

Artículo científico**EFFECTO DE LOS BIOPRODUCTOS BIOBAC Y SACAFIX SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUUM* L.).**Osiris Quiala Pérez¹, Pedro Rodríguez Fernández² y Grisel Tejeda González³**RESUMEN**

La investigación se realizó en el área de autoconsumo de la UEB de Aseguramientos y Servicios de la Delegación Provincial de la Agricultura en Santiago de Cuba. Se utilizó un sustrato a base de un suelo Pardo Sialítico Mullido Carbonatado y humus de lombriz, en una proporción 2:1, con el objetivo de evaluar la efectividad de los bioproductos Biobac y Sacafix, de forma simple y combinada, sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. 'Verano-1', en período óptimo de siembra correspondiente de octubre a noviembre 2019. Se empleó un diseño unifactorial de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. La medición que se realizó a los 30 días después de la siembra demostró que la combinación BIOBAC + SACAFIX supera de manera estadísticamente significativa ($\alpha=0,05$) a la variante testigo, en indicadores como la altura de las plántulas, diámetro del tallo, número de hojas y masa fresca de la plántula, en un 34 %, 68 %, 25 % y 47 %, respectivamente. Por lo tanto, su aplicación sería una alternativa con posibilidades de implementar en casas de posturas, para obtener mejores resultados en el crecimiento de esta especie vegetal.

Palabras clave: bioproductos, pimiento, plántula, semillero**Effect of bioproducts BIOBAC and SACAFIX on growth of seedling de pepper (*Capsicum annuum* L.).****ABSTRACT**

Investigation was carried out in self-consumption area of the UEB of Assurance and Services of the Provincial Delegation of the Agriculture in Santiago de Cuba. It was used a substrate of Carbonated Fluffed Sialitic Brown soil and worm humus, in a proportion 2:1, with the objective to evaluate the effectively of the bioproducts Biobac and Sacafix in a simple way and combined on the growth and development of the seedling of pepper (*Capsicum annuum* L.) cv. 'Verano-1', in optimal sowing period corresponding from October to November 2019. Was used a univariate design of random blocks with four treatments and four replications. The evaluation, carried out to the 30 days of the sowing, showed that the combination of Biobac + Sacafix was statistically significantly ($\alpha=0.05$) superior that the control variant in indicators such as seedling height, stem diameter, number of leaves and fresh mass of the seedling in 34 %, 68 %, 25 % and

Ing. Osiris Quiala Pérez, Especialista de la Delegación Provincial de la Agricultura, Santiago de Cuba. Carretera Central, km 5 ^{1/2}. La Cuaba. Santiago de Cuba semillas@dlg.scu.minag.gob.cu; ²Universidad de Oriente. Avenida de Las Américas S/N, CP 90 400, Santiago de Cuba; ³Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", (INIFAT) MINAG. Calle 188 no. 38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas, Boyeros. La Habana, Cuba.

47 %, respectively. For this reason, their application will be an alternative with possibilities to use in seedling houses to obtained better results in this vegetable specie.

Key words: bioproducts, pepper, seedling, seedbed

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza que pertenece a la familia Solanácea, sus frutos son ricos en provitamina A, vitamina B, vitamina C, y en minerales como calcio, fósforo, potasio y hierro (Elizondo y Monge, 2017). En el mundo se producen más de 32 millones de kg de este vegetal, de ellos la mitad corresponde a China, primer productor mundial, con 16 millones de kg, 711.690 ha y un rendimiento de 2,27 kg.m⁻². En Cuba su producción oscila de 8,5 a 10,35 t.ha⁻¹ en condiciones de campo (Álvarez et al., 2018). Particularmente en la provincia de Santiago de Cuba, en el año 2019 se produjeron 2 544,7 t de pimiento.

Para el estudio se seleccionó el cv. 'Verano-1' obtenido por trabajos de mejoramiento genético por el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Posee frutos triangulares de color verde amarillento en madurez fisiológica y presenta buena adaptación a las condiciones ambientales y rendimientos superiores a las 10 t.ha⁻¹ (INIFAT, 2014).

El semillero es el inicio de la vida productiva y reproductiva de la planta. En esta etapa se debe cumplir con exigencias fitosanitarias, de luz, temperatura, humedad, con el fin de lograr un óptimo desarrollo y posterior trasplante al campo, ya que de estas condiciones depende el éxito en el cultivo (abril, 2017), si se tiene en cuenta que una de las causas principales que afectan los rendimientos hortícolas es la calidad de las posturas, debido a que de ellas dependerá el posterior desarrollo del cultivo (Sarduy et al., 2016).

El uso de bioproductos puede contribuir a mejorar su calidad, además del beneficio de la protección al medio ambiente, unido al hecho de que solo existen reportes de este tipo de investigación en las condiciones edafoclimáticas del occidente del país, por ello en la actualidad se potencia el empleo de bioproductos (biofertilizantes, bioestimulantes y bioplaguicidas), como una alternativa para estimular el crecimiento de las plantas, lograr incrementos en los rendimientos y disminuir el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores del crecimiento producidos por las industrias químicas alternativas (González et al, 2017). Estos son insumos formulados con uno o varios microorganismos benéficos (hongos y bacterias principalmente), los cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Los bioproductos Biobac y Sacafix se obtienen mediante procesos de fermentación sumergida utilizando cepas de *Bacillus subtilis* y *Gluconacetobacter diazotrophicus*, respectivamente. En el caso del producto Biobac su aplicación en hortalizas como tomate (*Solanum lycopersicum* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) y ají pimiento (*Capsicum annuum* L.) en varias modalidades productivas, entre ellas la tradicional y en organoponía y casas de posturas de la Agricultura Urbana, ha demostrado su acción preventiva frente a un amplio rango de hongos y bacterias fitopatógenas que provocan afectaciones severas en estos cultivos (Tejeda et al., 2008). Por su parte, el producto Sacafix ha alcanzado buenos resultados como estimulador del crecimiento en zanahoria y remolacha (Ríos et

al., 2016), aunque la especie bacteriana que constituye su principio activo se ha aplicado con éxito sobre diferentes cultivos, incluyendo otras especies hortícolas como el tomate (Fernández et al., 2019).

Sin embargo, las investigaciones desarrolladas en estudios precedentes se han enfocado hacia la evaluación de manera individual de cada bioproducto, quedando como interrogante de investigación el efecto aditivo que pueden tener, una vez que se combinen los diferentes mecanismos de acción de las bacterias que lo constituyen, en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas.

El objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad de los bioproductos Biobac y Sacafix de forma simple y combinada sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de pimiento cv. 'Verano- 1'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se ubicó en el municipio Santiago de Cuba, sobre un suelo Pardo Sialítico Mullido Carbonatado en condiciones de semillero. El cultivo a investigar fue el pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. 'Verano- 1', en período óptimo de siembra que corresponde de octubre a noviembre del 2019. Se utilizó un diseño unifactorial de bloques al azar, de 1,0 m de largo por 0,60 m de ancho, con cuatro tratamientos y cuatro réplicas.

Descripción de los tratamientos:

T1: Testigo sin aplicación

T2: Biobac a los 15 días después de la siembra a razón de 5,0 L.ha⁻¹.

T3: Sacafix a los 15 días después de la siembra a razón de 5,0 L.ha⁻¹.

T4: Biobac más SACAFIX a los 15 días después de la siembra, a razón de 2,5 L.ha⁻¹ de cada producto.

La aplicación se realizó por aspersión al suelo y la planta. Ambos productos se obtuvieron

mediante un proceso de fermentación sumergida de 48 horas, a 150 r.p.m de agitación y 28-30 °C de temperatura. En el caso del Biobac el medio de cultivo utilizado fue Caldo Nutriente (BIOCEN) y la cepa microbiana la INIFAT 101 de *Bacillus subtilis*, Para el Sacafix el proceso fermentativo se realizó con la cepa INIFAT Gd 42 en un medio de arroz (en trámite de patente). Ambas cepas son conservadas en la Colección de Bacterias Beneficiosas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). Los microorganismos en ambos productos presentaron una concentración de 10¹⁰ UFC mL⁻¹.

A los 30 días después de la siembra se evaluó la masa fresca de la plántula (g), diámetro del tallo (mm), la altura de la plántula (cm) y el número de hojas por plántula (U).

Los datos obtenidos para cada variable respuesta fueron procesados estadísticamente mediante análisis de varianza de clasificación simple para muestras compuestas de igual tamaño y comparación múltiple de medias por la Prueba de Tukey al 5 %, previa comprobación de la normalidad y homogeneidad de las varianzas. Se utilizó el programa estadístico computarizado Statgraphics Centurium XV para Windows (Graphics Software Systems, STCC, 2000, Estados Unidos), el Basic Statistics, el Microsoft Office Excel 2017, Prisma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados alcanzados para los indicadores de crecimiento evaluados en las plántulas de pimiento a los 30 días después de la siembra.

Al analizar el efecto de los tratamientos se observó que la aplicación de los productos combinados (T4) estimuló el crecimiento sobre todos los indicadores evaluados. En el caso de la altura de la planta y el diámetro del tallo los valores obtenidos fueron mayores y difieren

significativamente del resto de los tratamientos (testigo y productos independientes).

Para los indicadores número de hojas y masa fresca, a pesar de ser más altos los valores obtenidos, no se observaron diferencias con los valores obtenidos con el empleo del Biobac solo (T2).

De manera general se observó que el crecimiento se favoreció con la aplicación de los bioproductos, resultando la combinación de los dos, superior a su utilización de manera independiente.

Tabla 1. Efecto de la aplicación de los productos Biobac y Sacafix de forma simple y combinados, sobre el crecimiento de plántulas de 30 días de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. 'Verano-1'.

Tratamientos	Variables			
	Altura de la plántula (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de hojas (u)	Masa fresca de la plántula (cm)
Testigo sin aplicación (T1)	12,63 d	1,4 c	8,9 c	1,23 b
Biobac (T2)	14,95 c	1,6 c	10,65 ab	1,55 ab
Sacafix (T3)	17,63 b	3,1 b	10,95 b	1,78 b
Biobac + Sacafix (T4)	19,80 a	4,4 a	11,85 a	2,32 a
CV (%)	3,23	19,67	10,07	19,02
Esx	0,98	0,09	1,96	0,16

Si se comparan los resultados obtenidos con la aplicación del Biobac (T2) con los referidos por Luna et al. (2013), quienes trabajaron con cepas de bacterias del género *Bacillus* en los cultivos de tomate y pimiento, se aprecia que los resultados fueron superiores en la altura de la plántula (11,13 cm a 13,43 cm), no así en el caso del diámetro del tallo, donde ellos alcanzaron valores superiores (3,72 mm a 3,79 mm). Estos autores refieren que la cepa MA12 de *Bacillus subtilis* fue la más versátil para promover el crecimiento de las plántulas, a la vez que sugieren que podría recomendarse para la formulación de biofertilizantes destinados al tratamiento de tales cultivos.

González et al. (2017) trabajaron con cepas aisladas de suelo rizoférico de nueve regiones de México, que incluyeron bacterias

solubilizadoras de fosfatos, fijadoras de nitrógeno y productoras de auxinas (*Serratia plymuthica*, *Serratia mascescens*, *Serratia liquefaciens*, *Rhizobium nepotum*, *Arthrobacter* sp., *Bacillus* sp. y *Stenotrophomonas maltophilia*) y plantearon que estos microorganismos promovieron mayor altura con valores que oscilan entre 7,2 cm y 9,6 cm, en plántulas de chile poblano, inferiores a los obtenidos con el empleo de los bioproductos aquí estudiados. En sus investigaciones concluyeron que el uso de rizobacterias promotoras de crecimiento con capacidad para solubilizar fosfatos y producir auxinas fue efectivo para obtener plántulas de buena calidad en pimiento.

Los valores obtenidos con el empleo de los bioproductos ensayados en el presente trabajo

fueron superiores a los logrados por Quiroz *et al.* (2019) con el empleo de cepas de *Serratia liquefaciens*, *Serratia plymuthica*, *Pseudomonas tolaasii* y *Pseudomonas yamanorum*, donde el número de hojas por plantas osciló entre 5,7 y 7,2. Por su parte, Moreno y González (2019) lograron valores entre 8,4 y 11,6 para igual indicador, pero con la aplicación de Pectimor® y Quitomás®, en el cultivo del pimiento, en las condiciones edafoclimáticas de la provincia Granma, estudio donde todos los tratamientos aplicados resultaron mejores que el testigo, lo que indica el efecto estimulante de los bioproductos sobre el número de hojas de las plántulas de pimiento, aspecto muy importante si se tiene en cuenta que el número de hojas puede incrementar la fotosíntesis y la transformación de los macro y micro elementos tomados por las raíces, incidiendo de manera positiva en el crecimiento de las plantas.

Corrales *et al.* (2017) plantearon que las bacterias del género *Bacillus* tienen la potencialidad de fijar nitrógeno atmosférico, solubilizar elementos minerales y producir un grupo de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, a la vez que reconocen su actividad antagonista. Estas razones justifican su selección como principios activos de productos biofertilizantes, máxime cuando se conoce que la presencia de enfermedades causadas por hongos en los cultivos hortícolas, constituye un problema en la agricultura cubana.

En el caso de *G. diazotrophicus*, se reconoce también su capacidad como fijador de nitrógeno atmosférico, para la solubilización de nutrientes, producción de fitohormonas y su efecto biocontrol (Rincón *et al.*, 2019), aunque para el cultivo del pimiento, no se encontraron referencias del efecto que produce la aplicación de la bacteria. No obstante, en otras hortalizas como la zanahoria y la remolacha estimula las dimensiones de las raíces y su masa (Ríos *et al.*,

2016); mientras que para el tomate se ha demostrado su efecto en el rendimiento y el crecimiento de la planta en condiciones de campo (Fernández *et al.*, 2019).

El mayor efecto que provoca la aplicación de más de un bioproducto con respecto a los productos independientes fue descrito por autores como Tellez *et al.* (2018), quienes al ensayar en el cultivo de remolacha una cepa de *Brevibacillus borstelensis* (B65) y el lactofermento IHplus, alcanzaron el mejor promedio de altura de la planta en el tratamiento de la combinación de ambos bioproductos. Ello demuestra que la aplicación combinada puede potenciar la acción de los microorganismos que componen los biofertilizantes y tener una mejor acción sobre los indicadores de crecimiento, lo cual quedó demostrado en el estudio con los productos Biobac y Sacafix.

CONCLUSIONES

Con el empleo de los bioproductos Biobac y Sacafix de forma combinada se logró un aumento de la altura de la plántula, diámetro del tallo, número de hojas por plantas y masa fresca de la planta con respecto al testigo, por lo que su aplicación podría ser una alternativa a implementar en corto plazo para estimular el crecimiento de las plántulas de pimiento cv. 'Verano- 1'.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, M.D.P.E. (2017). Diseño del manual de procedimientos para la plantulación de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en la Empresa Plántulas de Colombia SAS, Sutamarchán, Boyacá. 13 p.
- Álvarez, A.; Calderón, A.A.; Fundora, L.R. y A. Rodríguez, A. (2018). Manejo de bioproductos en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*. L.) en condiciones de organopónico. Revista Científica

- Agroecosistemas, 6(2):121-127. Recuperado de <http://www.aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>.
- Corrales, L.C.; Caycedo, L.; Gómez, M.A.; Ramos, S.J. y Rodríguez, J.N. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. NOVA, 15(27): 45-65. ISSN (versión impresa): 1794- 2470.
- Elizondo, E. y Monge, J.E. (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. InterSedes, 18(37): 129-154. ISSN: 2215- 2458.
- Fernández, J.; Abad, E.M. y Salgado, J.M. (2019). Efecto de *Gluconacetobacter diazotrophicus* en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Avances, 21(3): 264-275. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/446/1491>
- González, A.; Almaraz, J.J.; Ferrera, R.; Rodríguez, M.P.; Taboada, O.R.; Trinidad, A.; Alarcón, A y Arteaga, R.I. (2017). Caracterización y selección de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de chile poblano (*Capsicum annuum* L.). Revista internacional de Contaminación ambiental, 33(3):463-474, doi: 10.20937/rica. 33.03.09.
- INIFAT. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (2014). Catálogo de variedades. La Habana-Cuba, 165 pág. ISBN 9-789-597-223-061.
- Luna, L.; Martínez, R.A.; Hernández, M.; Arvizu, S.M. y Pacheco, J.R. (2013). Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. Revista Fitotecnia Mexicana, 36 (1): 63-69. ISSN (versión impresa): 0187-7380.
- Moreno, L. y González, G. (2019). Evaluación de productos bioactivos en semilleros en bandejas en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.). REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local, 3(2): 220-230 (abril-junio). ISSN (versión digital): 2494- 3065.
- Quiroz, V.F.; Almaraz, J.J.; Sánchez, G.; Argumedo, R y González, A. (2019). Biofertilizantes de rizobacterias en el crecimiento de plántulas de chile Poblano. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(8): 1733-1745 (nov-dic). ISSN (Versión impresa): 2007-0934.
- Rincón, A.; Cuellar, J.A.; Valencia, F. y Sánchez, O.J. (2019). Cinética de crecimiento de *Gluconacetobacter diazotrophicus* usando melaza de caña y sacarosa: evaluación de modelos cinéticos. Acta Biológica Colombiana, 24(1): 38-57.
- Ríos, Y.; Dibut, B.; Rojas, M.; Ortega, M.; Arozarena, N. y Rodríguez, J. (2016). Interacción de la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus* y hortalizas de raíz. Cultivos Tropicales, 37(no. especial): 28-32. ISSN (versión impresa): 0258-5936. ISSN (versión digital): 1819- 4087.
- Sarduy, D. M.; Díaz, A. I.; Castellanos, G. L.; Soto, O. R y Pérez, R. Y. (2016). Sustratos y soluciones nutritivas para la obtención de plántulas de pimiento y su influencia en la producción en cultivos protegido. Centro Agrícola, 43 (4): 42-48; octubre-diciembre, 2016 ISSN (versión impresa): 0253- 5785. ISSN (digital): 2072- 2001.
- Tejeda, G.; Rodríguez, J.; García, R; Martínez, R; Castellanos, J.J; Dibut, B; Ríos, Y.; Gutiérrez, L; Arozarena, N.; Plana, L.; Izquierdo, L.; García, A.; Ortega, M.;

Croché, G.; Socas, U.; Mesa, E.; Simanca, M.E; Fraga, S. y Fey, L. (2008). Obtención de biofertilizantes bacterianos a partir de *Bacillus subtilis*. En: CD memorias de la Convención TRÓPICO'2008. III Congreso de Agricultura Tropical. Palacio de las Convenciones, la Habana, Cuba.

Téllez, T. y Orberá, T. (2018). Efecto estimulador del crecimiento de dos biopreparados biotecnológicos en cultivos de remolacha (*Beta vulgaris* L.). Revista Cubana Química, 30(3): 483- 494 (set.-dic.) ISSN (versión impresa): 0258- 5995. ISSN (versión digital): 2224- 5421.

Fecha de recepción: 9 mayo 2020

Fecha de aceptación: 21 noviembre 2020

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

