

Aplicación de dos biofertilizantes en la obtención de posturas de cacao (*Theobroma cacao* L)

Application of two biofertilizers in obtaining cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L)

Autores:

Lic. Norbelis Abreu - Romero, <https://orcid.org/0000-0003-0612-3493>

MSc. Irladis Urgelles - Cardoza, <https://orcid.org/0000-0002-3387-2943>

Lic. Arleis Abreu - Romero, <https://orcid.org/0000-0002-0489-5943>

Lic. Noryaysi Abreu - Romero, <https://orcid.org/0000-0003-4390-5814>

Filiación institucional: Centro de Desarrollo de la Montaña Limonar de Monte Ruz, El Salvador, Guantánamo - Cuba

E-mail: norbelis@cdm.gtmo.inf.cu, irladis@cdm.gtmo.inf.cu, arleis@cdm.gtmo.inf.cu, noryaisi@cdm.gtmo.inf.cu, noryaisi@cdm.gtmo.inf.cu

Fecha de recibido: 17 de junio de 2026

Fecha de aprobado: 10 de agosto de 2026

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de dos biofertilizantes en la obtención de plántulas de cacao se realizó una investigación utilizando un diseño de bloque al Azar con tres repeticiones, compuesto por tres tratamientos, un testigo sin aplicar (T1), Azotobacter 0,26 g (T2) y Fosforina a 0,22 g. (T3). Los resultados demostraron un incremento en los parámetros evaluados para ambas evaluaciones, el mejor tratamiento con respecto al parámetro altura de la planta 24,5 cm, fue el T3 con el uso de la fosforina, de igual forma el T3, cuando se le aplicó Azotobacter estimuló el incremento del número de hojas con un valor de 6,9 hojas con respecto al resto de los tratamientos. Esto se debe a la acción de los biofertilizantes en el suelo – planta, pues asimilan los nutrientes con mejor facilidad ya que se encuentran disponibles en el suelo para que la plantas puedan absorberlo.

Palabras clave: Azotobacter; Fosforina; Parámetro; Suelo - planta

Abstract

To evaluate the effect of two biofertilizers on cacao seedling production, a randomized block design with three replicates was used, consisting of three treatments: a control (T1), Azotobacter 0.26 g (T2), and Phosphorin 0.22 g (T3). The results showed an increase in the evaluated parameters for both treatments. The best treatment with respect to plant height (24.5 cm) was T3 with the use of phosphorin. Similarly, T3, when treated with Azotobacter, stimulated an increase in the number of leaves, with an average of 6.9 leaves compared to the other treatments. This is attributed to the action of the biofertilizers in the soil-plant environment, as they facilitate nutrient assimilation because the nutrients are readily available in the soil for plant absorption.

Keyword: Azotobacter; Phosphorin; Parameter; Soil-plant

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es un árbol que se desarrolla y crece bien en diferentes regiones, pero su cultivo económico se encuentra reglamentado a sectores con particularidades específicas, donde prevalecen elevadas temperaturas y humedad, denominadas como regiones de clima tropical y subtropical (Rengifo, 2019). El área cacaotera es de gran importancia para el agricultor y comerciante en el ámbito socioeconómico por ser un producto de exportación proporciona fuentes de trabajo a familias del área rural y urbana (Cárdenas, 2016).

Es considerado de gran importancia económica (Bertoldi et al., 2016) debido a que sus semillas son el recurso para la elaboración de uno de los productos más consumidos a nivel global, el chocolate (Moore et al., 2020), así como sus derivados y subproductos (de Almeida et al., 2007). El cacao es una de las materias primas más estudiadas en todo el mundo (Lafargue-Molina, 2021), y al ser las regiones tropicales de África y América las mayores productoras de cacao (ICCO, 2021), los aspectos comerciales de este cultivo adquieren una importancia económica considerable con la Organización Mundial del Comercio (OMC) (Nair, 2021).

El uso de biofertilizantes en la agricultura permite a la planta usar de manera eficiente los nutrientes del suelo, lo cual trae ventajas ambientales y económicas al reducir los problemas de contaminación por el exceso de fertilizantes químicos sin poner en riesgo la salud humana. Días et al. (2014),

Destacando la importancia de la calidad de las plántulas como un factor determinante en la producción de cultivos, es importante buscar alternativas que permitan obtener material de siembra de alta calidad en vivero (Davis y Jacobs, 2005; Karlen y Rice, 2015; Gomes y Miglioranza, 2015; Andrade y Sena, 2017). Investigaciones recientes sugieren que el uso de biochar y biofertilizantes puede mejorar notablemente el crecimiento y calidad de plántulas de cacao en vivero (Bahrun et al., 2020; Pélagie et al., 2020).

Por otra parte, Pélagie et al. (2020), determinaron que en general, los biofertilizantes favorecen el desarrollo equilibrado de las plántulas de cacao en vivero, lo cual promueve un mejor desempeño en campo.

Por todo lo planteado la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos biofertilizantes (Azotobacter y Fosforina) en la obtención de posturas de cacao en casa de vegetación.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la casa de vegetación perteneciente al centro de desarrollo de la Montaña ubicado en el municipio El Salvador, Provincia Guantánamo en el periodo comprendido de marzo – junio del 2021.

El sustrato que se utilizó estuvo compuesto por tres partes de suelo ferralítico rojo según clasificación de Cuba Hernández, 2015y una de materia orgánica (cascarilla de café descompuesta) a una proporción 3:1. Los biofertilizantes Azotobacter y Fosforina fueron obtenidos del Instituto de Suelos Guantánamo, los cuales fueron aplicados en el momento de la siembra depositándolo en el hoyo donde se colocaron las semillas.

Las semillas se seleccionaron de mazorca de cacao colectadas en áreas de Olimpo pertenecientes a la CCS Marco Martí las cuales fueron sometidas durante 30min en aserrín para eliminarle el murciélago, luego se procedió a la siembra en bolso polietileno negro 14 cm de ancho por 24 cm de alto, se colocaron dos semillas de cacao por bolsas.

Las atenciones culturales se realizaron según Instructivo Técnico para el Cultivo del Café y el Cacao (MINAGRI, 2010). Los tratamientos tuvieron compuestos por:

T1: Testigo sin aplicar

T2.: Azotobacter 0.26 g

T3: Fosforina 0.22 g

Las evaluaciones se realizaron cada 30 días después de germinadas las semillas donde las variables evaluadas fueron:

Altura de la planta (cm): se midió desde cinta métrica desde la base del sustrato hasta la última hoja.

Diámetro de tallo (mm): se midió con el pie de rey

Número de hojas: se contó de forma visual

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar compuesto por tres tratamientos y 3 réplicas. Los datos se procesaron mediante un análisis de ANOVA de clasificación simple y las medias fueron comparadas mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey para $p < 0.05$. El análisis de los datos se realizó a través del paquete estadístico Statgraphics Plus versión 5.1. Los tratamientos experimentales estuvieron conformados por 30 posturas, de las cuales se evaluaron 15 posturas por tratamientos.

Resultados y discusión

En las tablas 1 y 2 se muestran los resultados relacionados con el efecto de dos biofertilizantes (Azotobacter y Fosforina) sobre parámetros morfológicos de posturas de cacao obtenidas por semillas en condiciones de casa de vegetación.

La tabla 1 muestra los resultados de la evaluación intermedia de los diferentes parámetros evaluados con la aplicación de los biofertilizantes donde se evidenció que el crecimiento de las plántulas de cacao fue influenciado significativamente por los tratamientos probados con diferencia significativa con respecto al control donde alcanzaron la mayor altura 17.4cm superando el tratamiento control 15,5cm, no mostrando diferencia en el parámetro diámetro del tallo.

El número de hojas no hubo diferencia entre los tratamientos donde se aplicaron los biofertilizantes; pero sí con respecto al control.

Tabla 1: Efecto de dos biofertilizantes en parámetros morfológicos de posturas de cacao a los 90 días de evaluación

Tratamientos	Altura de la planta cm	Diámetro del tallo mm	Número de hojas
Testigo sin aplicar	15,5b	0, 4a	4,0b
Azotobacter 0.26 g	17.4a	0, 4a	4, 4a
Fosforina 0.22g	17, 4a	0, 4a	4, 4a
Es.	0,327249	0,0136471	0,1444016

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

En relación con el diámetro del tallo, se evidenció un comportamiento similar entre los tratamientos, no existiendo diferencia significativa entre ellos. Con respecto al número de hojas no hubo diferencia entre los tratamientos que se le aplicaron los biofertilizantes, pero sí numéricamente con respecto al testigo.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos a los 120 días de realizada la evaluación, donde se aprecia que cuando se aplicaron los biofertilizantes azotobacter y fosforina a las plántulas de cacao, hubo un incremento en los parámetros evaluados evidenciándose un incremento en la altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas existiendo diferencia significativa con respecto al tratamiento donde no se aplicó.

Tabla 2: Efecto de dos biofertilizantes en parámetros morfológicos de posturas de cacao a partir de los 120 días de evaluación

Tratamientos	Altura de la planta cm	Diámetro del tallo mm	Número de hojas
T1: Testigo sin aplicar	19,8c	0,4b	5,0c
T2: Azotobacter	22,8b	0, 5a	6, 9a
T3: Fosforina	24, 5a	0, 5a	6,0b
Es.	0,907786	0,0200528	0,1119079

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

A partir de los 120 días las plántulas alcanzaron una altura de 24,5cm siendo el mejor tratamiento el T3 donde se aplicó fosforina seguido del tratamiento T2 donde se aplicó Azotobacter con una altura promedio de 22,8 cm, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos donde se aplicaron los biofertilizantes y el control sin aplicar eso, pudo deberse a que en los primeros estadios de las plántulas estas absorben mejor los nutrientes que están disponibles en el sustrato utilizado.

Los resultados obtenidos en la investigación son similares a los reportados por Núñez (2011) los cuales plantean que el desarrollo de plántulas de cacao a los 120 días, utilizando estiércol de animales menores descompuestos, puede alcanzar una altura de 35 a 37,72cm.

De forma similar los tratamientos donde se aplicaron los biofertilizantes mostró un incremento del diámetro del tallo de 0,5mm con relación al tratamiento control de 0.4mm, existiendo

diferencia entre los tratamientos donde se aplicaron los biofertilizantes con respecto al testigo sin aplicar, esto pudo estar evidenciado por la acción que ejerce los biofertilizantes en el suelo- planta que son capaz de asimilar los nutrientes con mejor facilidad ya que se encuentran disponibles en el suelo para que la plantas puedan adsorberlo.

Este indicador es muy importante tenerlo en cuenta para el cultivo de cacao, ya que debe existir una proporción en la altura y el diámetro del tallo en condiciones de vivero ya que estos son parámetros que determinan la calidad de las posturas.

El tratamiento T2 donde se aplicó azotobacter fue el que evidenció el mayor número de hojas 6.9 con respecto al resto de los tratamientos, existiendo diferencia significativa.

INIFAP (2011) determinó que la altura del cacao puede oscilar de 20 a 35 cm y que el grosor del tallo debe ser superior a 1 cm de diámetro libre de ramas y sus hojas deben tener aproximadamente de 5 a 10 hojas turgentes bien desarrolladas

Resultados alcanzados por Nduka y Adeniyi (2017), Dewi et al. (2017), Laode et al. (2018) y Pélagie et al. (2020), quienes reportaron un incremento significativo de la altura de planta, diámetro de tallo y crecimiento radical en plántulas de cacao en vivero, con diferentes tratamientos a base de biochar y biofertilizantes.

Según Arévalo (2019) desde el punto de vista de una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente, el uso de biofertilizantes representa una alternativa para limitar el uso de abonos químicos, minimizando si es posible en su totalidad el impacto ambiental y socio-económico que estos producen, mejorando la productividad del cultivo del cacao.

Conclusiones

El uso de los biofertilizantes como medio para el desarrollo de plántulas en casa de vegetación, potenciaron el crecimiento y desarrollo temprano en plántulas de cacao. Se observó que a partir de los 120 días las plántulas alcanzaron una altura de 24,5 cm siendo el mejor tratamiento el T3, con la aplicación de fosforina.

Bibliografía

- Andrade, G.; Sena, A. 2017. Propagação de cacaueiro e tecnologias para produção de mudas clonais. *Rev. Bras. Frutic.* 41(2): 1 – 22.
- Arévalo, A. 2019. Aplicación de diferentes concentraciones de bioles para el
- Bahrún, A. ; Mardani. T. ; Rakian, C. ; Nuriadi. ; Madiki, A. 2020. Effect of Different Types of mejoramiento productivo del cultivo del cacao (*Theobroma cacao*) en el distrito de Curimaná. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/189>. Biochar on Growth of Cocoa Seedlings (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Crop Science* 12: 12 – 18.
- Bahrún, A.; Yunus, M.; Safuan, L.; Harjoni, L.; Singh, R. 2017. Effects of Cocoa Pod Husk Biochar on Growth of Cocoa Seedlings in Southeast Sulawesi-Indonesia. *Asian Journal of Crop Science* 10: 22 – 30.
- Bertoldi, D., Barbero, A., Camin, F., Caligiani, A., & Larcher, R. 2016. Multielemental fingerprinting and geographic traceability of *Theobroma cacao* beans and cocoa products. *Food Control*, 65, 46–53.
- Cárdenas, E. 2016. Producción y comercialización del cacao y su incidencia en el desarrollo socioeconómico del cantón Milagro. *Revista Ciencia UNEMI*, 4.
- Davis, A. and Jacobs, D. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to out planting performance. *New Forests* 30:295–311.
- Almeida, A.-A. F., Valle, R. R., Almeida, A.-A. F., & Valle, R. R. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiol*, 19(4), 425-448.
- Díaz Franco, A., Salinas García, J. R., Espinosa Sandoval, F., Peña del Río, M. D.L. Á., Requena, F. R., y Grageda Cabrera, O. A. 2014. Características de planta, suelo y productividad entre sorgo fertilizado e inoculado con micorriza Arbuscular. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(3), 379-390.
- Ferrás-Negrín, Yusdel, et al. 2023. Pseudomonas en la emergencia de semillas y el desarrollo de posturas de cacao/Pseudomonas Pose Emergency and cocoa seedlings development." *Agronomía Costarricense*, vol. 46, no. 1, Jan. -June 2022, pp. 129+. *Gale One File: Informe Académico*, link.gale.com/apps/doc/A694282970/IFME?u=anon~87e0e6a3&sid=googleScholar&xid=0732640e. Accessed 14 Apr.

- Gomes, C. and Miglioranza, E. 2015. Quality levels of organic coffee seedlings in black and white nonwoven fabric (NWF) containers of various sizes. *African Journal of Agricultural Research* 10(9): 86-89.
- ICCO. The International Cocoa Organization, 2021. <https://www.icco.org/>
- INIFAP. 2011. Paquete Tecnológico Producción de Plantas de Cacao en el Trópico Húmedo. Estratégica para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.
- Lafargue-Molina, P. 2021. Marker development for the traceability of certified sustainably produced cacao (*Theobroma cacao*) in the chocolate industry. (Thesis). Faculty of Health and Applied Sciences, Centre for Research in Biosciences. University of the West of England. 225p.
- Laode, A.; Rahim, I.; Kuswinanti, T.; Rasyid, B.; Nasruddin, A. 2018. Effect of Cocoa Pod Husk Compost Produced Using Rot Fungi on the Growth of Cocoa Seedlings. *On Line Journal of Biological Sciences* 18 (1): 69-7.
- MINAGRIC. 2010. Instrucciones técnicas para el cultivo del café. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial Agricultura de Montaña. Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, La Habana, Cuba, 208 p.
- Moore, R. E. T., Ullah, I., de Oliveira, V. H., Hammond, S. J., Strekopytov, S., Tibbett, M., Nair, K. P. 2021. *Tree Crops*. Springer International Publishing. 536p.
- Nduka, B.; Adeniyi, D. 2017. Amelioration of cacao seedlings with bio – degraded coffee husk for enhanced nursery performance. *African Journal of Agricultural Research* 12(15): 1332-1340
- Núñez, A. (2011). Tesis del *Theobroma cacao* L Evaluación de la Posición de las Semillas, Altura y Diámetro de la Planta, Quevedo. Ecuador.
- Pélagie, D.; Jules, N.; Philippe, K.; Eddy, N. 2020. Evaluation of the Inoculation Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth of Cocoa Seedlings (*Theobroma cacao* L.) in the Nursery. *International Journal of Sciences* 9(07): 6 - 13
- Rengifo, B. 2019. Niveles de abonamiento con gallinaza más dosis uniforme con roca fosfórica en el rendimiento de *Theobroma cacao* L. (Cacao), en parcela demostrativa Caballo Cocha Loreto. Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú.