

Resultados del ICIBIO- GLU® en diferentes cultivos hortícolas

Yusmila Guevara-Verdecia^{1*}; Anisley Barrios-Hernández¹; Ana Nelis San Juan-Rodríguez¹, Eulalia Gómez-Santisteban¹, Adrián Hernández-Guillén², Daisy Dopico-Ramírez¹

1. UEB Bioprocesos CUBA-10 (ICIDCA). Pablo Noriega, Quivicán. Mayabeque. Cuba

2. UEB INICA - Mayabeque (INICA). Pablo Noriega, Quivicán. Mayabeque

* yusmila.guevara@icidcamy.azcuba.cu

RESUMEN

Introducción. El ICIBIO-GLU® es un biofertilizante, obtenido a partir de la bacteria endófito *Gluconacetobacter diazotrophicus* que posee amplias perspectivas para ser empleado, por su capacidad para fijar nitrógeno, solubilizar nutrientes minerales y producir diversas auxinas, principalmente ácido indolacético.

Objetivo. Evaluar la efectividad del biofertilizante ICIBIO-GLU® en diferentes cultivos hortícolas.

Materiales y Métodos. La evaluación del biofertilizante líquido, con una titulación de 1.4×10^9 UFC mL⁻¹ se realizó en condiciones de cultivo semiprotegido de remolacha, lechuga y col china, en organopónico, con dos tratamientos T1: Testigo (sin fertilización nitrogenada ($100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) y T2: ICIBIO-GLU®, mediante diseño de bloques al azar, con tres réplicas, en canteros de (24 m^2). La inoculación se realizó por aspersión, con una mochila de 16 L, a dosis de $5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ y se evaluaron, en cada uno de ellos, variables agronómicas.

Resultados y Discusión. La aplicación del biofertilizante permitió el incremento del diámetro y peso de la raíz en las plantas de remolacha, en un 30 %; en la lechuga incrementó la altura, el número de hojas y peso promedio en un 50 %; así como el número de hojas y peso promedio de la col china, en un 20 %; todos los cultivos evaluados mostraron una tendencia al incremento de los rendimientos entre 17 y 40 %.

Conclusiones. La aplicación del biofertilizante ICIBIO-GLU® mostró efecto positivo sobre las variables agronómicas en las hortalizas evaluadas, con tendencia a incrementos de los rendimientos entre 17 y 40 %, así como óptimo rendimiento en el cultivo de remolacha, comparada con el 100 % de fertilización nitrogenada.

Palabras clave: *Gluconacetobacter diazotrophicus*, cultivos, biofertilizantes, hortalizas.

ABSTRACT

Introduction. ICIBIO-GLU® is a biofertilizer obtained from the endophytic bacterium *Gluconacetobacter diazotrophicus*, which has wide prospects for use, due to its capacity to fix nitrogen, solubilize mineral nutrients and produce various auxins, mainly indoleacetic acid.

Objective. To evaluate the effectiveness of the biofertilizer ICIBIO-GLU® in different horticultural crops.

Materials and Methods. The evaluation of the liquid biofertilizer with a titer of 1.4×10^9 CFU mL⁻¹ was carried out under semi-protected cultivation conditions of beet, lettuce and Chinese cabbage in organoponics, with the following treatments T1: Control (without nitrogen fertilization ($100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) and T2: ICIBIO-GLU®, using a randomized block design with three replications in beds of (24 m^2). by spraying, with a 16 L backpack, at a dose of $5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$, evaluating agronomic variables in each of them.

Results and Discussion. The application of the biofertilizer allowed increases in the diameter and weight of the roots of the beet plants by 30 %; in the height, number of leaves and average weight of lettuce by 50 %; as well as the number of leaves and average weight of Chinese cabbage by 20 %. All the crops evaluated showed a tendency to increase yields between 17 and 40 %.

Conclusions. The application of the ICIBIO-GLU® biofertilizer showed a positive effect on the agronomic variables in the vegetables evaluated, with a tendency to increases in yields between 17 and 40 %, as well as optimal performance in the beet crop compared to 100 % nitrogen fertilization.

Key words: *Gluconacetobacter diazotrophicus*, crops; biofertilizers, vegetables.

INTRODUCCIÓN

La bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus*, descubierta hace solo unos años, presenta la ventaja, desde el punto de vista agroecológico, de que se asocia a especies vegetales con altos contenidos de azúcares, de ahí que se obtengan notables beneficios con relación a la ganancia de nitrógeno en las plantas, por la capacidad nitro fijadora del microorganismo y por los incrementos en el rendimiento, debido a su característica de producir sustancias fisiológicamente activas, como indican Riggs *et al.* (1).

Se le atribuye, además, la posibilidad de actuar como biocontrolador de fitopatógenos, como *Colletotrichum falcatum*, *Xanthomonas albilineans* y el nematodo *Meloidogyne incognita*, según Dibut *et al.* (2). Los resultados positivos de su inoculación en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.), maíz (*Zea mays* L.), malanga (*Xanthosoma* spp.), boniato (*Ipomoea batata* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) refuerzan las perspectivas de poder utilizar con éxito esta bacteria en la elaboración de inoculantes, señalan Ríos *et al.* (3).

Para maximizar los rendimientos de los cultivos en estudio es importante la fertilización; sin embargo, el incremento del costo de los fertilizantes químicos y la contaminación que propician al medioambiente, cuando se utilizan irracionalmente, incentivan la búsqueda de tecnologías que resulten viables y sostenibles, apunta López *et al.* (4). De esta manera, la utilización de microorganismos que posean la capacidad de promover el crecimiento vegetal aparece como una alternativa interesante, para mejorar la fertilidad de los suelos y proveer las plantas de nutrientes.

Las hortalizas tienen un gran valor nutricional, pues son muy ricas en vitaminas A, C, E y el complejo vitamínico B; también poseen minerales como, hierro y calcio, además de que aportan muy pocas calorías, por lo que se consideran un alimento muy saludable e idóneo para dietas, asegura Berkelaar (5), de ahí que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del biofertilizante ICIBIO-GLU®, en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos hortícolas de remolacha (*Beta Vulgaris*), lechuga (*Lactuca sativa*) y col china (*Brassica campestris*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en condiciones de cultivo semiprotegido, en áreas del organopónico Pablo Noriega, perteneciente a la Empresa 19 de abril, de Quivicán, en la provincia de Mayabeque. El biofertilizante evaluado es ICIBIO-GLU®, obtenido en la UEB Bioprocesos Cuba 10, que se presenta en forma líquida y está compuesto por la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus*, con una titulación de 1.4×10^9 UFC ml⁻¹.

Se estudiaron dos tratamientos:

Tratamiento 1 (T1)- Testigo (sin fertilización nitrogenada (100 kg N/ha⁻¹))

Tratamiento 2 (T2)- ICIBIO-GLU®, en los cultivos de remolacha, lechuga y col china.

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas, se utilizaron como bloques los canteros (24 m²). La inoculación se realizó por aspersión, con ayuda de una mochila de 16 L, a una dosis de 5 L/ha⁻¹. Al final de la cosecha se evaluaron variables de desarrollo vegetativo y productivo; excepto en la col china, que se evaluó a los 30, 45 y 60 días.

VARIABLES AGRONÓMICAS

- altura de la planta (cm)
- número de hojas (u)
- diámetro de la raíz (cm)
- peso promedio de la planta, fruto y raíz (g)

- rendimiento ($t\ ha^{-1}$)

Para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos se utilizó el programa Statgraphics versión 5.0. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significación de 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Remolacha (*Beta vulgaris* L)

En la tabla 1 se observa que, para la variable altura de la planta, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a las variables del diámetro y peso de la raíz sí se observan diferencias significativas, según la prueba de Tukey al 5 % de significación, con resultados superiores en el T2 (inoculado), con respecto al T1 (testigo), lo que representa incrementos entre un 30 y 40 % de estas variables agronómicas. En cuanto al rendimiento, alcanzó mayor valor el tratado, con respecto al testigo, que lo superó en $7.99\ tn/ha^{-1}$ y, si tenemos en consideración comparar la variable rendimiento con una fertilización nitrogenada al 100 %, esta alcanza un valor de $31.09\ tn/ha^{-1}$, según Sopan (6), cuyo valor es equivalente al obtenido en el T2, lo cual indica que es factible utilizar el biofertilizante para incrementar el rendimiento de esta hortaliza.

En particular, para *Gluconacetobacter diazotrophicus*, las investigaciones realizadas demuestran que incrementa el crecimiento y la longitud de las raíces, lo que trae como resultado un mayor acceso a los nutrientes, al aumentar la superficie de exploración del cultivo, como señalan Patil et al. (7). Además, su carácter de endófito lo hace aún más interesante pues, según plantean Muñoz y Caballero (8), este grupo de microorganismos tiene ventajas sobre los rizosféricos al recibir protección ante condiciones ambientales adversas en el interior del vegetal y ser más directos los efectos beneficiosos que provocan.

Tabla 1. Efecto de la aplicación del ICIBIO-GLU®, en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*)

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la raíz (cm)	Peso de la raíz (g)	Rendimiento ($tn\ ha^{-1}$)
T1 (Testigo)	40.6 a	5.10 b	48.35 b	22.51 b
T2 (ICIBIOP-GLU) ®	40.8 a	7.01 a	98.75 a	30.5 a
Esx	1.63	0.34	6.85	0.71
CV (%)	3.73	5.79	6.42	10.04

Medias con letras distintas difieren significativamente entre sí, según prueba de Tukey al 5 % de significación.

Lechuga (*Lactuca sativa*)

Se observan diferencias significativas, según prueba de Tukey al 5 % de significación, para las variables altura de la planta, número de hojas y peso promedio de las plantas (tabla 2), en el T2 (inoculado), con mejores resultados agronómicos, con respecto al T1 (testigo). Todos los resultados obtenidos se deben a que este microorganismo libera hasta 50 % del nitrógeno fijado y produce diversas auxinas, principalmente AIA y citocininas, según demostraron Madhaiyan et al. (9). En cuanto al indicador rendimiento agrícola se observa un valor superior en el T2 (inoculado), con respecto al testigo, que lo superó en $0.04\ t/ha^{-1}$. Los efectos positivos descritos por Dibut (10), para los cultivos de boniato, malanga, papa, papaya y yuca demuestran que, una vez establecida la bacteria en el interior del vegetal y desatada su maquinaria metabólica se logran efectos positivos sobre diferentes variables del crecimiento y desarrollo, que se revierten en el rendimiento.

Tabla 2. Efecto de la aplicación del ICIBIO-GLU®, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)	Número de hojas (u)	Peso de las plantas (g)	Rendimiento (tn ha ⁻¹)
T1 (Testigo)	15.7 b	12.4 b	45 b	0.03 b
T2 (ICIBIOP-GLU) ®	19.5 a	15.9 a	89 a	0.07 a
Esx	1.55	1.11	12.80	0.53
CV (%)	3.10	12.49	33.95	7.22

Medias con letras distintas difieren significativamente entre sí, según prueba de Tukey al 5 % de significación.

Col china (*Brassica campestris*)

En la tabla 3 se observan diferencias significativas, según prueba de Tukey al 5 % de significación, entre el T2 (inoculado) y el T1 (testigo), para el indicador altura de la planta a los 30, 45 y 60 días; sin embargo, en cuanto al número de hojas se observan diferencias significativas solo a los 60 días. Los resultados evidencian que las plantas, a las que se les aplicó el biofertilizante, mostraron un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo. Espinosa y Molina (11) obtuvieron resultados similares en su investigación, al utilizar tratamientos con fertilizantes orgánicos, con los que alcanzaron valores superiores en las variables altura de las plantas y número de hojas, con respecto al tratamiento testigo.

Tabla 3. Efecto de la aplicación del ICIBIO-GLU® a los 30, 45 y 60 días en col china (*Brassica campestris*)

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)			Número de hojas (u)		
	30	45	60	30	45	60
T1 (Testigo)	14.76a	22.20a	31.48a	16a	21a	26a
T2 (ICIBIOP-GLU) ®	23.16b	32.00b	37.20b	20a	25a	35b
Esx	14.98	13.19	7.27	0.10	1.6	0.30
CV (%)	1.97	2.25	1.62	6.40	4.00	4.15

Medias con letras distintas difieren significativamente entre sí, según prueba de Tukey al 5 % de significación.

En la tabla 4 se establecen las diferencias significativas, según prueba de Tukey al 5 % de significación, en las variables peso promedio por planta y rendimiento agrícola. En cuanto al peso promedio de los frutos se observa que, el tratamiento al que se le inoculó el biofertilizante alcanzó a los 60 días un valor de 890 g, con respecto al testigo, que alcanzó solamente 455 g y un rendimiento de 8.9 kg/m² con respecto al testigo, para superarlo en 4.4 kg/m². Estos resultados se corresponden con lo planteado en el Manual Técnico Para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida (12), en el que se indica que el fruto de la col china, en sus diferentes variedades, puede alcanzar un peso de hasta 850 g como promedio y refleja, además, que la meta de un rendimiento de 20 kg/m²/año de productos hortícolas debe convertirse en la cifra promedio que se debe alcanzar en cada organopónico del país.

Estos resultados indican que las bacterias promotoras del crecimiento vegetal endófitas tienen mayor disponibilidad de nutrientes en el interior de los tejidos vegetales y mínima competencia con otros géneros bacterianos relacionados, tal como sucede en la rizósfera, como plantean Muñoz, Fuentes y Caballero (13).

Tabla 4. Efecto de la aplicación del ICIBIO-GLU® a los 60 días, para las variables productivas en col china (*Brassica campestris*)

Tratamientos	Peso por planta (g)	Rend kg/m ²
	60 días	60 días
T1 (Testigo)	455 a	4.5 a
T2 (ICIBIOP-GLU) ®	890 b	8.9 b
Esx	0.82	0.547
CV (%)	19.14	11.39

Medias con letras distintas difieren significativamente al 5 %.

CONCLUSIONES

1. La aplicación del biofertilizante ICIBIO-GLU® en las hortalizas estudiadas tiene un efecto positivo sobre las variables agronómicas evaluadas, pues permite un mayor desarrollo vegetativo y productivo
2. En el cultivo de la remolacha se alcanzan óptimos resultados de rendimiento agrícola, solamente con la utilización del biofertilizante ICIBIO-GLU®, con valores similares a los obtenidos con el 100 % de fertilización nitrogenada.
3. La utilización del bioproducto ICIBIO-GLU® contribuye a la conservación del medioambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Riggs, P.; *et al.* Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. *Journal Plant Physiology*, 2001, 28 (9): pp. 829-836.
2. Dibut, B.; Ríos, Y.; Ortega, M. Estudio de la asociación *Gluconacetobacter diazotrophicus*-vandas tropicales establecidas sobre suelo ferralítico rojo. *Revista Cultivos Tropicales*, 2011, 32 (4): pp. 20-26.
3. Ríos, Y.; *et al.* Aislamiento y caracterización de cepas de *Gluconacetobacter diazotrophicus*. *Revista Cultivos Tropicales*, 2016, 37 (1): pp. 34-39.
4. López, R.; *et al.* Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de Fitomas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. En: XV Congreso Científico INCA, 2012. Memorias XV Congreso Científico INCA. pp. 13-16.
5. Berkelaar, Dawn. Hortalizas de hojas verdes. ECHO Notas de Desarrollo. No 141 p. 5. 2018. Disponible en: <https://www.echocommunity.org/es/resources>.
6. Sopan, H. Influencia de la fertilización con n-p-k en el rendimiento del cultivo de remolacha de mesa (*Beta vulgaris*) var. early wonder en condiciones agroecológicas. [Trabajo de diploma]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco. Perú. 2019. p. 44.
7. Patil, N.; *et al.* Optimization of Indole 3acetic acid (IAA) production by *Acetobacter diazotrophicus* L1 isolated from Sugarcane. *International Journal of Environmental Sciences*, 2011, 2 (1): pp. 295-302.
8. Muñoz-Rojas, J.; Caballero-Mellado, J. Population dynamics of *Gluconacetobacter diazotrophicus*.in sugarcane cultivars and its effect on plant growth. DOI: 10.1007/s00248-003-0110-3. *Journal Microbial Ecology*, 2003, 46 (4): pp. 454 – 464.
9. Madhaiyan, M.; *et al.* Influence of pesticides on the growth rate and plant-growth promoting traits of *Gluconacetobacter diazotrophicus*. *Journal Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2006, 84 (2): pp. 143-154.

10. Dibut, B.; *et al.* Nuevos aislados de *Gluconacetobacter diazotrophicus* en cultivos de importancia económica para Cuba. *Revista Cultivos Tropicales*, 2005, 26 (2): pp: 5-10.
11. Espinosa, K.; Molina, M. Nota científica: Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, col china (*Brassica campestris*) y perejil (*Petroselinum crispum*) con fertilizantes orgánicos. *Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo*, 2015, 2(1): pp 29-34.
12. INIFAT. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. Sexta Edición, 2007. ISBN: 959-246-030-2.
13. Muñoz-Rojas, J.; Fuentes-Ramírez, L.E.; Caballero-Mellado, J. Antagonism among *Gluconacetobacter diazotrophicus* strains in culture media and in endophytic association. *Journal Microbial Ecology*, 2005, 54. pp: 57-66.