



Efecto de la bacteria Bacillus subtilis más tierra leonardita en el rendimiento del banano (Musa AA)

Effect of Bacillus subtilis bacteria plus Leonardita soil on banana (Musa AA) yield

Efeito da bactéria Bacillus subtilis mais solo Leonardite na produtividade da banana (Musa AA)

Axel Ricardo Esteves Lopez^I

aesteves@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-7321-794X>

Correspondencia: aesteves@uagraria.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de julio de 2025 * **Aceptado:** 24 de agosto de 2025 * **Publicado:** 04 de septiembre de 2025

I. Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

Resumen

El ensayo experimental se realizó en el sector agrícola de la Parroquia Pancho Negro, cantón La Troncal, provincia del Cañar, entre octubre de 2023 y enero de 2024. El objetivo fue establecer el efecto de *Bacillus subtilis* y leonardita en la producción de banano en plantas jóvenes. Se definieron tratamientos usando la bacteria fototrófica *Bacillus subtilis* y tierra leonardita para aumentar la productividad del cultivo de banano. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), utilizando análisis de varianza y comparación de promedios con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los tratamientos consistieron en *Bacillus subtilis* y tierra leonardita, aplicados individualmente y combinados en diferentes dosificaciones, además de un testigo absoluto. Los tratamientos fueron: T1: *Bacillus subtilis* (2 kg), T2: Tierra leonardita (100 kg), T3: *Bacillus subtilis* + Leonardita (2 kg + 100 kg), T4: *Bacillus subtilis* + Leonardita (3 kg + 200 kg), y T5: Testigo. Se concluyó que el uso combinado de *Bacillus subtilis* con tierra leonardita beneficia el crecimiento vegetativo del banano, alcanzando 283.50 cm de altura en la floración y 88.83 cm de diámetro del pseudotallo. El tratamiento 4 (3 kg + 200 kg) generó el mayor promedio para las variables productivas del banano, con nueve manos y 49 dedos en promedio.

Palabras Clave: *Bacillus subtilis*; bacteria fototrófica; banano; pseudotallo; tierra leonardita.

Abstract

The experimental trial was carried out in the agricultural sector of Pancho Negro Parish, La Troncal canton, Cañar province, between October 2023 and January 2024. The objective was to establish the effect of *Bacillus subtilis* and leonardite on banana production in young plants. Treatments were defined using the phototrophic bacterium *Bacillus subtilis* and leonardite soil to increase banana crop productivity. A completely randomized block design (CRBD) was used, utilizing analysis of variance and comparison of means with the Tukey test at a 5% probability level. Treatments consisted of *Bacillus subtilis* and leonardite soil, applied individually and combined at different dosages, in addition to an absolute control. The treatments were: T1: *Bacillus subtilis* (2 kg), T2: Leonardite soil (100 kg), T3: *Bacillus subtilis* + Leonardite (2 kg + 100 kg), T4: *Bacillus subtilis* + Leonardite (3 kg + 200 kg), and T5: Control. It was concluded that the combined use of *Bacillus subtilis* with leonardite soil benefits the vegetative growth of the banana, reaching 283.50 cm in height at flowering and 88.83 cm in pseudostem diameter. Treatment 4 (3 kg + 200 kg)

generated the highest average for the banana productive variables, with nine hands and 49 fingers on average.

Keywords: Bacillus subtilis; phototrophic bacteria; banana; pseudostem; Leonardite earth.

Resumo

O ensaio experimental foi realizado no setor agrícola da Paróquia de Pancho Negro, cantão de La Troncal, província de Cañar, entre outubro de 2023 e janeiro de 2024. O objetivo foi estabelecer o efeito de Bacillus subtilis e leonardita na produção de banana em plantas jovens. Os tratamentos foram definidos utilizando a bactéria fototrófica Bacillus subtilis e solo de leonardita para aumentar a produtividade da cultura da banana. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBCC), utilizando a análise de variância e a comparação de médias com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos consistiram em Bacillus subtilis e solo de leonardita, aplicados individualmente e combinados em diferentes dosagens, para além de um controlo absoluto. Os tratamentos foram: T1: Bacillus subtilis (2 kg), T2: solo de leonardite (100 kg), T3: Bacillus subtilis + leonardite (2 kg + 100 kg), T4: Bacillus subtilis + leonardite (3 kg + 200 kg) e T5: Controlo. Concluiu-se que a utilização combinada de Bacillus subtilis com solo leonardita beneficia o crescimento vegetativo da bananeira, atingindo 283,50 cm de altura à floração e 88,83 cm de diâmetro do pseudocaule. O tratamento 4 (3 kg + 200 kg) gerou a média mais elevada para as variáveis produtivas da bananeira, com nove mãos e 49 dedos em média.

Palavras-chave: Bacillus subtilis; bactéria fototrófica; banana; pseudocaule; terra de Leonardita.

Introducción

Las musáceas se conocen por tener una alta relevancia económica en la región de Centro América, Sudamérica y caribeña. Es producido en sectores de poco rendimiento industrial y puede ser comercializado como fruta. En todo el mundo se constituye por presentar rubros esenciales para casi todos los países productores debido a que es capaz de producir ingresos y fuente de empleo. En ciertos países de Latinoamérica tales como Honduras, Costa Rica y Ecuador se identifican por poseer sectores productores de banano, en la cual se analiza que su productividad obtuvo un incremento del 30% a causa de la variación de cultivares de la variedad Gros Michel. Por otra parte, la productividad de banano en todo el mundo remota en 50 millones de toneladas a nivel anual siendo un alimento para aproximadamente El país toma un alto puesto con respecto al cultivo de

banano por aproximadamente más de 40 años y es esencial en el comercio de todo el mundo, puesto que Ecuador no es solo el primer exportador del banano, sino que ocupa el segundo puesto en productividad debido a que presenta condiciones climáticas muy adecuadas al igual que un suelo idóneo, esto ha generado que el país produzca frutos en una adecuada condición.

En cuanto a la nutrición del banano, el empleo de fertilizantes orgánico se vuelto algo completamente beneficioso para su desarrollo. Las raíces incrementan su capacidad de asimilar específicos nutrientes minerales. Por lo cuales, es de alta relevancia que su fertilización sea adecuada a las necesidades del cultivo cuando se está creciendo sus raíces y pseudotallo. Hay que tomar en cuenta las condiciones edáficas en donde el cultivo va a ser plantado puesto que el banano requiere de condiciones concretas para su apropiado crecimiento.

Metodología

El enfoque de esta investigación fue inductivo - deductivo, donde se determinó el efecto de *Bacillus subtilis* más leonardita en la producción del banano.

El modelo metodológico fue empírico-experimental, y se determinó la información obtenida en bases teóricas para el manejo del cultivo de banano, ubicado en el cantón La Troncal, perteneciente a la provincia del Cañar.

La modalidad empleada fue experimental, que se basó en el uso combinado de una bacteria fototrófica (*Bacillus subtilis*), más tierra de leonardita con la finalidad de mejorar la productividad del banano y su desarrollo vegetativo.

El tipo de investigación empleado fue experimental, donde fue valorado los tratamientos de forma combinada e individual para corroborar su eficacia en el desarrollo del ensayo.

Cultivo de banano

El cultivo de banano forma parte del conjunto del género *Musa* que proviene de la familia *Musaceae*. La procedencia que se piensa que el banano silvestre presenta se da en el sureste asiático, posteriormente se extendió a partir de la Papa Nueva Guinea hasta Malasia (Chero, 2020).

Las condiciones ecológicas en la cual el cultivo de banano tuvo su procedencia fue bajo sotobosque, razón por la que a esta variedad de planta se conoce como umbrófila, lo que significa que requiere de sombra para un crecimiento adecuado. Debido a esta particularidad, el banano no cierra por completo sus estomas en horarios de temperatura matutina (Morales, 2022)

El banano y las industrias que tienen que ver con este cultivo son generadoras de trabajo para aproximadamente un millón de familias del país, lo que significa 2,5 millones de personas, esto es un 17% de toda la población que existe hoy en día (Carrillo, 2022).

El banano se conoce por ser uno de los cultivos más provechosos dentro de América Latina y el Caribe. A causa de sus particularidades nutricionales, el cultivo de banano es capaz de producir ingresos económicos para el país, es altamente demandado y es debido a la condición de sus frutos (Caicedo, 2021).

En todo el mundo, el cultivo de banano es el más demandado por las personas. Se conoce por ser el más importante fruto de exportación siendo únicamente rebasada por cítricos, constituye un 12% de productividad internacional de todas las frutas existentes. Es abundante en hidratos de carbono que pueden ser absorbidos de manera fácil por las personas además de otorgar diversos nutrientes energéticos (Gonzabay, 2022).

La actividad de explotación de vegetación en diferentes selvas dio como resultado la diseminación de diferentes maneras de agricultura en diversas regiones de todo el mundo. El cultivo de banano empezó su diseminación comenzando en el este de Indonesia y fue repartido hasta el norte de Nepal y sur de China (Gutierrez, 2020).

El cultivo de banano es capaz de cultivarse en diversas circunstancias de luminosidad. Es de alta relevancia tomar en cuenta que en condiciones de luminosidad insuficiente el proceso de hojas nuevas no es impedido, sin embargo, es capaz de retrasar el período vegetativo pudiendo llegar desde 8.5 meses hasta 14 meses dependiendo de la iluminación que se le esté proporcionando (Quimí, 2022).

La temperatura ideal para que se comience el proceso de floración es de 22°C, si se tiene una temperatura mayor de 16°C podría crecer de forma apropiada, sin embargo, si la temperatura es más baja de 14°C el desarrollo cesa y se da un acumulado de materia seca. Si el clima es demasiado frío se da un aumento del transcurso de su desarrollo y se da daños como la deformación de racimos (Rodríguez, 2020).

El banano necesita de cantidades elevadas de agua al ser una planta de índole herbáceo. Alrededor de un 85% a 88% del peso que presenta el fruto de banano está constituido de agua, por lo que necesita de un abastecimiento mes a mes por todo un año de casi 1 200 a 1 300 mm/ha (Romero, 2021).

Es necesario presentar una humedad relativa adecuada de 70% a 80% puesto que si está más bajo o más alto de esta cifra es capaz de generarse diversidad de afecciones que pueden dañar al cultivo. Asimismo, se ha confirmado que la humedad en las hojas puede ser beneficioso en contra de la aparición de Sigatoka (Sánchez, 2020).

Las labores enfocadas en la fertilización poseen una alta relevancia en el control de la productividad bananera. Una vez realizados los análisis de fertilización efectuados en 1960 y 2002 se confirmó que, a partir de 1992, casi todos los estudios estuvieron centrados en adecuar las particularidades universales de la fertilización de este cultivo a las circunstancias específicas de diversas regiones. Es aconsejable efectuar un estudio del suelo (Torres y otros, 2019).

Las fibras del cultivo de plátano tienden a ser absorbentes y aireadas y pueden tolerar una tracción. El aguante que presenta a la tracción es constituido debido a la matriz en que las células estén ubicadas. La fibra del pseudotallo está constituida por polisacáridos con celulosa, lignina, pectina, entre otros componentes (Patel y Patel, 2022).

Los inoculantes microbianos al igual que biofertilizantes son capaces de potenciar la producción y el crecimiento de un cultivo. Es una alternativa amigable con el entorno y puede usarse en el cultivo de banano. Es empleado como un método alternativo en cultivos no leguminosos y para potenciar la asimilación de nutrientes en el cultivo de banano (Arezo y otros, 2020).

Bacillus subtilis

Este tipo de especie es esencial en la productividad de metabolitos tales como proteasas alcalinas, biosurfactantes, biopolímeros, entre otros. El proceso de electroactividad se encuentra vinculado con el desarrollo y la labor metabólica de *Bacillus Subtilis* (Neda y otros, 2022).

Las colonias de esta bacteria tienen una consistencia ya sea llana o áspera y es seco, con extremos irregulares. Como particularidad presenta una acción bactericida que es capaz de utilizarse como solubilizador biológico. Puede ser usado como método de protección para cultivos tales como soya, café, melón, diversas hortalizas, entre otros (Caisa, 2021).

Esta bacteria se conoce como una variedad que puede desarrollarse en una extensa gama de entornos ecológicos que abarcan factores como el suelo, sedimentos marinos y aguas residuales. Poseen una alta relevancia agrícola y es empleado en fertilizantes (Li y otros, 2021).

Tierra leonardita

Esta clase de tierra es una etapa del carbón entre la turba y el lignito que presenta una profundidad que va desde los 10 a 15 metros. Esta tierra posee un elevado rango de componentes húmicos los cuales presentan una considerable cantidad de bioactividad orgánica con un 80% de beneficio en los suelos, por lo que es provechoso utilizarlo en fertilizantes (Núñez, 2020).

Esta tierra incrementa el período vegetativo de los cultivos y potencia la salinidad del suelo. Es aconsejable efectuar una agricultura sostenible uniéndolos con fertilizantes químicos con bases de 50 a 100 kg por cada tonelada de la conjunción. Se debe imponer a unos 5 centímetros del cultivo (Biojal, 2019).

Se conoce por ser un proveedor natural de nutrientes los cuales van desde hierro hasta calcio, fósforo, cobre, potasio, entre otros. Impulsa el desarrollo de los cultivos y el crecimiento de raíces una vez se potencia la asimilación de nutrientes en las plantas (Optigarden, 2023).

Efecto de la bacteria *Bacillus subtilis* más tierra leonardita en el rendimiento del banano.

El biocontrol con *Bacillus subtilis* es una medida adecuada para el control fitosanitario, ya que aporta significativamente en el desarrollo de vitroplantas de plátano FHIA-20 (*Musa AAAB*) en proceso de aclimatación. Los resultados indican una tendencia a ser más favorables a medida que se aumenta la dosis y se disminuye el intervalo de aplicación. (Arias y otros, 2020).

La bacteria *Bacillus subtilis* y diferentes especies del hongo *Trichoderma*, son habitantes habituales de la rizósfera con una establecida y estrecha relación positiva con las plantas. Sus capacidades, en cuanto a la promoción del crecimiento vegetal y el control de los fitopatógenos, hacen de estos microorganismos, importantes recursos biológicos para la agricultura, como una alternativa ecológica para reemplazar a los compuestos químicos altamente contaminantes. El conocimiento, cada vez más detallado de estos organismos, contribuirá al desarrollo de bioproductos más efectivos para el incremento de la producción agrícola y abastecer la creciente demanda de alimentos de manera sostenible (González y otros, 2022).

El *Bacillus subtilis* se utiliza eficientemente para optimizar el crecimiento y el rendimiento de las plantas. Protege a la planta de diversas condiciones de estrés mediante la regeneración in situ (ISR), la formación de biopelículas y la secreción de lipopéptidos, sideróforos y exopolisacáridos. Actúa como un eficaz agente desnitrificante en el agroecosistema y mantiene la salud del suelo mediante tecnologías de remediación ecológicas. (Mahapatra y otros, 2022).

El uso combinado de la bacteria *Bacillus subtilis* con tierra leonardita beneficia el crecimiento vegetativo de la planta de banano, donde alcanza 283,50 cm de altura en el momento de la floración y 88,83 cm del diámetro del pseudotallo (Esteves, 2024).

Al evaluar el efecto del uso de *Bacillus subtilis* para el control de la infección de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano en el sector de La Troncal, se encontró que el tratamiento T4 usando el producto *Bacillus subtilis* $1 - 2 \times 10^8$ CFU con una dosis de 2 L/ha es efectiva como control biológico como sugiere la evidencia de la experimentación realizada (Alcoser, 2021).

Al aplicar cada 14 días *Bacillus subtilis* en el sistema vascular de plantas de plátano, se disminuye 58.1 % la severidad de la Sigatoka Negra, con respecto a solamente asperjar vía foliar los extractos de clavo y ajo. Sin embargo, la inyección de la bacteria no afectó el número total de hojas por planta, la hoja más joven con síntomas, el peso del racimo, número de manos ni las semanas a cosecha (Salvador y otros, 2025).

Si se pretende desarrollar cultivos usando el género *Bacillus* para producir lipopéptidos, se recomienda hacer control de las variables que pueden favorecer la productividad del metabolito, como lo son la temperatura, la concentración inicial de inóculo, el pH, el medio de cultivo, el tipo de fermentación (sólida o líquida), la velocidad de agitación, el tiempo de crecimiento del microorganismo y el tiempo de la etapa productiva de lipopéptidos (Hinestroza, 2023).

Conclusiones

El uso combinado de la bacteria *Bacillus subtilis* con tierra leonardita beneficia el crecimiento vegetativo de la planta de banano, donde alcanza 283,50 cm de altura en el momento de la floración y 88,83 cm del diámetro del pseudotallo.

El tratamiento 4 comprendido por *Bacillus subtilis* más tierra leonardita (3kg+200kg) generó mayor promedio para las variables productivas del banano con nueve manos y 49 dedos promedio y un peso de racimo de 56 kg del peso con un rendimiento 48231,00 kg/ha.

El beneficio costo de los tratamientos 3 y 4 generaron mayor valor con \$2,35 y \$2,47 respectivamente. Mientras, los demás tratamientos estudiados oscilaron entre \$1,60 correspondiente al testigo absoluto y \$2,15 correspondiente al tratamiento 1 (*Bacillus subtilis*)

Referencias

- Alcoser , J. (2021). Conclusiones y recomendaciones. Uso de *Bacillus subtilis* para el control de la sigatoka negra (*Micosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano en el sector de La Troncal-Cañar, 47-48. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Arezoo, D., Mohammed, M., Rahmat, O., Salmah, I., & Rosazlin, A. (2020). Potential use of *Bacillus* genus to control of bananas diseases: Approaches toward high yield production and sustainable management. *Journal of King Saud University - Science*, 32(4), 2336-2342. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S101836472030104X>
- Arias, J., Reynoso, G., De la Cruz, J., & Núñez, P. (2020). Efecto de *Bacillus subtilis* Cepa QST-713 sobre el desarrollo de plantas de plátano FHIA-20 en aclimatación. *Revista APF*, 9(1), 1-12.
- Biojal. (22 de abril de 2019). Ficha técnica de Leonardita. Obtenido de Nutriendo tierras: <http://www.biojal.com/assets/files/ft-leonardita.pdf>
- Caicedo, O. (2021). Sustentabilidad de los sistemas de producción de Banano (*Musa paradisiaca* AAA) en Babahoyo, Ecuador. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú: UNALM. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4868>
- Caisa, C. (2021). Evaluación de la acción de biocontroladores de cepas de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp e Hidrolato de ciprés frente a la *Ralstonia solanacearum* en plántulas de *Eucalyptus urograndis* en la Hacienda San Fernando, propiedad de NOVOPAN del Ecuador S.A. Universidad Técnica Estatal de Quevedo . Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6574>
- Carrillo, R. (2022). Principales familias de insectos enemigos naturales de *Opsiphanes tamarindi*, (Lepidoptera – Nymphalidae) Felder, 1861 en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*)". Universidad Técnica de Babahoyo . Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13193>
- Chero, K. (2020). Control de *Thielaviopsis paradoxa* y *Colletotrichum musae* asociado a la pudrición de la corona del banano y detección de sus fuentes de inóculo. Universidad Nacional de Piura. Perú: UNP. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2255>

- Esteves, A. (2024). Conclusiones y Recomendaciones. Efecto de la bacteria *Bacillus subtilis* más tierra leonardita en el rendimiento del banano (Musa AAA), 46. Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Gonzabay, P. (2022). Mezclas físicas: efectos en la producción del cultivo de banano (musa x paradisiaca) clon williams título de investigación. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18479>
- González, Y., Reyes, A., Anducho, M., & Mercado, Y. (2022). *Bacillus subtilis* y *Trichoderma*: Características generales y su aplicación en la agricultura. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25, 1-14.
- Gutierrez, M. (2020). Diversidad genética de bananos y bananitos con microsatélites fluorescentes. Universidad Nacional de Colombia. Palmira: UNAL. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78310>
- Hinestroza, Y. (2023). Recomendaciones. Evaluación de la producción de lipopéptidos a partir del consorcio de *Bacillus amyloliquefaciens* y *Bacillus subtilis* para el control biológico de la *Sigatoka negra* (*Mycosphaerella fijiensis*) presente en el follaje del banano en la zona del Urabá antioque, 74. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Li, C., Cheng, P., Zheng, L., Li, Y., Chen, Y., Wen, S., & Yu, G. (2021). Comparative genomics analysis of two banana *Fusarium* wilt biocontrol endophytes *Bacillus subtilis* R31 and TR21 provides insights into their differences on phytobeneficial trait. *Genomics*, 113, 900-909. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0888754321000574>
- Mahapatra, S., Yadav, R., & Ramakrishna, W. (2022). *Bacillus subtilis* Impacto en el crecimiento de las plantas, la salud del suelo y Medio ambiente: Dr. Jekyll y Mr. Hyd. *Journal of Applied Microbiology*, 132(5), 3543-3562.
- Morales, J. (2022). Evaluación de fungicida de triazoles y amina en mezclas en el control de *Sigatoka negra* (*Pseudocercospora fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/f0c85d53-c8c7-424a-8a25-926cf34d8672>
- Neda, E., Kayode, O., Filippo, M., Vito, C., Massimo, T., Obinna, A., & Enrico, M. (2022). Electroactivity of weak electricigen *Bacillus subtilis* biofilms in solution containing deep eutectic solvent components. *Bioelectrochemistry*, 147. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S156753942200158X>

- Núñez, D. (2020). Producción de pasto (*Brachiaria Decumbens*) con tres concentraciones de leonardita en diferentes estados de madurez. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná: UTC. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6932>
- Optigarden. (26 de abril de 2023). ¿Qué es la leonardita y para qué sirve? Obtenido de <https://optigarden.es/blog/que-es-leonardita-usos-cultivo/#:~:text=Es%20una%20fuente%20natural%20de,mejorar%20la%20absorci%C3%B3n%20de%20nutrientes>.
- Patel, B., & Patel, H. (2022). Retting of banana pseudostem fibre using *Bacillus* strains to get excellent mechanical properties as biomaterial in textile & fiber industry. *Heliyon*, 8(9). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/sdfe/reader/pii/S2405844022019405/pdf>
- Quimí, C. (2022). Efecto del distanciamiento de siembra en la productividad del banano *Musa acuminata* en la finca Musatec, comuna San Rafael, provincia de Santa Elena. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena., La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8729>
- Rodríguez, C. (2020). Efecto de la aplicación del bioestimulante Nutrisorb® G sobre la respuesta agronómica del cultivo de banano (*Musa* AAA subgrupo Cavendish cv. Gran Enano), en Parrita, Puntarenas. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Puntarena. Obtenido de <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoTEC12243>
- Romero, B. (2021). Establecimiento de una línea tecnológica para la propagación acelerada de *Musa paradisiaca*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/24013>
- Salvador, A., Constantino, F., Salvador, M., Salgado, M., Moreno, B., & Adriano, M. (2025). Efecto de *Bacillus subtilis* ANT01 sobre la severidad de sigatoka negra en plátano “macho” (*Musa balbisiana*). *Biotecnia*, 27, 1-7.
- Sánchez, S. (2020). Efecto de la enmienda biocarbon+biol y sio2 en un suelo franco arenoso sobre el desarrollo vegetativo de *musa sp.* Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16148>
- Torres, J., Magnitskiy, S., & Sánchez, J. (2019). Effect of fertilization with N on height, number of leaves, and leaf area in banana (*Musa* AAA Simmonds, cv. Williams). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(1). Obtenido de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732019000100009&lang=es

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).