento y el control de hongos patógenos que afectan al cultivo del tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las doce cepas de *Bacillus* que se emplearon en el estudio pertenecen a la Colección de Bacterias Beneficiosas del INIFAT (CBBI). Se usó el cv. 'INIFAT-28' de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Para determinar el efecto estimulador del crecimiento vegetal se utilizó un Método de Bioensayo sobre bandejas plásticas de 23,0 cm de largo, 18,5 cm de ancho y 4,5 cm de profundidad, las cuales se llenaron con una mezcla de suelo Ferralítico Rojo y un portador de materia orgánica en forma de humus de lombriz al 50 %. En cada bandeja se sembraron 30 semillas con un 95 % de germinación inicial.

Los bioproductos de las cepas fueron obtenidos mediante un proceso de fermentación sumergida en zaranda rotatoria a 180 r.p.m y 32 °C de temperatura durante 36 horas, para lo cual se empleó un sistema batch. Se utilizó un medio de cultivo formulado en el INIFAT, cuya

composición no se ofrece por encontrarse en trámite de patente. La concentración final de todos los bioproductos estuvo entre 1×10^8 y 2×10^9 UFC.mL⁻¹. La aplicación se realizó en el momento de la siembra, por aspersión al suelo y las semillas con una dosis de 25 mL de producto puro por bandeja.

Para evaluar el efecto de la germinación se contó el número de semillas emergidas a los 5 y 21 días y se tomó como indicador la aparición del eje del hipocótilo por encima de la superficie del suelo. A los 21 días las plántulas fueron extraídas y se evaluaron indicadores fisiológicos del crecimiento tales como: longitud de la raíz (cm); altura de las plantas (cm), los cuales se midieron con ayuda de una regla graduada, el diámetro del tallo (mm) se determinó con un Pie de Rey, el número de hojas y se determinó la masa fresca (g) en una balanza técnica con una precisión de 0,1 g.

Para determinar la incidencia de los hongos fitopatógenos *Alternaria alternata* Fr. Keissler, *Cladosporium oxysporum* Berk and Curtis y *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* Sacc (Snyder and Hansen) se empleó un Método de Infección Artificial de Semillas (Campos *et al.*, 2014). El mismo se llevó a cabo en condiciones controladas sobre Placas de Petri de 150 mm de diámetro con un papel de filtro en el interior. Todo el material se esterilizó en autoclave a 121 °C durante una hora. Se usaron cuatro réplicas por cada tratamiento (cepa). Cada una de las réplicas tuvo un total de 50 semillas para un total de 200 semillas por variante. Los experimentos se mantuvieron hasta los 14 días a una temperatura de 28 °C, humedad relativa entre 50-60 % y un fotoperíodo de 10 horas luz y 14 de oscuridad. Una vez concluido este tiempo se contó el número de semillas infestadas con el micelio y se observaron los conidios

característicos de cada patógeno, bajo un microscopio estereoscópico de alta resolución.

Para el procesamiento estadístico se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente aleatorizado. Cuando existieron diferencias entre las medias se validaron mediante una prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de significación, previa comprobación de la normalidad y homogeneidad de la varianza, según los protocolos establecidos por Kolmogorov-Smirnov, Cochran C, Hartley y Bartlett. Para ello se utilizó el paquete estadístico Statgraph versión 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las doce cepas de *Bacillus* sp, muestran diferencias en cuanto a su comportamiento respecto a la promoción de la germinación. Este indicador se evaluó por primera vez cinco días después de la siembra. En este momento, las cepas B-17; B-15; B-12 y B-3 lograron estimular la germinación con diferencias significativas respecto al testigo (Figura 1).

Las bacterias estimuladoras del crecimiento vegetal tienen la potencialidad de promover la germinación, que no es más que el adelanto o el incremento del número de semillas germinadas en los tratamientos antes que en los testigos experimentales. Esta conducta se relaciona con la producción por parte de las bacterias, de una gama de compuestos fisiológicamente activos, entre los que se encuentran fitohormonas capaces de provocar el proceso de ruptura de los cotiledones de las semillas (Lugtenberg y Kamilova, 2009).

Las cepas B-26; B-28 y B-51 mostraron otra tendencia, ya que al parecer, retrasan o inhiben la germinación, lo que puede estar motivado por una concentración muy elevada de bacterias y de sus metabolitos, debido a la dosis de

aplicación utilizada. En este sentido, Vega *et al.* (2016) indicaron que una concentración muy alta de las fitohormonas, con posibilidades de intervenir en el metabolismo de las plantas,

causa alteraciones de las rutas moleculares involucradas en los procesos de división celular y puede llegar al extremo de originar estados de senectud celular y hasta la muerte.

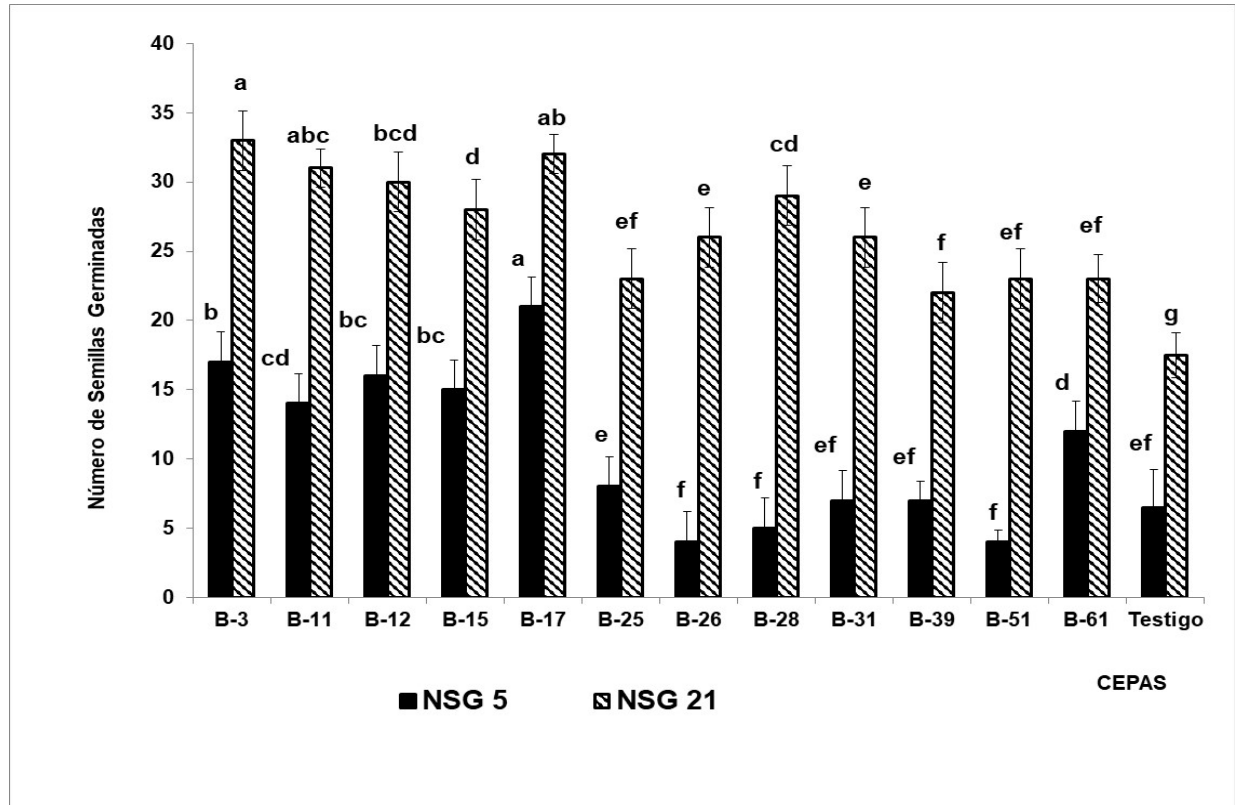


Figura 1. Efecto de la aplicación de diferentes cepas de *Bacillus* sp sobre la germinación de semillas de tomate cv. 'INIFAT-28'. (NSG 5: Número de semillas germinadas a los 5 días y NSG 21: Número de semillas germinadas a los 21 días). Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $p \leq 0,05$ según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Al finalizar el período la totalidad de las cepas evaluadas, superaron la germinación alcanzada por el testigo, lo que hace pensar en una asociación positiva de las bacterias con el cultivo, mediante el proceso de colonización de la zona rizosférica (Tkacz y Poole, 2015).

Carmelo y Nogueira (2012) señalaron que cuando los microorganismos establecen relaciones de sinergia con las especies de plantas, ocurren reacciones de beneficio mutuo y las bacterias pueden reproducirse en este

ambiente, hasta colonizar totalmente la rizosfera e incluso cubrir la superficie de las raíces, lo que induce una respuesta defensiva al servir como barrera ante la presencia de otros microorganismos (Aslam *et al.*, 2013). De modo general, se puede apuntar que la mayoría de las cepas promueven la germinación de las semillas.

La influencia de la aplicación sobre diferentes indicadores fisiológicos de crecimiento se muestra en las Figuras 2 y 3. Varias de las

cepas lograron estimular más de un indicador al mismo tiempo. Sobresale en este sentido, la cepa B-17 que solo no alcanzó elevar el número de hojas, indicador que depende del estadio fisiológico de las plantas y que es intrínseco de cada cultivar, sino en los cuatro indicadores restantes alcanzó porcentajes de incremento

superiores al 30 %. Resultados similares obtuvieron Pereg y McMillan (2015) cuando aislaron cepas nativas desde distintos cultivares de algodón, ya que al aplicar estas cepas se incrementaron los indicadores de crecimiento, así como el rendimiento y la productividad del cultivo entre 20-35 %.

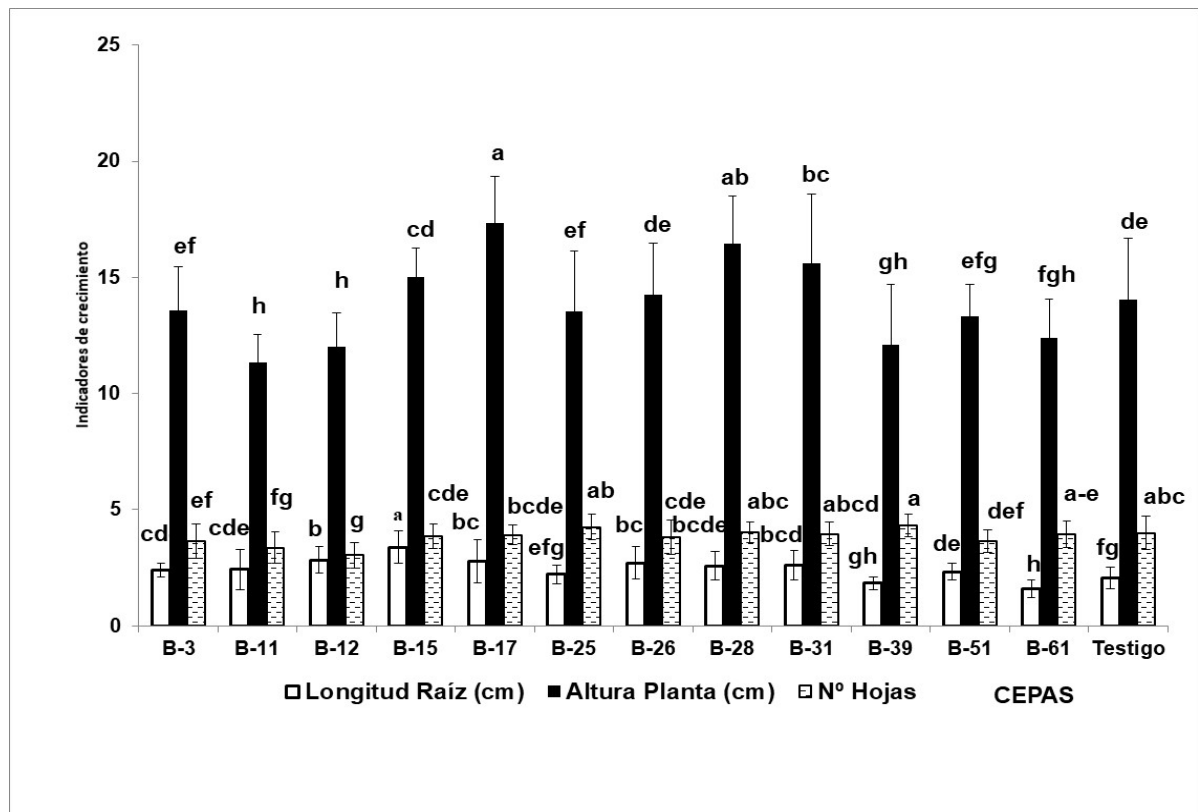


Figura 2. Efecto de la aplicación de cepas de *Bacillus* sp sobre indicadores de crecimiento en posturas de tomate cv. 'INIFAT-28'. Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $p \leq 0,05$ según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

La cepa B-61 en cambio no mostró resultados positivos, se comportó de modo muy similar al testigo, sin diferencias significativas respecto al mismo en todos los parámetros. Provocó una disminución notable en la longitud de la raíz y en la masa fresca de las posturas (Figura 3). Este comportamiento puede deberse a que los

metabolitos producidos, no tengan la especificidad necesaria para establecer una relación favorable con el cultivo. También puede ser una consecuencia de la dosis de aplicación del bioproducto. Este aspecto sugiere la necesidad de realizar estudios futuros de ajustes de dosis con esta cepa.

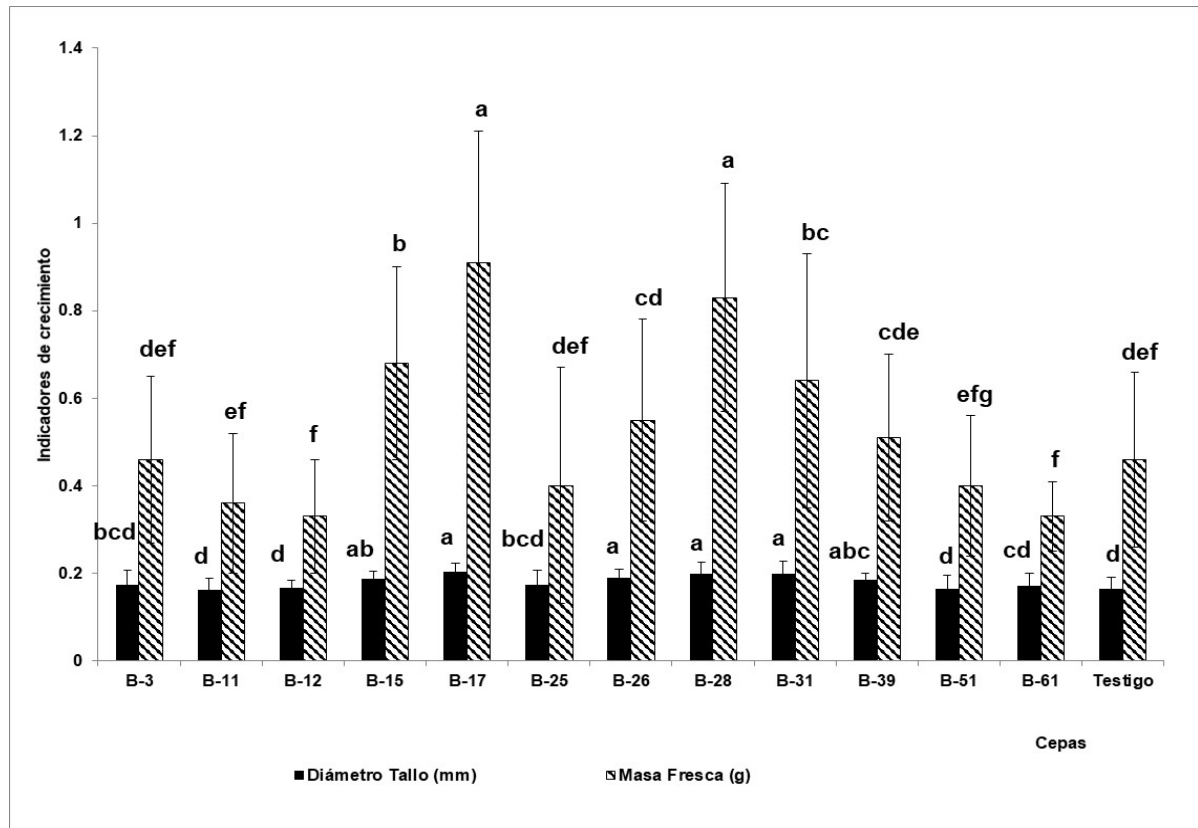


Figura 3. Efecto de la aplicación de cepas de *Bacillus* sp sobre el diámetro del tallo y la masa fresca de posturas de tomate cv. 'INIFAT-28'. Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $p \leq 0,05$ según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Al analizar los resultados obtenidos después de la inoculación artificial de tres hongos fitopatógenos a semillas de tomate cv. 'INIFAT-28', se comprobó que la cepa B-3 no controló la infección de ninguno de ellos (Figura 4).

La cepa B-17 que mostró el mejor comportamiento en la estimulación del crecimiento, no tuvo una tendencia similar para el control de los hongos. En este caso, no controló la infección causada por *Alternaria alternata*. Contra *Cladosporium oxysporum* solo alcanzó un 39 % de control, lo que sugiere que los compuestos fisiológicamente activos sintetizados por la misma, en el medio de cultivo utilizado, pertenecen a la familia de las fitohormonas, las cuales inciden en la

estimulación del crecimiento de las plantas de forma directa (Camelo *et al.*, 2011). Sin embargo, el tipo de metabolito presente no tiene carácter antifúngico, razón que no le permite manifestar una alta eficiencia en el control de los patógenos.

En las semillas infestadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* e inoculadas con esta cepa, se provocó un severo *damping-off*, el 55 % de las semillas no germinaron o murieron en una etapa muy temprana. En las plantas germinadas se observaron síntomas de marchitez vascular que progresaron de una forma muy agresiva.

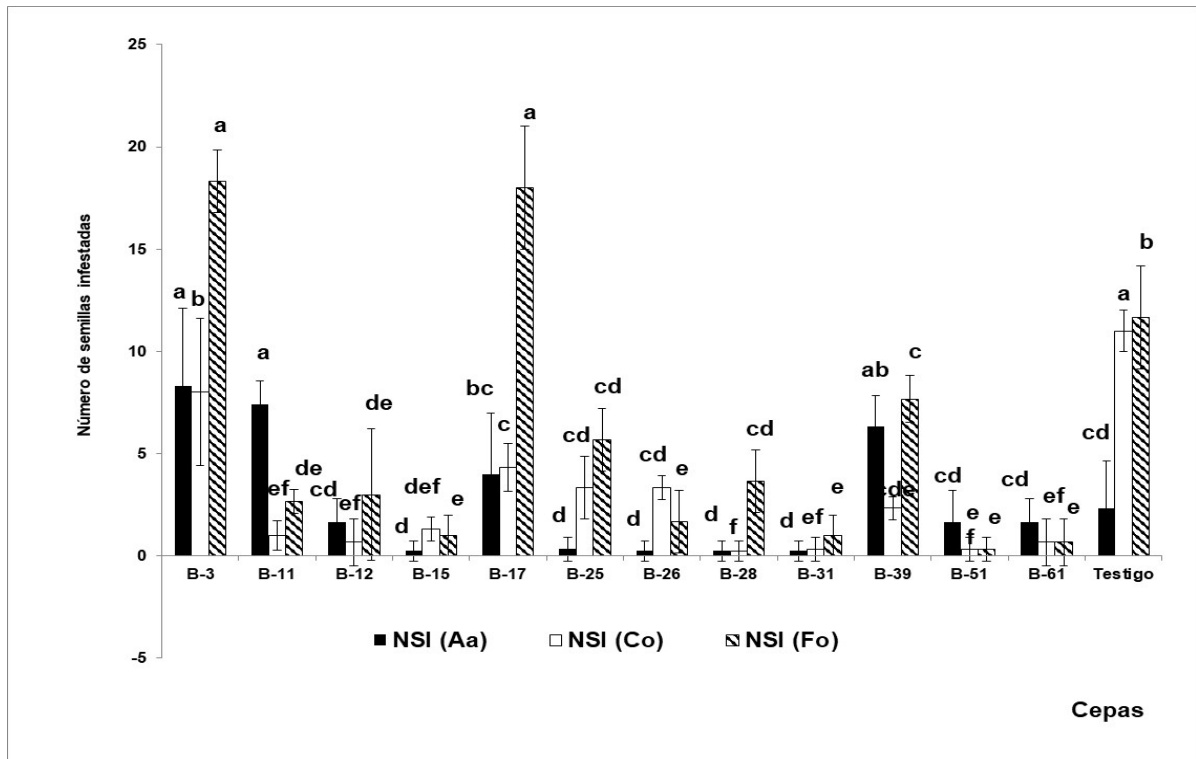


Figura 4. Efecto de la aplicación de cepas de *Bacillus* sp en el control de hongos fitopatógenos en semillas de tomate cv. 'INIFAT-28'. Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $p \leq 0,05$ según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

A las bacterias del género *Bacillus* se les reconoce por su perfil bioquímico, que incluye la producción de múltiples metabolitos con una alta actividad biológica. Entre ellos se destacan sustancias del grupo de los antibióticos. Numerosas cepas son empleadas a nivel mundial para obtener Iturina A y la Fengycina, antibióticos cuyo efecto provoca muerte celular e inhibe el crecimiento y desarrollo de otros microorganismos, incluyendo a los hongos (Layton *et al.*, 2011; Zhao *et al.*, 2016; Aydi-Ben *et al.*, 2017). Recientemente se especula sobre otros tipos de compuestos que al parecer pueden tener un amplio espectro de acción antifúngica y antibactericida cuya estructura es aún desconocida (Klopper *et al.*, 2017). Al parecer esta cepa es buena productora de fitohormonas y no de antibióticos, enzimas líticas

u otros compuestos que intervienen en este tipo de respuesta.

Alternaria alternata es un hongo saprófito, que se asocia a numerosas especies de hongos fitopatógenos, muy común en el clima tropical y provoca enfermedades similares al tizón en muchos cultivos hortícolas y de frutales. Ahí radica la importancia de buscar alternativas biológicas para su control. Las cepas B-15; B-25; B-26; B-28 y B-31 redujeron en 89 % la infección causada por *Alternaria alternata* y provocaron la no aparición de los primeros síntomas de la enfermedad, entre los que se encuentran la clorosis de las hojas y el debilitamiento de los hipocótilos. Las restantes cepas no fueron efectivas en el control de este patógeno.

Soleimani y Kirk (2012) plantearon que la mejor manera de controlar las infecciones de este patógeno en las solanáceas es el uso de metabolitos extraídos de cepas de esta misma especie de *Alternaria*, según los resultados obtenidos al aplicar los metabolitos puros sobre plantas de papa, sanas y enfermas del cultivo. La inoculación se realizó cuando las plantas comenzaron a mostrar los primeros signos, consistentes en la presencia de pústulas con el micelio del hongo en la superficie.

Las cepas B-28 y B-31 disminuyeron en 97 % la infección de *Cladosporium oxysporum*, esto impidió que el micelio del hongo envolviera a las semillas, lo que imposibilita la germinación y causa la muerte. Cuando las mismas logran germinar, los hipocótilos se tornan de un tono marrón que aumenta progresivamente hasta que se doblan y las plantas mueren. Di Bárbaro et al. (2014) plantearon que cuando aún infestadas las plantas sobreviven, debido a la presencia del patógeno en la semilla, se convierten en huéspedes naturales. Durante la interacción planta-patógeno se establecen las bases para que la enfermedad avance. En este caso, la aparición de los síntomas en los frutos es inevitable, por lo que la transmisión de la enfermedad a través de las semillas es recurrente y permanece por mucho tiempo en los suelos.

Frente a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* B-51 disminuyó en 97,2 % la infección, seguida de B-61 con 94 %. Otras dos cepas (B-15 y B-31) obtuvieron valores idénticos y redujeron en 91,4 % la infección. El hecho de que existan varias cepas del mismo género con posibilidades de controlar a este patógeno resulta muy beneficioso, debido a que probablemente ellas utilicen diferentes mecanismos para ejercer su acción biocontroladora.

Encontrar microorganismos capaces de controlar a *Fusarium oxysporum* es muy importante, este hongo es un fuerte fitopatógeno, comúnmente asociado a la marchitez vascular y pudrición de las raíces en una gran variedad de cultivos. La obstrucción de los vasos destinados a la circulación de agua y de nutrientes en el interior del vegetal causa clorosis y muerte prematura de las plantas (*damping-off*). Además, es capaz de persistir en los suelos por mucho tiempo y de transmitirse en múltiples generaciones a través de las semillas infestadas, sobre todo cuando existen condiciones favorables para su desarrollo. En otras regiones cálidas las plantas en producción son afectadas por muchas especies de *Fusarium* y se ha comprobado la inefectividad de la fumigación con productos químicos a los suelos y en las posturas, debido a las fuentes de inóculo que permanecen en el suelo por períodos superiores a los diez años (Bettiol et al., 2014 y Pastrana et al., 2017).

De manera general, las cepas que mostraron un comportamiento integral fueron B-28 y B-31, ya que estimulan a la vez más de un indicador relacionado con el crecimiento del cultivo y mostraron eficiencia en el control de dos de las tres especies fúngicas estudiadas.

El uso de estas cepas para la formulación de nuevos bioproductos constituye una alternativa factible para el biocontrol de especies fúngicas, asociadas a distintos cultivos de interés económico en los sistemas urbanos y tradicionales de producción.

Se impone comenzar los estudios encaminados a la determinación de los metabolitos que inducen esta respuesta en las plantas y de sus mecanismos de acción.

CONCLUSIONES

- La cepa B-17 resultó efectiva para la estimulación del crecimiento de las plantas de tomate en la etapa de posturas.
- Las cepas B-28 y B-31 resultaron eficientes para el control de los hongos *Alternaria alternata* y *Cladosporium oxysporum*, ya que lograron superar el 80% de control "in vivo"
- B-51 y B-61 se destacan en el control de *Fusarium Oxysporum* f.sp *lycopersici*, ambas logran un 97 % y 94 % de control respectivamente e impidieron la presencia de la marchitez vascular y el damping-off.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aydi-Ben, A. R.; Stedel, C.; Garogounis, C.; Nefzi, A.; Jabnoun, K. H.; Papadopoulou, K. K. y Daami-Remadi, M. (2017). Involvement of lipopeptide antibiotics and chitinase genes and induction of host defense in suppression of *Fusarium* wilt by endophytic *Bacillus* spp in tomato. *Crop Protection*, 99: 45-58. ISSN: 0261-2194.
- Aslam, Z.; Yasit, W.; Yoon, H. S.; Jeon, C. O y Chung, Y. R (2013). Diversity of the bacterial community in the rice rhizosphere managed under conventional and no tillage practices. *Journal of Microbiology*, 51: 747-756. ISSN: 1976-3794.
- Bettiol, W.; Rivera, M.C.; Mondino, P.; Montealegre, J.R. y Colmenárez, Y.C. (2014). Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe. (Eds.) Bettiol, W.; Rivera, M.C.; Mondino, P.; Montealegre, J.R.; Colmenárez, Y.C. 404 pp. ISBN: 978-9974-0-1091-8.
- Camelo, M.; Vera, S.P y Bonilla, R.B. (2011). Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12 (2): 159-166. ISSN: 0122-8706.
- Campos, B. S de C.; Da Silveira, S. F.; da Silva, R. F y Pio, V. A (2014). Chemical treatment of papaya seeds aiming at long-term storage and control of Damping-off. *Revista Ceres*, 61 (3): 384-391. ISSN: 0034-737X.
- Carmelo, C. M y Nogueira, E. J. B. (2012). Isolation, selection and characterization of root-associated promoting bacteria in Brazil Pine. *Microbiological Research*, 167: 69-78. ISSN: 2456-7043.
- Di Bárbaro, G.; González, B. V y Batallán, M. S. (2014). *Trichoderma* sp y *Azospirillum* sp. Potenciales agentes de biocontrol de fitopatógenos. *Biología en Agronomía*, 4 (1): 177-189. ISSN: 1853-5216.
- Kloepper, J. W.; Liu, K.; Newman, M.; McInroy, J. A, y Chia-Hui, H. (2017). Selection and assessment of PGPR for biological control of multiple plant diseases. *Phytopathology*, XXXX-XXX:X – X. DOI: 10.1094/PHYTO-02-17-0051-R.
- Layton, C.; Maldonado, E.; Monroy, L.; Constanza, C. L y Sánchez, L. C. (2011). *Bacillus* spp. Perspectivas de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos. *Open Journal Systems*, 9 (16): 185-370. ISSN: 2411-2933.
- Lugtenberg, B y Kamilova, F. (2009). "Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria". *Annual Review of Microbiology*, 63 (1): 541-556 ISSN: 0066-4227.

- Mosa, W. F. A. E-G.; Paszt, L. S y El-Megged, N. A. A. (2014). The role of Biofertilization in improving Fruits Productivity. A review. *Advances in Microbiology*, 4: 1057-1064. ISSN: 2165-3410.
- Pastrana, A. M.; Basallote-Ureba, M. J.; Aguado, A y Capote, N. (2017). Potential inoculum sources and incidence of Strawberry Soilborne Pathogens in Spain. *Plant Diseases*, 101 (5): 751-760. ISSN: 0191-2917.
- Pereg, L y McMillan, M. (2015). Scoping the potential uses of beneficial microorganisms for increasing productivity in cotton cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 80: 349-358. ISSN: 0038-0717.
- Soleimani, M y Kirk, W. (2012). Enhance resistance to *Alternaria alternata* causing Potato Brown Leaf Spot disease by using some plant defense inducers. *The Journal of Plant Protection Research*, 52 (1): 83-90. ISSN: 1899-007X. DOI: 10.2478/v10045-012-0014-7.
- Tkacz, A, y Poole, P. (2015). Role of root microbiota in plant productivity. *Journal of Experimental Botany*, 66 (8): 2167-2175. ISSN: DOI: 10.1093/xb/env157.
- Vega-Celedón, P.; Conchignia, M. H.; González, M y Seeger, M. (2016). Biosíntesis de ácido-Indol-3-Acético y promoción del crecimiento de plantas por bacterias. *Cultivos Tropicales*, Vol. 37 N° especial, 33-39. ISSN: 1819-4087.
- Zhao, Q.; Mei, X y Xu, Y. (2016). Isolation and identification of antifungal compounds produced by *Bacillus* Y-IVI for suppressing *Fusarium* wilt of muskmelon. *Plant Protection Science*. 52 (3): 167-175. ISSN: 1805-9341. DOI: 10.17221/70/2015-PPS.

Fecha de recepción: 3 abril 2018

Fecha de aceptación: 14 mayo 2018

Agrotecnia de Cuba
ISSN impresa: 0568-3114
ISSN digital: 2414- 4673
<http://www.ausuc.co.cu>

