



EFFECTIVIDAD DE CEPAS DE *Azotobacter* sp. Y *Bacillus* sp. PARA EL CONTROL DE ESPECIES FÚNGICAS ASOCIADAS A HORTALIZAS

Efectivity of strains *Azotobacter* sp. and *Bacillus* sp. for a control the fungi species associated with vegetable

Janet Rodríguez Sánchez¹✉, Yoania Ríos Rocafull¹
y Yamilé Baró Robaina²

ABSTRACT. The genus *Azotobacter* and *Bacillus* have a potential to atmospheric nitrogen fixation, mineral elements solubilization and producing a group of stimulator of vegetal growth substances. In addition, *Bacillus* is recognizing by its antagonistic activity. The reasons justify its selection with actives principles of biofertilizer products. The presence of fungus diseases in vegetable cultures is a problem for Cuban agriculture. The objective of the present work was to evaluate the antagonistic activity of *Azotobacter* and *Bacillus* strains against fungus that caused diseases in vegetables cultures. For those were employed *Fusarium chlamydosporum*, *Corynespora cassiicola* and *Cladosporium oxysporum*. All strains belong at the INIFAT collections. For the development of work, “Dual Culture Bring” Method was used with permitting the selections those to possess previous activity and descript, in turn, principle affectations caused to fungi structures. Results emit that inside of two genus exist strains that inhibit the micelial growth. Among strains of *Azotobacter*, five result promissory against *Cladosporium oxysporum*, two respond to *Fusarium chlamydosporum* and only one was effective against *Corynespora cassiicola*. The activity shows for *Bacillus* genus is major. In this case, two strains show activity against *Corynespora cassiicola*, six against *Cladosporium oxysporum* and eight against *Fusarium chlamydosporum*. Highlight the finished that exists strains of *Azotobacter*sp capable of inhibit more than one fungi species, which results very new for being quoted few times the genus activity against vegetable pathogens.

RESUMEN. Los géneros *Azotobacter* y *Bacillus* tienen la potencialidad de fijar nitrógeno atmosférico, solubilizar elementos minerales y producir un grupo de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal. *Bacillus* se reconoce, además, por su actividad antagonista. Estas razones justifican su selección como principios activos de productos biofertilizantes. La presencia de enfermedades causadas por hongos en los cultivos hortícolas, constituye un problema en la agricultura cubana. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antagonista de cepas de los géneros *Azotobacter* y *Bacillus* contra hongos que causan enfermedades a cultivos hortícolas. Para ello se emplearon las especies *Fusarium chlamydosporum*, *Corynespora cassiicola* y *Cladosporium oxysporum*. Todas las cepas pertenecen a las colecciones del INIFAT. Para desarrollar este trabajo se utilizó el Método de “Enfrentamiento de Cultivos Duales”, que permitió seleccionar aquellas que poseen dicha actividad y describir, a la vez, las principales afectaciones que provocan a las estructuras fúngicas. Los resultados arrojaron que dentro de los dos géneros hay cepas que logran inhibir el crecimiento micelial. Dentro de las cepas de *Azotobacter* cinco resultaron promisorias contra *Cladosporium oxysporum*, dos responden frente a *Fusarium chlamydosporum* y una sola resultó efectiva contra *Corynespora cassiicola*. La actividad mostrada por el género *Bacillus* fue mayor. En este caso, dos cepas muestran efectividad contra *Corynespora cassiicola*; seis contra *Cladosporium oxysporum* y ocho contra *Fusarium chlamydosporum*. Se comprobó que existen cepas de *Azotobacter* capaces de inhibir a más de una especie fúngica, lo que resulta novedoso por encontrarse poco citada la actividad del género contra patógenos de hortalizas.

Key words: antagonistic bacterias, biological control, fungus diseases

Palabras clave: bacterias antagonistas, control biológico, enfermedades fungosas

¹ Departamento de Agrobiotecnología. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), La Habana, Cuba

² Laboratorio de Producción de Medios Biológicos. Instituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal (ISV), La Habana, Cuba

✉ bioferbiocontrol@inifat.co.cu

INTRODUCCION

Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, según sus siglas en inglés) son un grupo heterogéneo de microorganismos que habitan en la rizosfera, en la superficie de las raíces o en

asociación con ellas y ejercen efectos beneficiosos sobre las plantas a través de mecanismos directos e indirectos (1).

Entre los mecanismos directos se encuentran aquellos que influyen en el metabolismo de los cultivos, a través de la incorporación y movilización de nutrientes indispensables para su crecimiento y desarrollo. Entre ellos se encuentran la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, la solubilización de nutrientes y la producción de sustancias fisiológicamente activas. Por su parte, los mecanismos considerados indirectos brindan protección a las plantas frente al ataque de organismos fitopatógenos. Entre estos se incluyen la producción de antibióticos, la inducción de resistencia sistémica y la competencia por nutrientes o nicho ecológico (2, 3).

Azotobacter y *Bacillus* se reconocen como bacterias promotoras del crecimiento vegetal. Los microorganismos pertenecientes al género *Azotobacter* son bacterias asociativas de vida libre. Entre sus potencialidades resaltan la fijación biológica del nitrógeno atmosférico y la producción de fitohormonas. *Bacillus* se destaca por su gran diversidad, por su resistencia ante condiciones ambientales adversas (4, 5) y por la producción de una amplia gama de compuestos con actividad fungicida o fungistática (6).

Las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, ocasionan importantes pérdidas de rendimiento bajo diferentes sistemas productivos. En Cuba, son comunes las epizootias, debido a que las condiciones climáticas resultan favorables para la reproducción de múltiples agentes causales de enfermedades. Los tres géneros fúngicos utilizados en este estudio se incluyen entre los que provocan severas afectaciones y dos de ellos se consideran emergentes bajo cultivo protegido, por las pérdidas de rendimiento que han originado sobre tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y pimiento (*Capsicum annum* L.) en regiones tropicales (7).

El presente trabajo se trazó como objetivo evaluar la actividad antagonista de cepas de los géneros *Azotobacter* y *Bacillus* contra hongos fitopatógenos de cultivos hortícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Biofertilizantes, perteneciente al Grupo de Agrobiotecnología, del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT) y en el laboratorio de producción de medios biológicos del Instituto Nacional de Sanidad Vegetal (INISAV).

Para el estudio se emplearon cepas de bacterias conservadas en la Colección de Bacterias Beneficiosas del INIFAT. Los hongos fitopatógenos proceden de la Colección de Hongos de la propia entidad (reconocida

como la 853 de la Federación Mundial de Colecciones de Cultivos, WFCC según sus siglas en inglés).

La actividad antagonista se evaluó contra los hongos *Cladosporium oxysporum* (cepa 2133); *Corynespora cassicola* y *Fusarium chlamydosporum* (2022). Se empleó el método de "Enfrentamiento de Cultivos Duales" (8), sobre placas Petri de 90 mm de diámetro. El método consistió en la siembra de una estría de las bacterias de interés a 15 mm del borde de la placa y en el otro extremo, a igual distancia se depositó un pre-cultivo de los hongos fitopatógenos evaluados en forma de disco de 7 mm de diámetro. Luego de realizar ambas siembras las placas fueron incubadas a 28 °C durante siete días para *C. oxysporum* y *F. chlamydosporum* y 15 días para *C. cassicola*. El pre-cultivo de los hongos se efectuó por un período de siete días en condiciones de incubación semejantes.

Para los hongos *C. oxysporum* y *C. cassicola* se utilizó medio sólido de Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y para *Fusarium chlamydosporum* el medio Agar-Avena^A. Los ensayos contaron con tantos tratamientos (cepas) fueron evaluadas y con diez réplicas por cada tratamiento.

Las evaluaciones se realizaron al finalizar el ensayo de forma cualitativa, mediante la descripción de las afectaciones provocadas a las colonias fúngicas. También se calculó el porcentaje de inhibición micelial con el uso de la siguiente fórmula.

$$\text{Inhibición micelial (\%)} = \frac{dc - dt}{dc} \times 100$$

donde: dc = diámetro control y dt = diámetro tratamiento

El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el programa STATGRAPH *Plus* versión 5.0 (9), con el que se realizaron análisis de varianza, previa comprobación de la normalidad y homogeneidad de las mismas, según las pruebas de Kolmogorov-Smirnov, Cochran C, Hartley y Bartlett. Cuando existieron diferencias significativas entre los tratamientos, las medias se compararon según la prueba de Duncan al 5 % de significación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

C. oxysporum CKr. es un hongo que no ha sido ampliamente utilizado para el desarrollo de trabajos *in vitro*, pues no era urgente la necesidad de encontrar agentes de biocontrol, al no constituir un peligro potencial para cultivos de interés agrícola. Sin embargo, el hecho de ser considerada en los últimos años como enfermedad emergente sobre los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y pimiento (*Capsicum annum* L.) en sistemas de cultivo

^A Centro Nacional de Biopreparados. *Catálogo de Medios de Cultivo* [en línea]. BIOCEN, 2013, 44 p. [Consultado: 23 de enero de 2015]. Disponible en: <<http://www.biocen.cu>>.

protegido, propicia la búsqueda de alternativas de carácter biológico para su control.

La presencia del género *Fusarium* ha sido demostrada en gramíneas y *Fabaceae*s (10, 11), en numerosas hortalizas, entre las que se destacan el tomate y el pimiento, así como en frutales (7, 12); también ataca especies de plantas ornamentales (13). Representantes del género *Fusarium* provocan enfermedades severas en todos estos cultivos, ya que están asociados a síntomas como la marchitez vascular y pertenece al complejo de hongos causantes del *damping-off* (7).

De igual forma, *C. cassiicola* (Berk&Curt) Wei, afecta grandes extensiones de tomate bajo cultivo protegido en el mundo, ya que induce la aparición del "Tizón Foliar del Tomate". En Cuba, en los últimos años se ha convertido en una enfermedad emergente para este sistema de producción, debido a las condiciones favorables de humedad y temperatura que imperan en el mismo.

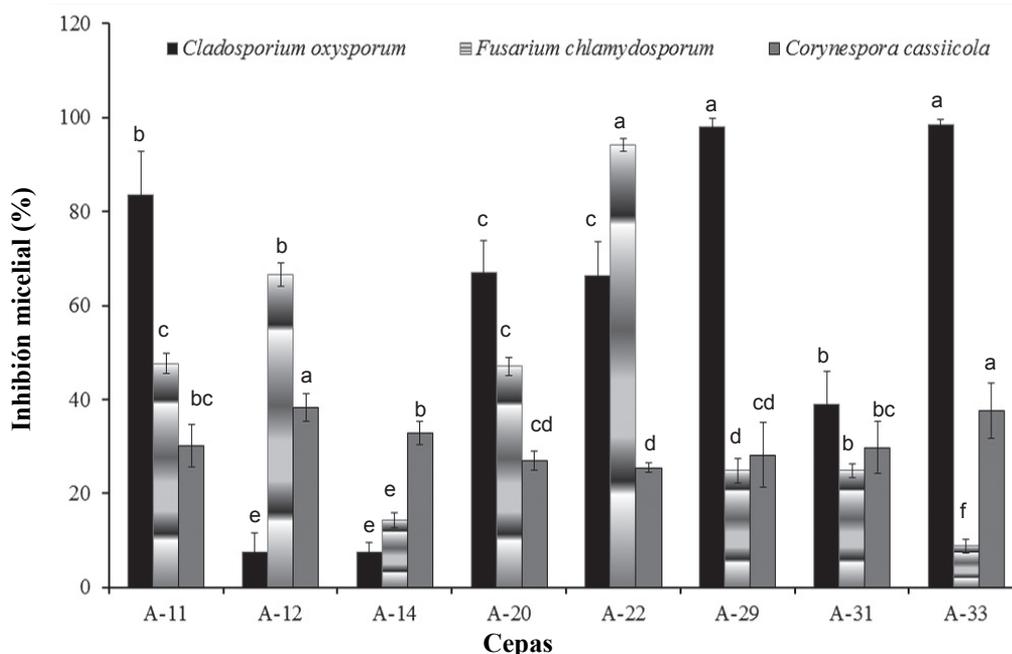
La actividad antagonista de las ocho cepas de *Azotobacter* evaluadas frente a *C. oxysporum* (2133), arrojó que solo dos de ellas (A-12 y A-14) no mostraron ningún tipo de actividad contra el patógeno. Estas permitieron el contacto con el hongo, el cual manifestó, además, un abundante proceso de conidio génesis y no provocaron inhibición de su crecimiento. En algunas réplicas ambos microorganismos se mezclaron sin que se apreciara ningún daño a las estructuras fúngicas. Otra mostró una actividad media (A-31) ya que deformó el micelio hacia los bordes y provocó la ruptura de hifas, pero no limitó la conidio génesis ni inhibió severamente el crecimiento fúngico.

Tres de las restantes cinco cepas (A-11, A-20 y A-22) no permitieron el contacto con el hongo, inhibieron parcialmente el proceso de conidio génesis y causaron la ruptura del micelio en algunas zonas. Sin embargo, las que más se destacaron fueron A-29 y A-33, porque reprimieron totalmente la conidio génesis, permitieron una pobre extensión del micelio, a partir del disco que sirvió como inóculo y produjeron el hinchamiento de la colonia fúngica, unido a fuertes cambios de coloración en el medio de cultivo y en la propia colonia.

Estas manifestaciones están relacionadas con la producción de metabolitos con características antifúngicas. El hinchamiento de las colonias fúngicas y los cambios de coloración demuestran la presencia de compuestos con características antibióticas o la producción de enzimas hidrolíticas y quitinolíticas que minimizan las posibilidades de crecimiento de los hongos al influir en su capacidad de reproducción (14).

El comportamiento de la inhibición del crecimiento micelial causada por las distintas cepas, se muestra en la Figura 1, en la que se observa que la tendencia se corresponde con los daños provocados al patógeno. Sobresalen las cepas A-29 y A-33 que no presentan diferencias significativas entre sí y alcanzan valores superiores al 98 % de disminución del crecimiento. Estas difieren significativamente de todos los demás microorganismos empleados en el estudio.

Con respecto a *F. chlamydosporum* dos cepas no mostraron actividad (A-14 y A-29) y sí permitieron el contacto con el hongo sin causar daños a la estructura del micelio fúngico, ni impedir el desarrollo del proceso de conidio génesis; además, ambas cepas lograron porcentajes de inhibición inferiores a 25 % (Figura 1).



Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $p \leq 0,05$ según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan. Para *C. oxysporum* EsX: 1,79058; CV (%): 60,17; para *F. chlamydosporum* EsX: 0,612145; CV (%): 66,46; para *C. cassiicola* EsX: 1,38064; CV (%): 19,61

Figura 1. Efecto de cepas de *Azotobacter* sp sobre la inhibición micelial de tres hongos fitopatógenos

Tres de los microorganismos deformaron la estructura del micelio, debido a la ruptura de numerosas hifas en los bordes que se tornaron rectos y se enrollaron hacia atrás pero no limitaron la esporulación. Los restantes (A-12, A-22 y A-33) provocaron la limitación del proceso de conidiogénesis y manifestaron indicios de producción de sustancias por la acumulación en los bordes de la colonia de una sustancia de color amarillo oscuro brillante que se oscurece con los días; sin embargo, entre estas tres cepas existen diferencias significativas en el porcentaje de inhibición micelial alcanzado, destacándose la cepa A-22.

Las diferencias alcanzadas respecto a este indicador, pueden atribuirse a la producción de sustancias de diversa naturaleza y con un grado de eficiencia variable sobre el patógeno. Se ha descrito la influencia de distintos tipos de compuestos producidos por bacterias y los mecanismos de acción que pueden estar involucrados en los resultados (15). Según estos autores las fitohormonas, los sideróforos, los péptidos y ciertas enzimas pueden interferir en el crecimiento de los hongos, lo que impide el desarrollo de las enfermedades en plantas.

Contra *C. cassiicola* todas las cepas de *Azotobacter* evaluadas, mostraron algún nivel de efectividad. A-11 deformó la estructura micelial e impidió la formación de nuevas hifas. A-22 mostró una conducta semejante e indicios de producción de sustancias, lo que produjo la autólisis de hifas al interior de las colonias, que se evidencian con la formación de zonas transparentes al envés. A-12, A-20, A-29, A-31 y A-33 ocasionaron daños similares y limitaron la esporulación. Iguales manifestaciones mostró la cepa A-14 (Figura 1). Sin embargo, solo las cepas A-12 y A-33 logran inhibir el crecimiento micelial del patógeno sobre el 35 % y mantienen diferencias significativas con el resto de las cepas estudiadas.

El comportamiento de las cepas de *Azotobacter* evaluadas sobre *C. cassiicola* mostró valores de inhibición del crecimiento inferiores a los alcanzados frente a *C. oxysporum* y *F. chlamydosporum*, lo que puede estar vinculado al hábito y la velocidad de crecimiento de este hongo.

Se debe señalar que es la primera vez que este grupo de microorganismos se utiliza para estudiar su actividad antagonista contra patógenos de hortalizas. Respecto al género *Azotobacter* se encontraron pocos estudios en la literatura consultada acerca de la producción de metabolitos con características enzimáticas o antifúngicas empleadas para el control de organismos nocivos. Sin embargo, se menciona el papel de cepas de este género, aisladas en asociación con cereales, con potencialidades para producir una sustancia fungistática, soluble en éter y termoestable, que redujo el crecimiento y la incidencia de hongos de

los géneros *Fusarium*, *Alternaria* y *Helminthosporium* en trigo (*Triticum aestivum*) y millo (*Sorghum bicolor*) (10).

Se conoce, además, acerca de la producción de quistes, los cuales son considerados estructuras de resistencia, por parte de la mayoría de las cepas pertenecientes a este género. Las mismas se encuentran envueltas en matrices de exopolisacáridos del tipo alginato y polihidroxibutiratos. Ambos tipos de sustancias constituyen fuentes de carbono e intervienen en procesos, tales como, la protección de la enzima nitrogenasa ante la presencia de oxígeno y en su adaptación frente a condiciones de estrés; participan en procesos bioquímicos que permiten la integridad de las membranas celulares, así como en la formación de biopelículas. A los polihidroxibutiratos se les concede también la propiedad de reprimir la esporulación de algunos géneros fúngicos, por lo que podrían estar implicados en esta respuesta (16). Para *Azotobacter* ha sido reconocida recientemente la producción de polihidroxifenoles y fenolatos que impiden los procesos de síntesis de las membranas en hongos del género *Fusarium* (17).

En el caso del género *Bacillus* fueron evaluadas 11 cepas, de las cuales dos no tuvieron actividad contra *C. oxysporum*, tres mostraron valores medios y seis resultaron efectivas. La ausencia de actividad contra el patógeno se manifestó en todas las réplicas evaluadas de estos dos microorganismos (B-3 y B-75). En estos casos los crecimientos se mezclaron y ambos lograron desarrollarse uno encima del otro, sin provocar daños a la estructura fúngica. B-4, B-39 y B-61 muestran como principal comportamiento que después de comenzar la extensión hifal, muchas esporas saltan y se alejan del crecimiento, su germinación da lugar a la formación de nuevas colonias. Al respecto se notó la muerte o lo que es igual, la no germinación de las esporas más cercanas a la estría bacteriana y la deformación total de la estructura de las mismas, debido a la ruptura de grandes zonas del micelio, que a la vez provocaron el cambio de coloración a blanco de las colonias al envés, lo que indica que el proceso de conidio génesis se interrumpió parcialmente.

Por su parte, seis cepas demostraron efectividad (B-8, B-12, B-15, B-28, B-31 y B-51) fueron capaces de disminuir el crecimiento del micelio, debido a la ruptura de numerosas hifas. Además, mostraron indicios de producción de compuestos con actividad fungistática que cambiaron el color de las colonias de verde olivo oscuro a tonos fluorescentes de amarillo o marrón. Ellas crearon hinchazón en las colonias e impidieron totalmente que se produjera la liberación de los primeros conidios.

En cuanto a la inhibición micelial, causada por estas cepas, se aprecian diferencias (Figura 2). Seis de ellas provocaron una inhibición micelial superior al 80 %, lo cual puede considerarse un valor alto, una muestra aproximadamente un 60 % y tres arrojan

valores inferiores al 40 %. Solamente se puede considerar despreciable la inhibición provocada por la cepa B-3.

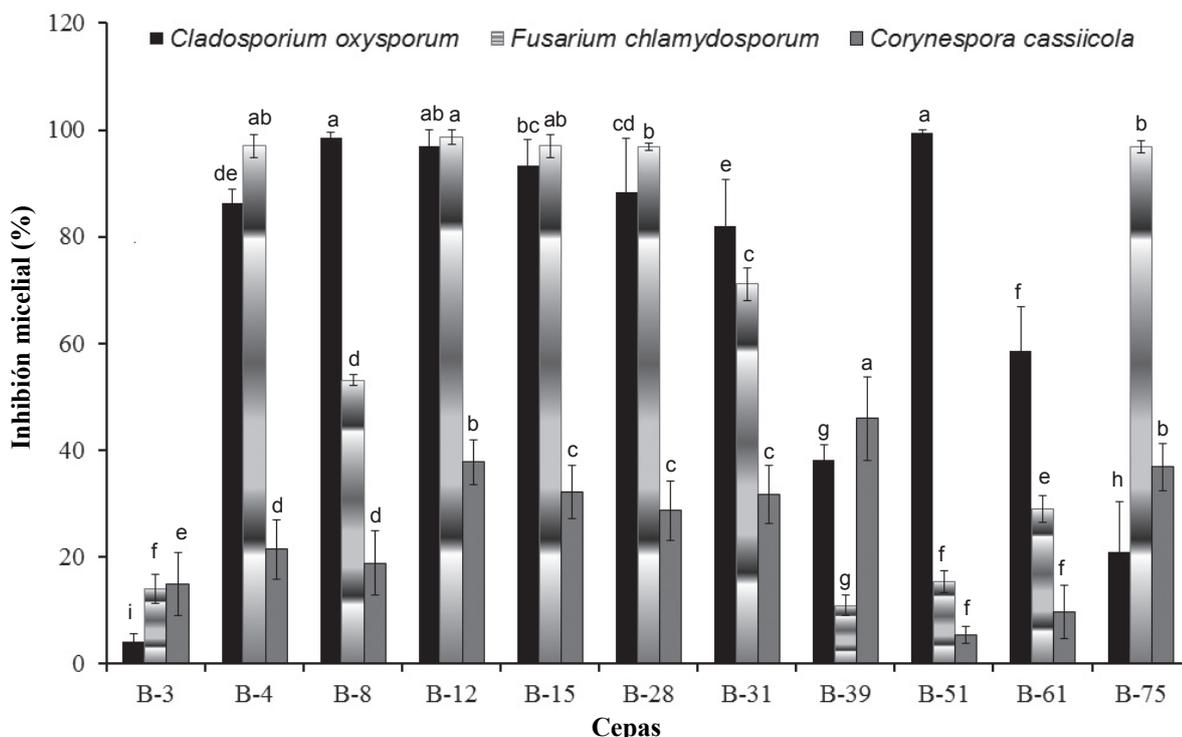
Las bacterias incluidas en el género *Bacillus* muestran una mayor diversidad en las respuestas frente a *F. chlamydosporum*. B-3 y B-39 evidencian convivencia con el hongo, ya que los crecimientos se mezclaron entre sí, sin provocar ningún daño a las estructuras fúngicas. B-51 y B-61 deformaron los bordes de las colonias a formas rectas, sin causar daños más severos a las estructuras del hongo. B-8 y B-31 deforman los bordes a formas hundidas hacia adentro, donde se aprecia lisis de las hifas, provocan la ruptura de muchas de ellas hacia el interior pero solo limitan parcialmente la conidio génesis. Por su parte, B-4, B-12, B-15, B-28 y B-75 inhiben, de forma severa, el crecimiento micelial del patógeno (Figura 2), sin diferencias significativas entre ellas. Además, provocan la acumulación de sustancias de color amarillo oscuro brillante alrededor de la colonia e impidieron el desarrollo del proceso de conidio génesis.

Entre las cepas de *Bacillus* existieron varias tendencias frente a *C. cassiicola*. B-3, B-51, B-61, B-4 y B-31 mostraron bajos niveles de inhibición pues solo deformaron los bordes de las colonias a formas rectas e indujeron la ruptura de algunas hifas, lo que no provocó daños sustanciales al micelio. B-15, B-28 y B-8 muestran indicios de producción de compuestos

con actividad antifúngica, la que se manifestó por la aparición de zonas de autólisis al envés de las colonias; además, se evidenciaron cambios de coloración de las hifas a un tono de verde olivo que se torna negruzco con los días o la acumulación de una sustancia rosada en los bordes o alrededor del disco que sirvió como inóculo para el montaje del método. B-12, B-39 y B-75 resultaron promisorias porque además de las manifestaciones descritas, fueron capaces de inhibir, en mayor medida, el crecimiento fúngico y de limitar el proceso de conidio génesis.

Fue confirmado que la formación de zonas de autólisis en el envés de colonias de *Curvularia lunata* cuando fueron enfrentadas a varias cepas, pertenecientes a la clase *Bacilli* (18). Estos autores refieren que ese efecto es causado por sustancias del tipo antibiótico que pueden ser producidos por estas. En este caso pueden existir también cepas con la capacidad de producir ciertos tipos de sustancias con una alta concentración o estabilidad como para provocar daños a las especies fúngicas estudiadas.

Los resultados sugieren una cierta especificidad de los metabolitos involucrados de acuerdo al hongo fitopatógeno al que se desea controlar. Contra *C. oxysporum* muestran altos niveles de efectividad las cepas A-29 y A-33, esta última se destacó también contra *C. cassiicola* acompañada de la cepa A-12. Para el control de *F. chlamydosporum* se destaca solo la cepa A-22.



Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $p \leq 0,05$ según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan. Para *C. oxysporum*. EsX: 1,87437; CV (%): 47,41; para *F. chlamydosporum* EsX: 0,640883; CV (%): 59,26; para *C. cassiicola* EsX: 1,27966; CV (%): 48,08

Figura 2. Efecto de cepas de *Bacillus* sobre la inhibición micelial de tres hongos fitopatógenos

En el caso del género *Bacillus* es válido este criterio, aunque pudieran estar relacionados con esta actividad, un mayor número de compuestos de naturaleza diferente, debido a la producción de antibióticos como la iturina, la subtilina y otros reconocidos para el género (18), señales de interferencia (17) o sustancias que inducen resistencia sistémica en plantas (19). De cualquier modo, sobresalen las cepas B-8 y B-51 frente a *C. oxysporum*, B-12 contra *F. chlamydosporum* y B-39 contra *C. cassiicola*.

CONCLUSIONES

- ♦ Cepas de los dos géneros bacterianos poseen actividad antagonista contra una de las especies fúngicas empleadas en el estudio.
- ♦ Las cepas A-29 y A-33 muestran altos niveles de efectividad contra *C. oxysporum*; las cepas A-33 y A-12 se destacan frente a *C. cassiicola*; mientras que A-22 fue eficiente contra *F. chlamydosporum*.
- ♦ En el caso del género *Bacillus* sobresalen las cepas B-8 y B-51 frente a *C. oxysporum*, B-12 contra *F. chlamydosporum* y B-39 contra *C. cassiicola*.

RECOMENDACIONES

Continuar los estudios para la cuantificación de la actividad mediante métodos *in vitro* e *in vivo*, vinculados a la obtención de un producto con efecto múltiple que pueda ser utilizado como principio activo de productos con efecto biofertilizante.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ribeiro, C. M. y Cardoso, E. J. B. N. "Isolation, selection and characterization of root-associated growth promoting bacteria in Brazil Pine (*Araucaria angustifolia*)". *Microbiological Research*, vol. 167, no. 2, 20 de enero de 2012, pp. 69-78, ISSN 0944-5013, DOI 10.1016/j.micres.2011.03.003.
2. Lugtenberg, B. y Kamilova, F. "Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria". *Annual Review of Microbiology*, vol. 63, no. 1, 2009, pp. 541-556, ISSN 0066-4227, 1545-3251, DOI 10.1146/annurev.micro.62.081307.162918, PMID: 19575558.
3. Madigan, M.; Martinko, J.; Stahl, D. y Clark, D. *Brock Biology of Microorganisms*. 13.^a ed., edit. Pearson Prentice Hall, Illinois, 2012, 1155 p., ISBN 978-0-321-73551-5.
4. Larrea, J.; Rojas, M.; Heydrich, M. y Lugo, D. "Aislamiento y caracterización de la comunidad bacteriana cultivable en el río Almendares Isolation and characterization of cultivable bacterial community in Almendares river". *Revista CNIC Ciencias Biológicas*, vol. 41, no. especial, 2010, pp. 1-10, ISSN 2221-2450.
5. Sosa, L. A. I.; Pazos, Á.-R. V.; Torres, C. D. y Casadesús, R. L. "Identificación y caracterización de seis aislados pertenecientes al género *Bacillus* promisorios para el control de *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc.". *Fitosanidad*, vol. 15, no. 1, marzo de 2011, pp. 39-44, ISSN 1562-3009.
6. Reyes, R. A.; Ruiz, S. E.; Yam, C. C. y Dzul, C. M. "Selección de *Bacillus* spp. con actividad antagonista *in vitro* contra *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en diferentes medios de cultivo". *Fitosanidad*, vol. 15, no. 2, 25 de abril de 2012, pp. 117-121, ISSN 1818-1686.
7. Agrios, G. N. *Plant Pathology*. 7.^a ed., edit. Elsevier Academic Press, London, 2013, 929 p., ISBN 0-12-044565-4.
8. Nelson, D.; Beattie, K.; McCollum, G.; Martin, T.; Sharma, S. y Rao, J. R. "Performance of Natural Antagonists and Commercial Microbiocides towards *in vitro* Suppression of Flower Bed Soil-Borne *Fusarium oxysporum*". *Advances in Microbiology*, vol. 4, no. 3, 12 de febrero de 2014, p. 151, ISSN 2165-3402, 2165-3410, DOI 10.4236/aim.2014.43020.
9. Statistical Graphics Corp. *STATGRAPHICS® Plus* [en línea]. (ser. Profesional), versión 5.1, [Windows], 2000, Disponible en: <<http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>>.
10. Burkhead, K. D.; Schisler, D. A. y Slininger, P. J. "Bioautography shows antibiotic production by soil bacterial isolates antagonistic to fungal dry rot of potatoes". *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 27, no. 12, diciembre de 1995, pp. 1611-1616, ISSN 0038-0717, DOI 10.1016/0038-0717(95)00095-V.
11. Lopes de Farias, N. A.; de Campos, D. A.; Rollemberg, S. M. y do Couto, B. C. "Reaction of soybean cultivars to the sudden death syndrome pathogens *Fusarium tucumaniae* and *F. brasiliense*". *Revista Ceres*, vol. 60, no. 2, abril de 2013, pp. 215-220, ISSN 0034-737X, DOI 10.1590/S0034-737X2013000200009.
12. Campos, B. S. de C.; da Silveira, S. F.; da Silva, R. F. y Pio, V. A. "Chemical treatment of papaya seeds aiming at long-term storage and control of *Damping off*". *Revista Ceres*, vol. 61, no. 3, junio de 2014, pp. 384-391, ISSN 0034-737X, DOI 10.1590/S0034-737X2014000300013.
13. Pérez, B. Y.; Gómez, I. G.; González, G. M.; Vaillant, F. D.; Ramos, R. E.; Palacios, A. J. R.; Pérez, M. M. y Almándo, P. J. "Hongos patógenos en plantas ornamentales de importancia para Cuba". *Fitosanidad*, vol. 15, no. 4, 29 de septiembre de 2012, pp. 205-214, ISSN 1818-1686.
14. Prapagdee, B.; Kuekulvong, C. y Mongkolsuk, S. "Antifungal potential of extracellular metabolites produced by *Streptomyces hygroscopicus* against phytopathogenic fungi". *International Journal of Biological Sciences*, vol. 4, no. 5, 2008, p. 330.
15. Camelo, M. y others. "Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal". *Revista CORPOICA. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol. 12, no. 2, 2011, pp. 159-166, ISSN 0122-8706.
16. Gauri, S. S.; Mandal, S. M. y Pati, B. R. "Impact of *Azotobacter* exopolysaccharides on sustainable agriculture". *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 95, no. 2, 22 de mayo de 2012, pp. 331-338, ISSN 0175-7598, 1432-0614, DOI 10.1007/s00253-012-4159-0.

17. Soto, S. J. C. y López, C. C. E. "RNA-seq: herramienta transcriptómica útil para el estudio de interacciones planta-patógeno". *Fitosanidad*, vol. 16, no. 2, 7 de enero de 2014, pp. 101-113, ISSN 1818-1686.
18. Orberá, R. T. de los M.; Serrat, D. M. de J. y González, G. Z. "Potencialidades de bacterias aerobias formadoras de endosporas para el biocontrol en plantas ornamentales". *Fitosanidad*, vol. 13, no. 2, junio de 2009, pp. 95-100, ISSN 1562-3009.
19. Sun, J. B.; Peng, M.; Wang, Y. G.; Zhao, P. J. y Xia, Q. Y. "Isolation and characterization of antagonistic bacteria against *Fusarium* wilt and induction of defense related enzymes in banana". *African Journal of Microbiology Research*, vol. 5, no. 5, 2011, pp. 509-515, ISSN 1996-0808.

Recibido: 15 de mayo de 2015

Aceptado: 18 de enero de 2016

NÚMERO ESPECIAL

*Este número de la revista está dedicado
al X Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal (BioVeg2015)*

Nota:

Durante el proceso de edición no se pudo acceder al trabajo de retoque y mejoramiento de imágenes, por lo que estas han sido insertadas con la misma calidad con la que enviaron sus autores.

La Editorial

TUTORIAL

NÚMERO ESPECIAL

*Este número de la revista está dedicado
al X Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal (BioVeg2015)*

El Centro de Bioplantas es una institución de investigaciones científicas, adscrita a la Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez” del Ministerio de Educación Superior de Cuba. El mismo surge en 1987 como un laboratorio de investigaciones y micropropagación de plantas frutales. Desde 1992, tiene como misión desarrollar, aplicar y ofrecer tecnologías, productos, asistencia técnica y servicios académicos de excelencia en el marco de la Biotecnología Vegetal.

El grupo de investigadores, técnicos de laboratorio y otro personal auxiliar altamente calificados, han sido galardonados con premios relevantes de la Academia de las Ciencias de Cuba y con reconocimientos por la labor que realizan en la transferencia de resultados científicos y tecnológicos, la producción de vitroplantas para el comercio internacional, y la educación postgraduada. Para el trabajo científico cuenta con seis laboratorios: Cultivo de Células y Tejidos Vegetales, Agrobiología, Interacción Planta-Patógeno, Ingeniería Metabólica, Mejoramiento Genético de Plantas y Computación Aplicada. Todos con las mejores facilidades y un equipamiento de alta calidad para asegurar resultados relevantes.

El Centro de Bioplantas desde 1997 y, como bienal, desarrolla su Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal (BioVeg), el cual constituye un marco excepcional para el intercambio de conocimientos y experiencias entre científicos, docentes y productores. En este se debaten en forma de Conferencia Magistrales, Talleres y Mesas Redondas durante sesiones de trabajo, los resultados más relevantes y los problemas más acuciantes que enfrenta la biotecnología vegetal cubana y mundial.

Por todo lo anterior, el Comité Organizador de BioVeg2015 en su décima edición se complace en presentarles una muestra representativa de 19 trabajos científicos completos recibidos y siente profunda satisfacción en invitarlos para el próximo BioVeg2017 que se desarrollará en la fecha 22-26 del mes de mayo.

Nota:

Durante el proceso de edición no se pudo acceder al trabajo de retoque y mejoramiento de imágenes, por lo que estas han sido insertadas con la misma calidad con la que enviaron sus autores.

La Editorial