



EFECTOS DE *Brevibacillus borstelensis* B65 SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL DESARROLLO DE POSTURAS DE HORTALIZAS EN FASE DE SEMILLERO

Effects of *Brevibacillus borstelensis* B65 on germination and seedlings development of horticulture crops

Sucleidis Nápoles Vinent[✉], Manuel Serrat Díaz, Eduardo Ortega Delgado, Heloíza Ramos Barbosa y Teresa Orberá Ratón

ABSTRACT. Eggplant (*Solanum melongena* L) and pepper (*Capsicum annum*) are priorities of organic foodstuffs programs in Santiago de Cuba. Seedlings of both, eggplant and pepper are cultivated under organic substrates made of earthworm castings, vegetal residues and soil, which supplies key nutrients but are lacking of plant hormones that may be supplied by plant growth promoting rhizobacteria. In the present research, the effects of a biological formulation made with the rhizobacteria strain *Brevibacillus borstelensis* B65 on germination and growth of eggplant and pepper seedlings sowed under organic treatment were evaluated. Eggplant and pepper seeds were treated and not (control) with the bacterial formulation and transferred into an organic substrate mixture of earthworm castings and soil (1:1). The seeds were maintained under controlled conditions and grown during 25 days. The results showed the effects of B65, increasing the eggplant and pepper seeds percentage of germination in 12 and 8 % upper their respective controls. In addition, the bacteria increased the pepper seedlings emergence from their dormancy stage. Both effects were attributed to the ethylene phytohormone secretion activity of B65. *Brevibacillus borstelensis* B65 significantly increased in compare to their respective controls, the seedlings and shoots length as root growth in eggplant and pepper. Also, B65 increased the roots, leaves and shoots weight. Those effects were all related with B65 indolacetic acid production levels and with its calcium phosphate solubilization activity. The strain B65 positively affects eggplant and pepper plantlets germination and development under organic treatment, corroborating its plant growth promoting traits.

RESUMEN. Los cultivos de berenjena (*Solanum melongena* L) y de ají (*Capsicum annum* L) constituyen prioridades del programa de producción de alimentos en Santiago de Cuba. La preparación de los semilleros de hortalizas se realiza con substratos elaborados a partir de humus de lombriz, residuos agrícolas y suelo, los cuales aportan nutrientes a las posturas pero carecen de fitohormonas, las que pueden ser suministradas por los inoculantes elaborados con rizobacterias estimuladoras del crecimiento vegetal. En la presente investigación se evaluaron los efectos de un biopreparado de la rizobacteria *Brevibacillus borstelensis* B65 sobre la germinación y el desarrollo de las posturas de berenjena y de ají en fase de semillero. Las semillas de ambos cultivos tratadas y no tratadas (control) con la bacteria, se cultivaron en una mezcla de humus de lombriz y tierra (1:1) bajo condiciones protegidas durante 25 días. Los resultados mostraron los efectos de B65 sobre el aumento del porcentaje de germinación de la berenjena (12 %) y del ají (8 %) por encima de sus controles. Igualmente, la bacteria aceleró la emergencia de las plántulas de ají a partir de su estado de dormancia. Ambos efectos se atribuyeron a la capacidad de B65 de excretar la fitohormona etileno. La bacteria B65 aumentó de manera significativa respecto al control, el tamaño de las posturas, la longitud del tallo y de las raíces en ambos cultivos; así como la masa del tallo, de las raíces y de las hojas. Estos efectos se relacionaron con los niveles de ácido indolacético producidos por este microorganismo y con su actividad solubilizadora de fosfato de calcio. *Brevibacillus borstelensis* B65 incidió significativamente sobre la germinación y el desarrollo de las posturas de berenjena y de ají listas para el trasplante cultivadas en abono orgánico, corroborando la actividad estimuladora del crecimiento vegetal de esta bacteria.

Key words: eggplant, pepper, *brevibacillus*, organic amendment, PGPR

Palabras clave: berenjena, ají, *brevibacillus*, abono orgánico, RPCV

Sucleidis Nápoles Vinent, Profesora Auxiliar de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Oriente, carretera de la república km 3½ S/N, Finca Sabana Ingenio, Santiago de Cuba; Dr.C. Manuel Serrat Díaz, Profesor Titular y Dra.C. Teresa Orberá Ratón, Profesora Auxiliar de la Facultad de Ciencias Naturales, Centro de Estudios de Biotecnología Industrial, Universidad de Oriente, Avenida Patricio Lumumba, CP90 500, Santiago de Cuba; Dr.C. Eduardo Ortega Delgado, Profesor Titular de la Facultad de Biología, Universidad de la Habana, calle 25, entre J e I, Vedado, La Habana; Cuba; Dra.C. Heloíza Ramos Barbosa, Profesora de Fisiología Bacteriana del Instituto de Ciencias Biomédicas II, Universidad de Sao Paulo, Avenida Prof. Lineu Prestes 1374, Sao Paulo, SP 05-508-900. Brasil.

✉ sucleidis@agr.uo.edu.cu; mserrat@cebi.uo.edu.cu; eortega@fq.uh.cu; hbarbos@icb.usp.br; torbera@cebi.uo.edu.cu; torbera@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas son cultivos de alta demanda popular debido a sus múltiples usos y aportes de vitaminas y minerales a la nutrición humana. En Cuba el papel protagónico en el cultivo de hortalizas se concentra en los organopónicos, los cuales suministran el 60 % de los vegetales frescos que consume la población (1). Entre los cultivos hortícolas que constituyen prioridades para la producción de alimentos en la provincia de Santiago de Cuba se encuentran la berenjena (*Solanum melongena* L) y el ají o pimiento (*Capsicum annum* L) (2).

La berenjena es la tercera especie de solanácea más cultivada en el mundo después de la papa y el tomate, con niveles de producción que superan los 40 millones de toneladas por año (3). Sus frutos poseen propiedades hipocolesterolémicas, antioxidantes y antifúngicas (4). El ají, una de las hortalizas más apreciadas en la cocina cubana, es portador de innumerables propiedades medicinales. Sus frutos son fuentes de vitaminas, carotenos, aceites esenciales y compuestos antioxidantes (5).

La fertilización de semilleros de hortalizas en los organopónicos se realiza con substratos orgánicos como el humus de lombriz de tierra y el compost (1). El humus incrementa el contenido de nutrientes esenciales y mejora la estructura del suelo, pero carece de fitohormonas, las cuales influyen directamente sobre el crecimiento de las plantas (6). Las hormonas vegetales pueden ser suministradas a las plantas a través de la actividad fisiológica de las bacterias rizosféricas estimuladoras del crecimiento vegetal (RPCV) (7).

Entre las rizobacterias con efectos beneficiosos sobre los cultivos se encuentran las bacterias aerobias formadoras de endosporas (BAFE) de la clase *Bacilli*, antiguamente género *Bacillus*. Tres de los géneros pertenecientes a este grupo microbiano, *Bacillus*, *Paenibacillus* y *Brevibacillus*, son habitantes comunes del suelo y la rizosfera de las plantas, favoreciendo el desarrollo de las mismas a través del control de hongos y bacterias fitopatógenas, del aumento de la disponibilidad de nutrientes y de la estimulación del crecimiento. Los estudios realizados sobre este grupo enfatizan el papel de numerosas especies de los géneros *Bacillus* y *Paenibacillus* en el aumento del contenido de N y P en el suelo y en la producción de fitohormonas (8). Sin embargo, existen pocos trabajos que refieran los beneficios que ejercen las especies de *Brevibacillus* sobre la germinación y el desarrollo de las plantas, a pesar de abundar en la rizosfera y los tejidos endofíticos de diversos cultivos, lo cual constituye el problema científico de la presente investigación. Recientemente se informaron las potencialidades estimuladoras del crecimiento vegetal del aislado rizosférico *Brevibacillus borstelensis* B65

bajo condiciones *in vitro*. La bacteria produce enzimas degradadoras de residuales de origen vegetal ricos en celulosa y pectina, polímeros que utiliza como fuentes de C y energía. De esta manera se facilita el aumento de la población bacteriana en el suelo y como consecuencia, se potencian sus efectos positivos sobre el desarrollo de los cultivos. Estas características permitieron recomendar el uso de B65 como bioinoculante en cultivos fertilizados con residuos agrícolas ricos en celulosa y pectina (9). En la presente investigación se evaluó la incidencia de dicha bacteria sobre la germinación, el crecimiento y el desarrollo de posturas en fase de semillero de berenjena y ají cultivadas en condiciones de organopónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el organopónico "La Ketty", centro de referencia nacional de la agricultura urbana de la Empresa Agropecuaria Santiago. Esta entidad se localiza en el poblado "El Caney" a 5,7 km de la ciudad de Santiago de Cuba.

Se utilizaron cultivos de berenjena (*Solanum melongena* L), variedad FHB-1 y de ají chay (*Capsicum annum* L), línea 3, ambos procedentes del Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (INIFAT). Las determinaciones se realizaron en fase de semillero durante los meses comprendidos entre enero y marzo de 2012, bajo condiciones de cultivo protegido.

Para el tratamiento de las semillas se utilizó la bacteria *Brevibacillus borstelensis* B65, que se encuentra depositada en la Colección de Cultivos del Centro de Estudios de Biotecnología Industrial [CEBI], perteneciente a la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba (10), para ser utilizada como biofertilizante (9).

El inóculo de *Brevibacillus borstelensis* B65 se preparó siguiendo la metodología propuesta por Erturk y colaboradores, para la elaboración de inóculos con fines agrícolas de bacterias de la clase *Bacilli* (14). La bacteria se cultivó en Caldo Nutritivo, a pH 7 y a 30 °C durante 18 h, en agitación a 50 rpm. El cultivo crecido se sometió posteriormente a centrifugación a 5000 rpm para concentrar la biomasa celular y esta se resuspendió en agua destilada previamente esterilizada, hasta alcanzar una concentración celular de 10^7 UFC mL⁻¹, la cual se ajustó utilizando el método turbidimétrico. Para la inoculación, 300 semillas de cada cultivo fueron embebidas durante 15 minutos en la suspensión de B65. Inmediatamente después las semillas se sembraron en las bandejas de 254 alveolos, en un substrato orgánico consistente en una mezcla de tierra y humus de lombriz (1:1). Para la preparación del substrato se utilizó suelo de tipo pardo sin carbonato típico. La caracterización de la mezcla orgánica final se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Delegación de la Agricultura de Santiago de Cuba.

Esta contenía un 4,72 % de N total y 3,02 % de N orgánico; 1,89 % de P y 9,42 % de K. El contenido de materia orgánica fue de un 2 %, el de ácido húmico fue de 12,52 % y el pH 6,7.

El diseño de los experimentos se estableció en parcelas simples con dos tratamientos, T1 (control) y T2 (semillas inoculadas con B65). Para la toma de muestras se seleccionaron 10 plantas por cada tratamiento las que constituyeron las réplicas. La selección se realizó al azar, eliminando el efecto de borde. Se determinó el porcentaje de germinación de las semillas, la altura de las posturas, la longitud del tallo y de la raíz principal, la masa húmeda de las raíces, tallos y hojas. El procesamiento estadístico de los datos experimentales, se realizó a través de un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA-I). La comparación de las medias con diferencias significativas a un valor de $p < 0,05$, se realizó a través de la prueba de las diferencias francamente significativas de Tukey. Se utilizó el paquete estadístico *Statgraphics Plus 5.1* para Windows.

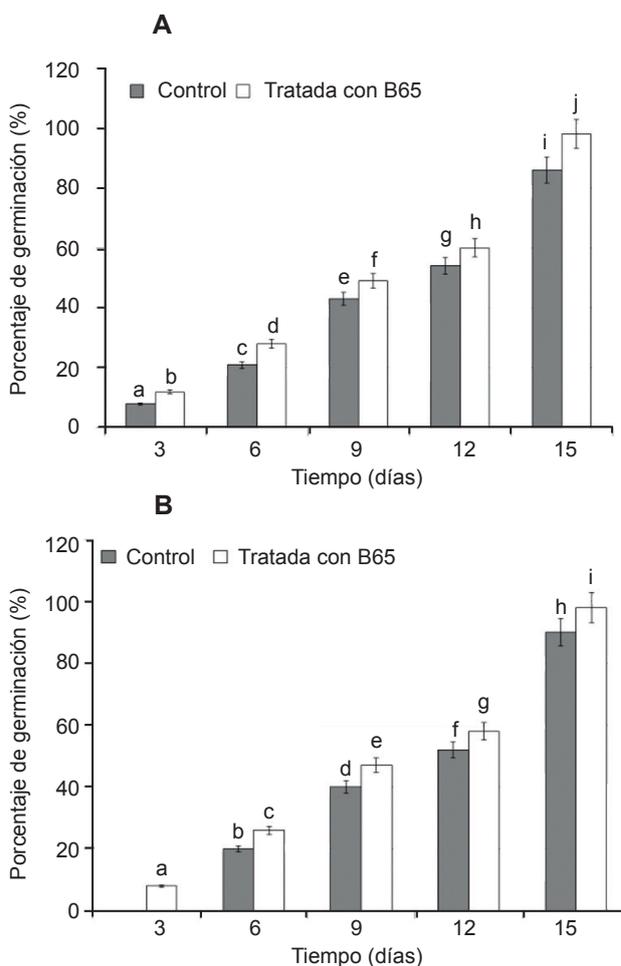
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

INFLUENCIA DE *BREVIBACILLUS BORSTELSENSIS* B65 SOBRE LA GERMINACIÓN DE LAS PLÁNTULAS DE BERENJENA Y AJÍ

El cultivo de las semillas de berenjena y las de ají en un sustrato orgánico mostró el efecto estimulador de la germinación en el tiempo, que ejerció el biopreparado confeccionado con la bacteria *Brevibacillus borstelensis* B65 sobre ambos cultivos. El porcentaje de plántulas de berenjena y de ají germinadas a partir de semillas tratadas con B65 fue significativamente superior en las mediciones realizadas a los 3, 6, 9, 12 y 15 días después de sembradas (Figura 1a y b). Las semillas de ají tratadas con el biopreparado adelantaron la germinación en tres días respecto a las no tratadas con la bacteria, nótese la no existencia de plántulas de ají germinadas a los tres días en el control no tratado (Figura 1b). De igual manera, el porcentaje total de semillas germinadas en ambos cultivos (15 días) fue significativamente superior en las unidades tratadas con el biopreparado bacteriano. El biopreparado confeccionado con la bacteria B65 incrementó la germinación de las semillas de berenjena en un 12 % y las de ají en un 8 % por encima de sus respectivos controles (Figura 1a y b).

En la literatura revisada no existen evidencias sobre los efectos que ejerce *Brevibacillus borstelensis* sobre la germinación en cultivos de hortalizas en general. Los resultados de esta investigación mostraron por primera vez la incidencia de esta especie bacteriana sobre la germinación de berenjena y de ají, la cual puede estar relacionada con la capacidad que posee la cepa estudiada (*Brevibacillus borstelensis* B65) de liberar al medio las

fitohormonas etileno y ácido indolacético (8). Ambas hormonas vegetales pueden influir sobre varios procesos fisiológicos de la planta, entre los que se encuentra la germinación (11). Los trabajos más recientes que abordan la actividad estimuladora del crecimiento vegetal de las bacterias de la clase *Bacilli*, solo hacen referencia a especies de *Bacillus* y *Paenibacillus* productoras de auxinas y a sus efectos sobre el aumento del tamaño de la planta y de la masa seca de las raíces en cultivos de cebada (12), guisante y trigo (13), kiwi (14) y maíz (15). El aumento del porcentaje de la germinación de semillas de arroz tratadas con rizobacterias productoras de índoles fue informado previamente, aunque con valores que se mantuvieron por debajo de los resultados obtenidos en esta experiencia con B65. Además, los autores del referido trabajo no revelaron la identidad de los aislados, los cuales al parecer no pertenecen a la clase *Bacilli* pues se describieron como bacterias Gram negativas no formadoras de endosporas (16).



Las barras sobre las columnas representan la desviación estándar (σ) a un 5 % de error

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a $p < 0,05$

Figura 1. Germinación de semillas de berenjena (a) y ají (b) tratadas con un biopreparado elaborado con *Brevibacillus borstelensis* B65

El biopreparado formulado con *Brevibacillus borstelensis* B65 aumentó el porcentaje de la germinación de las semillas de berenjena y de ají, y en el caso de este último, aceleró la emergencia de la planta a partir de su estado de dormancia, lo cual puede ser atribuido a los niveles de etileno excretados por la bacteria. El etileno presente en las semillas actúa sobre la división celular acelerando la germinación, el enraizamiento y la emergencia de las yemas en especies de solanáceas como la papa (17). La posibilidad de que el etileno producido por los microorganismos del suelo asociados a las plantas, contribuya a activar la germinación de las semillas y a regular el crecimiento de las plántulas germinadas, fue sugerida anteriormente (18). La bacteria B65 aceleró el inicio de la germinación de manera específica en las semillas de ají. Lo anterior también podría estar relacionado con su capacidad de producir etileno, pues numerosos investigadores han puntualizado que la incidencia de esta hormona sobre la ruptura de la dormancia de las semillas es un fenómeno dependiente de especies (17). De hecho, la respuesta de las plantas a la acción del etileno depende de que estas posean o no receptores específicos para la fitohormona (19).

La cepa *Brevibacillus borstelensis* B65 también es capaz de excretar ácido indolacético (AIA) al medio extracelular (9), hormona de gran importancia por sus efectos reguladores del ciclo y la división celular. El AIA también actúa sobre la elongación y la diferenciación de las células en la zona de crecimiento activo de la raíz; por lo cual es posible asociar los efectos que ejerció B65 sobre el incremento del porcentaje de plántulas germinadas de berenjena y de ají respecto a sus controles observado al final del experimento, con los niveles de la auxina que dicha bacteria es capaz de liberar al medio.

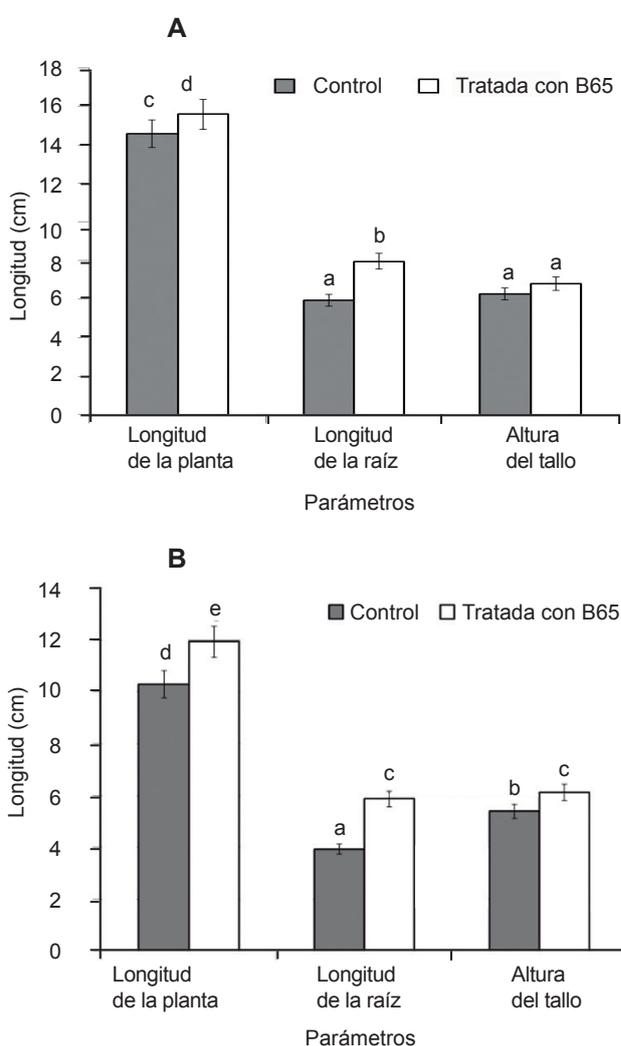
EFFECTOS DE *BREVIBACILLUS BORSTELENSIS* B65 SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS

La germinación es un proceso que se extiende hasta la etapa en la cual las plántulas son capaces de desarrollarse por sí mismas, independientemente de las reservas de nutrientes existentes en las semillas (17). Lo anterior puntualiza la necesidad de evaluar los efectos de B65 no solo sobre la emergencia propiamente de las plántulas, sino también sobre el desarrollo de las posturas hasta el momento en que estén listas para el trasplante hacia el cultivo a cielo abierto.

Las plántulas de 25 días de berenjena y de ají, cultivadas a partir de semillas previamente tratadas con *Brevibacillus borstelensis* B65, poseen mayor tamaño que las procedentes de semillas no tratadas con la bacteria. Las posturas de berenjena procedentes de semillas tratadas con B65, mostraron

diferencias significativas y altamente significativas en la altura total de la planta y en la longitud de la raíz central respectivamente a un 95 % de confianza, en comparación a los controles sin tratar con la bacteria. El incremento de la longitud del tallo respecto al control, en posturas inoculadas con la bacteria, no fue estadísticamente significativo (Figura 2a).

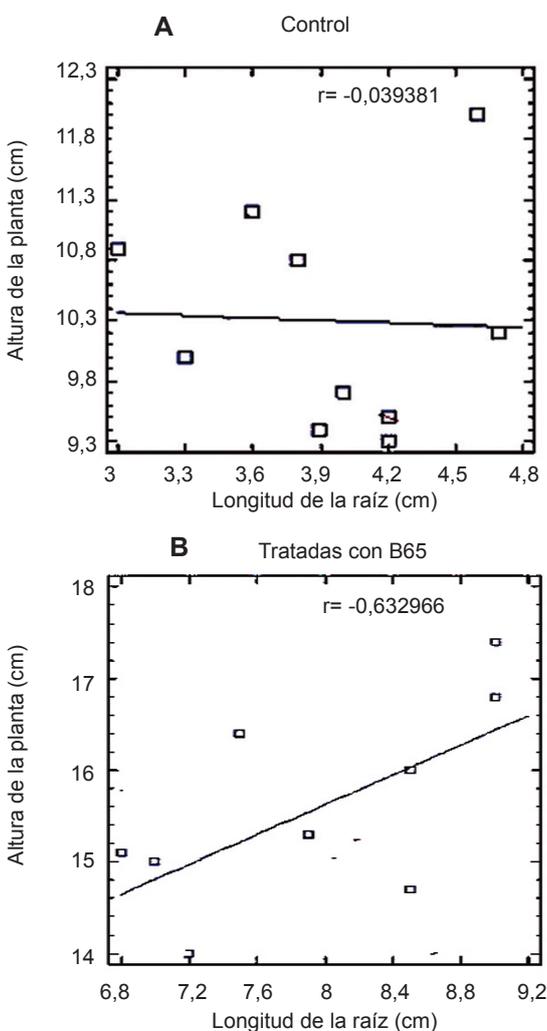
Las plántulas de ají procedentes de semillas inoculadas con B65 mostraron diferencias altamente significativas en la altura total de la planta y en la longitud de la raíz central respecto a los controles. En este caso, el aumento de la longitud del tallo en posturas procedentes de semillas tratadas con la bacteria fue significativo a un 95 % de confianza (Figura 2b).



Las barras sobre las columnas representan la desviación estándar (σ) a un 5 % de error. Los datos fueron recogidos en plantas de 25 días de sembradas. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a $p \leq 0,05$

Figura 2. Efecto de un biopreparado elaborado con la bacteria *Brevibacillus borstelensis* B65 sobre el tamaño de las plantas en semilleros de berenjena (a) y ají (b)

El tratamiento de semillas de berenjena con *Brevibacillus borstelensis* B65 favoreció el crecimiento de las plántulas en fase de semillero (25 días de edad), cultivadas en un sustrato orgánico y bajo condiciones ambientales controladas. Los resultados muestran un aumento altamente significativo en la longitud de la raíz central a diferencia del tallo (Figura 2a y b), lo cual nos permitió inferir que la bacteria B65 favoreció el aumento del tamaño de la raíz y como consecuencia ejerció un efecto determinante en el tamaño de la planta. El análisis de correlación realizado entre la altura de la planta y la longitud de la raíz central en plantas de berenjena no tratadas con B65, no evidenció la existencia de correlación entre ambos parámetros (Figura 3a), a diferencia de lo ocurrido en las plantas tratadas (Figura 3b), las cuales mostraron un coeficiente de correlación moderadamente elevado ($r = 0,632$) entre la longitud de la raíz central y la altura de la planta (Figura 3b).



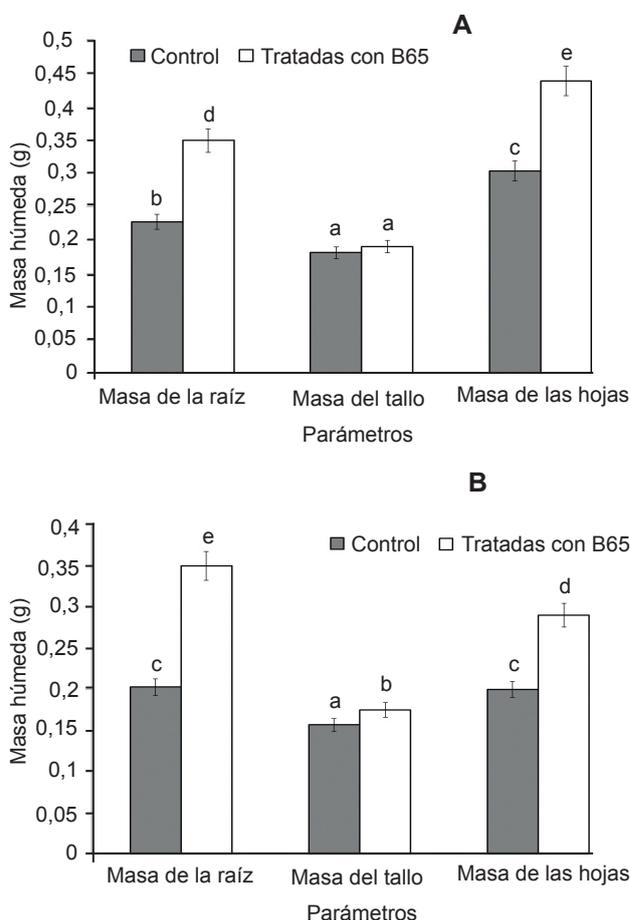
(r): coeficiente de correlación

Figura 3. Correlación lineal entre la altura de la planta y la longitud de la raíz en cultivos de berenjena sin tratar (a) y tratados (b) con *Brevibacillus borstelensis* B65

Lo anterior permitió inferir que uno de los efectos de *Brevibacillus borstelensis* B65 sobre la germinación de semillas de berenjena, podría ser la estimulación del crecimiento de la raíz y como consecuencia, el aumento del tamaño de las posturas.

EFFECTOS DE *BREVIBACILLUS BORSTELENSIS* B65 SOBRE LA MASA HÚMEDA DE LA RAÍZ, DEL TALLO Y DE LAS HOJAS

El biopreparado confeccionado con *Brevibacillus borstelensis* B65 aumentó la masa húmeda de las raíces, de los tallos y de las hojas en los cultivos de berenjena y ají en fase de semillero. Las posturas de berenjena y de ají de 25 días de crecidas procedentes de semillas tratadas con la bacteria, mostraron un incremento altamente significativo en la masa de la raíz y de las hojas (Figura 4a y 4b).



Las barras sobre las columnas representan la desviación estándar (σ) a un 5 % de error. Los datos fueron recogidos en plantas de 25 días de sembradas. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a $p \leq 0,05$

Figura 4. Efecto de un biopreparado elaborado con la bacteria *Brevibacillus borstelensis* B65 sobre la masa de la raíz, del tallo y de las hojas de las plantas en semilleros de berenjena (a) y ají (b)

El incremento de la masa del tallo de las plántulas de berenjena no fue significativo (Figura 4a) a diferencia de lo ocurrido en las posturas de ají tratadas con la bacteria, en el cual el aumento de la masa del tallo fue significativo respecto al control sin tratar (Figura 4b).

La incidencia de la bacteria rizosférica B65 sobre el crecimiento y el aumento de la masa en las raíces de berenjena y de ají, pudiera estar relacionada con las propiedades que ejerce la bacteria sobre la fisiología de las plantas. *Brevibacillus borstelensis* B65 se aisló de la rizosfera de la caña de azúcar, de ahí que al ser inoculada en los cultivos debe colonizar preferentemente las raíces, en las cuales ejerce sus efectos positivos sobre el desarrollo de las plantas. Entre estos predomina el aumento del contenido de fósforo asimilable por las raíces a través de la solubilización de fosfato de calcio, así como la producción de la fitohormona ácido indolacético (AIA) (9). Numerosas evidencias explican el papel que ejercen las auxinas y principalmente el AIA en el control del gravitropismo y de la formación de las raíces (11). El crecimiento de las raíces está directamente relacionado con el crecimiento de las plantas (17), lo cual sugiere que los efectos de *Brevibacillus borstelensis* B65 sobre el crecimiento de las posturas de berenjena, provienen de su asociación con las raíces cuya elongación estimuló a través de la liberación de AIA. En la Figura 4 se aprecia que la ganancia de masa del tallo fue inferior en ambos cultivos e incluso en el de berenjena no fue significativa, aspecto que confirma la poca incidencia de la bacteria en el desarrollo de dicha estructura y como consecuencia, la escasa influencia del desarrollo del tallo en el crecimiento de las plantas.

La posible presencia de la bacteria en la zona de las raíces de los cultivos estudiados, pudiera contribuir a la absorción de agua y nutrientes por las raíces y como consecuencia al aumento del tamaño y de la biomasa de las plantas. El papel de las raíces en la absorción de agua y nutrientes y como consecuencia en el aumento de la eficiencia de la fotosíntesis y de la nutrición mineral, son aspectos que se han explicado de manera exhaustiva (18).

Por otro lado, la especie *Brevibacillus borstelensis* posee potencialidades para la mineralización de las fuentes de nitrógeno presentes en los substratos orgánicos a través de la producción extracelular de enzimas celulasas, las cuales fueron detectadas además en la cepa B65 (8), y de proteasas que son típicas de la especie bacteriana (20). El aumento de la disponibilidad de nutrientes esenciales como el carbono, el nitrógeno y el fósforo contribuye indiscutiblemente al desarrollo global de las plantas.

CONCLUSIONES

El biopreparado formulado con una concentración celular de 10^7 UFC mL⁻¹ de la bacteria rizosférica *Brevibacillus borstelensis* B65, posee propiedades estimuladoras de la germinación y del crecimiento de posturas de berenjena y de ají en fase de semillero, cultivadas en una mezcla de tierra y humus de lombriz. La actividad fisiológica de la bacteria B65 estimuló el crecimiento del sistema radicular, zona en la cual ejerció sus efectos potenciales sobre el desarrollo de las partes aéreas de plantas. Los resultados presentados en esta experiencia, indican la posible aplicación de *Brevibacillus borstelensis* B65 como inoculante en cultivos de interés agroalimentario.

REFERENCIAS

1. Wright, J. Sustainable agriculture and food security in an era of oil scarcity: lessons from Cuba. United Kingdom. 2009. ISBN: 978-1-84407-572-0.
2. Sánchez del Toro, L. La agricultura santiaguera retoma su estabilidad. Periódico Sierra Maestra, 2012. ISSN 1681-9969. [Consultado: 6/5/2013]. Disponible en: <<http://www.sierramaestra.cu/santiago/la-agricultura-santiago-ereta-su-estabilidad>>.
3. Hurtado, M.; Vilanova, S.; Plazas, M.; Gramazio, P.; Hemal Fonseka, H.; Fonseka, R. y Prohens, J. diversity and relationships of eggplants from three geographically distant secondary centers of diversity. *PLoS ONE*, 2012, vol. 7, no. 7, pp. e41784.
4. Das, J.; Prasad Lahan, J. y Srivastava, R. B. *Solanum melongena*: A potential source of antifungal agent. *Indian Journal of Microbiology (Supplement 1)*, 2010, pp. S62-S69.
5. Vijayalakshmi, K.; Shyamala, R.; Thirumurugan; V.; Sethuraman, M.; Rajan, S.; Pulok, S. B. y Mukherjee, K. Physico-Phytochemical investigation and anti-inflammatory screening of *Capsicum annum* L and *Hemidesmus indicus* (Linn.) R.Br. *Ancient Science of Life*, 2010, vol. 29, no. 4, pp. 35-40.
6. Hidalgo, P. R.; Matta, F. B. y Harkess, R. L. Physical and Chemical Properties of Substrates Containing Earthworm Castings and Effects on Marigold Growth. *HortScience*, 2006, vol. 41, no. 6, pp. 1474-1476.
7. Compant, S.; Clément, Ch. y Sessistch, A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: Their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biology & Biochemistry*, 2010, vol. 42, pp. 669-678.
8. Kumar, Ankit; Prakash, Anil; Johri, B. N. Bacillus as PGPR in crop ecosystem. En: *Bacteria in agrobiology: crop ecosystems*. Springer Berlin Heidelberg, 2011. pp. 37-59. DOI 10.1007/978-3-642-18357-7_2.
9. Orberá Ratón, T. M.; Yano, R.; Rodríguez Gámez, O.; Segal Floh, E. I.; Serrat Díaz, M. J. y Ramos Barbosa, H. Isolation and characterisation of aerobic endospore forming *Bacilli* from sugarcane rhizosphere for the selection of strains with agriculture potentialities. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2012, vol. 28, pp. 1593-1603.

10. Terragno, R.; Leardini, N.; Levis, S.; Perticari, A.; Davel, G.; Martos, G. y Sfreddo, E. Base de Colecciones de Cultivos Microbianos. 2014. [Consultado: 6/5/2013]. Disponible en: <http://www.aam.org.ar/cultivos_microbianos.shtml>.
11. Baca, B. E. y Elmerich, C. Microbial production of plant hormones. En: Elmerich, C. y Newton, W. E. Associative and Endophytic Nitrogen-fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2003. 31 pp. [Consultado: 10-1-2012]. Disponible en: <<http://www.bashanfoundation.org/baca/bacamicrobila.pdf>>.
12. Çakmakçı, R.; Dömeç, M. F. y Erdögan, U. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Barley Seedling Growth, Nutrient Uptake, Some Soil Properties and Bacterial Counts. *Turk Journal of Agriculture For*, 2007, vol. 31, pp. 189-199.
13. Egamberdieva, D. Plant Growth Promoting Properties of Rhizobacteria Isolated from Wheat and Pea Grown in Loamy Sand Soil. *Turk Journal of Biology*, 2008. vol. 32, pp. 9-15.
14. Erturk, Y.; Ercisly, S.; Haznedar, A. y Çakmakçı, R. Effects on plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. *Biology Research*, 2010, vol. 43, pp. 91-98.
15. Marques, A.; Pires, C.; Moreira, H.; Rangel, A. y Castro, P. Assessment of the plant growth promotion abilities of six bacterial isolates using *Zea mays* as indicator plant. *Soil Biology and Biochemistry*, 2010, vol. 42, pp. 1229-1235.
16. Ashrafuzzaman, M.; Akhtar, F.; Razi, M.; Anamul, Md.; Zahurul, M.; Shahidullah, S. M. y Meon, S. Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. *African Journal of Biotechnology*, 2009, vol. 8, no. 7, pp. 1247-1252.
17. Pessaraki, M. Handbook of plant and crop physiology. New York: Marcel Dekker Inc, 2001. 973 pp. ISBN: 0-8247-0546-7.
18. Schooley, J. Introduction to Botany. New York: Delmar Publishers, 1996. 406 pp. ISBN 0-8273-7378-3.
19. Blankenship, S. Ethylene Effects and the Benefits of 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly*, 2001, vol. 108, 3 pp.
20. Lian, L. H.; Tian, B. Y.; Xiong, R.; Zhu, M. Z.; Xu, J. y Zhang, K. Q. Proteases from *Bacillus*: A new insight into the mechanism of action for rhizobacterial suppression of nematode populations. *Letters in Applied Microbiology*, 2006, vol. 45, no. 3, 6 pp.

Recibido: 3 de mayo de 2013
 Aceptado: 30 de Julio de 2013

¿Cómo citar?

Nápoles Vinent, Sucleidis; Serrat Díaz, Manuel; Ortega Delgado, Eduardo; Ramos Barbosa, Heloíza y Orberá Ratón, Teresa. Efectos de *Brevibacillus borelensis* B65 sobre la germinación y el desarrollo de posturas de hortalizas en fase de semillero. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2014, vol. 35, no. 3, pp. 17-23. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <----->.