



Citoquininas en el crecimiento de cultivares de plátano *Musa* AAB en el primer ciclo de producción

Cytokinins in the growth of *Musa* AAB banana cultivars in the first production cycle

Autores

- ✉ ¹Leonardo Avellán-Vásquez
- ✉ ²Silvia Alcívar-Vite
- ✉ ²Angélica Pazmiño-Anzules
- ✉ ¹José Randy Cedeño-Zambrano

¹Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, Ecuador.

²Investigadoras independientes, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Resumen

Se realizó una investigación en El Carmen, Manabí, Ecuador, entre las coordenadas geográficas 0°13'57,0" S y 79°30'50,00" W, con el objetivo de evaluar la influencia de las citoquininas en dos cultivares en una plantación nueva, durante su primer ciclo de producción; se planteó un diseño de parcelas divididas donde en las parcelas principales se ubicaron las variedades del plátano 'Barraganete' y 'Dominico Hartón' y en las subparcelas las dosis de citoquininas (0,20; 0,16; 0,12 y un testigo con 0,00 cm³), los datos se tomaron en la emisión del belloteo y cosecha, se evaluaron parámetros agronómicos y productivos de las plantas. Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre las dosis de citoquinina para el área foliar, en donde la dosis de 0,12 cm³ presentó el valor más alto con 1,52 cm²; la interacción de los factores determinaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre la biomasa del pseudotallo y el número de hojas, el cultivo de plátano 'Barraganete' con 0,12 cm³ alcanzó 87,11 kg de biomasa en el pseudotallo, mientras que el plátano 'Dominico Hartón' redujo la producción de hojas con la disminución de las dosis de citoquinina, y en el 'Barraganete' la cantidad de hojas incrementó con las dosis bajas; en cuanto al rendimiento solo la biomasa de los dedos exportable presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) en cuanto a la interacción de los factores y las dosis de citoquinina, siendo el cultivo de 'Dominico Hartón' con 0,16 y 0,12 cm³ los tratamientos con mayor biomasa en esta variable.

Palabras clave: citoquinina; plátano; raíces; fitohormonas.

Abstract

An investigation was carried out in El Carmen, Manabí, Ecuador, between the geographical coordinates 0°13'57.0" S and 79°30'50.00" W, with the objective of evaluating the influence of cytokinins on two cultivars in a new plantation, during their first production cycle; A split-plot design was used where in the main plots were located the banana varieties 'Barraganete' and 'Dominico Hartón' and in the sub-plots the doses of cytokinins (0.20, 0.16, 0.12 and a control with 0.00 cm³), the data were taken in the emission of acorns and harvest, agronomic and productive parameters of the plants were evaluated. Statistical differences ($P < 0.05$) were found between the doses of cytokinin for leaf area, where the dose of 0.12 cm³ presented the highest value with 1.52 cm²; the interaction of the factors determined statistical differences ($P < 0.05$) between the biomass of the pseudostem and the number of leaves, the 'Barraganete' plantain crop with 0.12 cm³ reached 87.11 kg of biomass in the pseudostem, while the 'Dominico Hartón' plantain reduced the production of leaves with the decrease of the doses of cytokinin, and in the 'Barraganete' the quantity of leaves increased with the low doses; In terms of yield, only the biomass of exportable fingers showed significant differences ($P < 0.05$) with respect to the interaction of the factors and the doses of cytokinin, with the 'Dominico Hartón' crop with 0.16 and 0.12 cm³ being the treatments with the highest biomass in this variable.

Keywords: cytokinin; banana; roots; phytohormones.

Citacion sugerida: Avellán-Vásquez, L., Alcívar-Vite, S. Pazmiño-Anzules, A. y Cedeño-Zambrano, J. R. (2023). Citoquininas en el crecimiento de cultivares de plátano *Musa* AAB en el primer ciclo de producción *La Técnica*, 13(1), 24-29. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v13i1.5785>

Recibido: Mayo 21, 2023

Aceptado: Junio 06, 2023

Publicado: Junio 23, 2023

Introducción

América Latina y el Caribe actualmente representan uno de los principales exportadores de frutas cultivadas, la región posee condiciones climáticas propicias y tierras altamente productivas, tanto para musáceas, piñas, papayas, aguacates y mangos entre otros, aportando con el 25% de la producción global, en el año 2018, se registró un rendimiento que superó las 54 millones de toneladas en estas frutas, según los datos reportador (Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador, 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2020) ha señalado que el plátano, al igual que otros cultivos, a menudo enfrentan problemas fitosanitarios que afectan su correcto crecimiento, especialmente en las raíces, cuya función es proporcionar anclaje y sostén a la planta para evitar su volcamiento y pérdida de productividad (Rodríguez, 2018); no obstante, los nematodos e insectos, como el picudo negro y amarillo, pueden atacar el sistema radical de las musáceas, especialmente cuando el desarrollo vegetal de las plantas es insuficiente debido a deficiencias nutricionales en las plantas o en el suelo.

Durante años el uso de nematicidas, insecticidas y fertilizantes de origen sintético, han reducido el ataque de plagas y enfermedades en cierta medida; sin embargo, esto ha ocasionado una degradación del suelo y la contaminación de fuentes hídricas cercanas, lo que limita la absorción de los nutrientes presentes en la superficie y disponibles para las plantas (Criado et al., 2021).

Cuando se aplican nematicidas al suelo y se dispersan en todo el ecosistema, las consecuencias ambientales pueden afectar los sistemas bióticos, incluyendo animales y plantas, esto puede aumentar el riesgo biológico para los seres humanos que consumen productos vegetales o proteína animal contaminada, lo que puede resultar en toxicidad (Del Puerto et al., 2014).

En la actualidad, la agricultura moderna y las necesidades alimentarias mundiales demandan tecnologías y recursos agrícolas más eficientes para aumentar la productividad de los agricultores; no obstante, es importante que estas tecnologías tengan en cuenta los aspectos ambientales y ecológicos para cuidar del suelo y del agrosistema de manera efectiva, sin descuidar el rendimiento y el beneficio económico del sistema productivo (Moreno et al., 2018).

Una opción para aumentar la biomasa vegetal en los cultivos incluidos los plátanos, son las aplicaciones de citoquininas, que son un grupo de fitohormonas que estimulan la división y diferenciación celular, al utilizarlas en los cultivos, estas benefician directamente el desarrollo y formación de las partes de las plantas, como las raíces, hojas y flores, lo que a su vez

puede tener un impacto indirecto en la fructificación (Checca, 2018).

Este trabajo de investigación se realizó para comprender cómo la aplicación de citoquininas puede influir en el desarrollo de estas dos variedades de plátano; 'Barraganete', el cuál es ampliamente distribuido, y el 'Dominico Hartón', en el cantón El Carmen y otros lugares, como El Vergel (Simba y Álvarez, 2018).

Materiales y métodos

El presente estudio de investigación se realizó en una finca localizada en la vía Chone-Santo Domingo, a la altura del km 38 en el cantón El Carmen perteneciente a la provincia de Manabí; el trabajo se llevó a cabo en dos cultivares de plátano, 'Barraganete' y 'Dominico Hartón', se aplicaron tres dosis de citoquinina 0,20; 0,16; 0,12 y un testigo con 0,00 cm³ por cada litro de agua; para el establecimiento de los cultivares se emplearon un total de 3.643,2 m² de superficie en distanciamientos entre plantas de 1,15 m e hileras de 4 m, se utilizaron 792 plantas en total, distribuidas entre ocho tratamientos y tres repeticiones por cada uno, en total se obtuvieron 24 unidades experimentales con 33 plantas en cada una; se planteó un diseño de parcelas divididas, las variedades de plátanos se ubicaron en las parcelas principales mientras que las dosis de citoquinina en las parcelas secundarias o subparcelas, la comparación de las medias se realizó con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad; el trasplante se realizó en hoyos con 30 x 30 x 30 cm de profundidad, ancho y longitud; el control de las arvenses se efectuó cuando estas alcanzaron una altura aproximada de 15 cm con el uso de glifosato en dosis de 2.000 cm³·ha⁻¹, la práctica del deshoje se realizó con la eliminación de las láminas foliares necrosadas y las partes afectadas por la Sigatoka Negra cada dos semanas, el deschante y el deshije se hizo de la misma manera; se aplicó la fertilización de manera estandarizada para ambos cultivares con las siguientes dosis: nitrógeno 122, fósforo 33, potasio 188, magnesio 33, azufre 16, boro 0,82 y zinc 0,82 kg·ha⁻¹ (2.174 plantas·ha⁻¹), para determinar el área foliar se utilizó la fórmula:

Área foliar= largo de la lámina x ancho de la lámina x 0,8 (Martínez, 1984).

Resultados y discusión

Se determinaron diferencias significativas ($P>0,05$) para las dosis de citoquina para la variable de área foliar el momento de la emisión de la bellota; sin embargo, para la variable cultivares de plátano y la interacción de los factores no hubo diferencias significativas ($P>0,05$), el análisis estadístico de los tratamientos (figura 1) determinó que las plantas con 0,12 cm³·L⁻¹ presentaron la mayor área foliar.

Según Cedeño et al. (2022) las variaciones en el área foliar de los cultivares de plátano y las dosis de citoquinina aplicadas

pueden explicarse por el hecho de que el desarrollo foliar inicial fue intenso, pero se redujo progresivamente debido a factores como la disminución de la producción de hojas, el tamaño de las mismas y su longevidad, que estuvieron determinados por la diferenciación foliar que ocurre en las primeras etapas del crecimiento vegetal, tal como lo señalaron Vargas et al. (2015).

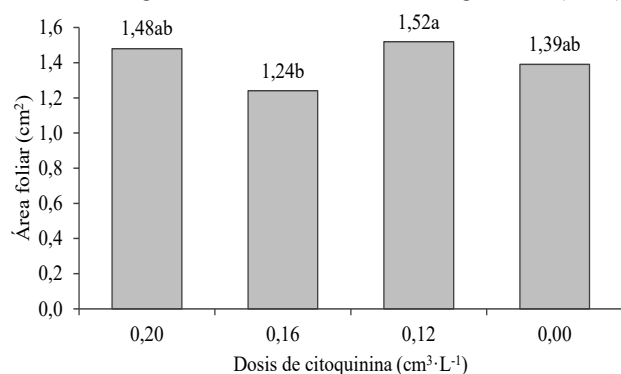


Figura 1. Área foliar de cuatro dosis de citoquinina al momento del belloteo del cultivo de plátano en el cantón El Carmen.

En el estudio realizado, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la biomasa del pseudotallo entre los diferentes tratamientos aplicados a los cultivares de plátano. El tratamiento con plátano 'Barraganete' en dosis de $0,12 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ de citoquinina obtuvo la mayor biomasa en esta etapa del cultivo (figura 2), seguido de los demás tratamientos, excepto el 'Dominico Hartón' con $0 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ de citoquinina, que presentó la biomasa más baja y con una diferencia estadísticamente significativa.

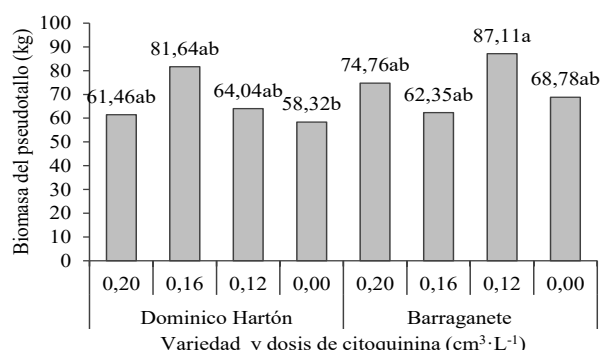


Figura 2. Biomasa del pseudotallo de dos variedades de plátano y cuatro dosis de citoquinina al belloteo del cultivo.

Albán (2014) sostuvo que el uso de las citoquininas en hortalizas y frutos tuvo una respuesta más efectiva cuando se utilizaron dosis adecuadas, que suelen ser bajas, ya que las plantas absorben menos de lo que se les suministró. Esto explicó por qué las plantas presentaron una respuesta significativa a la citoquinina en los tratamientos en los que se utilizó una dosis óptima en el estudio.

También se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en la cantidad total de hojas emitidas por los cultivos de plátano hasta la cosecha, con relación a la interacción entre la variedad de plátano y la dosis de citoquinina aplicada. La figura 3 mostró que el efecto de esta interacción difirió entre las

variedades de plátano, siendo el plátano 'Dominico Hartón' el que disminuyó la producción de hojas con la disminución de las dosis de citoquinina, mientras que en el 'Barraganete' la cantidad de hojas incrementó con la dosis baja de citoquinina.

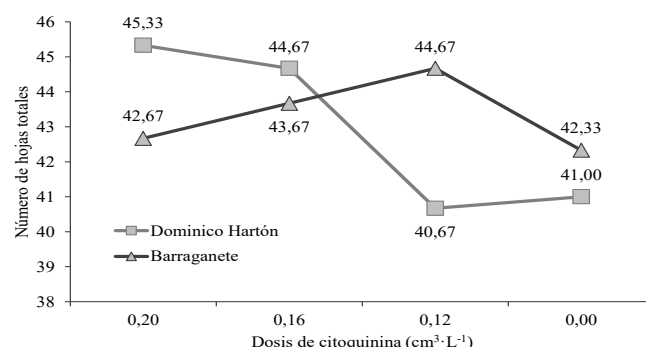


Figura 3. Interacción de las variedades y dosis de citoquinina en la emisión de hojas totales del plátano.

La relación entre la cantidad de hojas y la dosis de citoquinina mostró un patrón decreciente en los tratamientos con dosis bajas y sin citoquinina, mientras que se observó un aumento en el número de hojas en los tratamientos con dosis altas, esto se puede explicar por la función de las citoquininas como una fitohormona que estimuló la división celular, lo que llevó a la producción de una mayor cantidad de hojas, como lo señalaron Bermúdez et al. (2019).

No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en las variables número de dedos exportables y no exportables, biomasa de dedos no exportables, entre las variedades de plátano, dosis de citoquinina y entre sus interacciones; sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la biomasa de los dedos exportables, en la dosis de citoquinina y en la interacción de los factores, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en los parámetros productivos de los dedos del plátano.

Variedad	Citoquinina	Dedos exportables (número)	Biomasa de los dedos exportables (g)	Dedos no exportables (número)	Biomasa de los dedos no exportables (g)
'Dominico Hartón'	T1	25,00 a	356,70 ab	4,33 a	305,24 a
	T2	23,00 a	392,84 a	5,67 a	264,37 a
	T3	23,67 a	403,98 a	4,33 a	353,85 a
	T4	23,67 a	291,86 b	9,33 a	437,20 a
	T5	29,00 a	362,22 ab	2,33 a	251,66 a
'Barraganete'	T6	27,33 a	362,44 ab	1,67 a	377,77 a
	T7	26,33 a	354,84 ab	1,67 a	307,39 a
	T8	28,33 a	363,69 ab	2,33 a	298,40 a

Medias con iguales letras indican que no hubo diferencias estadísticas.

En la figura 4 se puede observar que la variedad 'Dominico Hartón' obtuvo las biomásas más altas en los dedos exportables con las dosis de $0,12$ y $0,16 \text{ cc} \cdot \text{L}^{-1}$ de citoquinina, mientras

que en las demás variedades no se encontraron diferencias significativas, este hallazgo contrastó con lo planteado por Sotomayor y Mendoza (2015) quienes sostuvieron que la influencia de las citoquininas en el rendimiento del fruto del plátano fue limitada, ya que durante la cosecha se favoreció principalmente el desarrollo de las raíces. Cabe destacar que no se encontraron diferencias significativas en el número de dedos exportables y no exportables, ni en la biomasa de los dedos no exportables con relación a las dosis de citoquinina y variedades de plátano.

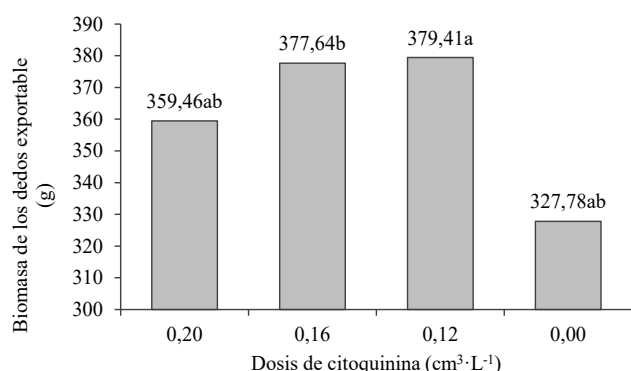


Figura 4. Biomasa de los dedos exportables con aplicación de cuatro dosis de citoquininas en dos variedades de plátano.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que la citoquinina no influyó significativamente en la biomasa de los dedos del plátano, es interesante señalar que este comportamiento del fruto ante la acción de hormonas vegetales fue diferente al que se ha registrado en estudios previos, como el realizado por Aristizábal et al. (2008) en el que evaluaron el efecto del ácido giberélico en el racimo del 'Dominico Hartón' y no encontraron diferencias significativas en la biomasa, aunque se encontraron biomasa promedio de 345 g.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el rendimiento del racimo, el número de dedos por racimo, el número de manos por racimo y la biomasa del racimo para las variables de los factores de la variedad de plátano, la dosis de citoquinina y su interacción (tabla 2). Sin embargo, estos resultados difirieron de los indicados por Albán (2014) con el uso de citoquinina en banano, donde las dosis afectaron la biomasa del racimo, y la dosis más alta de 3 mL en promedio alcanzó una biomasa del racimo de 38,53 kg, este resultado también fue significativo en el número de manos por racimo.

Según Cano (2004) las citoquininas y las auxinas, como fitohormonas, desempeñaron un papel crucial en la multiplicación y enraizamiento de las plantas. Por otro lado, Mok y Mok

(2001) argumentaron que las citoquininas tuvieron un efecto más importante en el desarrollo de los tallos, específicamente en el cormo del plátano, aunque también jugaron un papel en la apertura estomática y en la reducción de la senescencia de las hojas.

Tabla 2. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en los parámetros productivos del racimo del plátano.

Variedad	Citoquinina	Manos por racimo (número)	Dedos por racimo (número)	Biomasa del racimo
'Dominico Hartón'	T1	5,67 a	29,33 a	11,64 a
	T2	5,33 a	28,67 a	10,88 a
	T3	5,33 a	27,33 a	11,95 a
	T4	5,00 a	33,00 a	10,43 a
	T5	5,33 a	31,33 a	14,52 a
'Barraganete'	T6	5,33 a	29,00 a	11,41 a
	T7	5,00 a	28,00 a	10,51 a
	T8	5,33 a	30,67 a	11,79 a

Medias con iguales letras indican que no hubo diferencias estadísticas.

Meza (2013) sugirió que la aplicación de citoquininas no solo fue una forma de fertilización, sino también una estrategia efectiva para la producción de nuevas plántulas debido a su capacidad para estimular la división celular y la propagación de las plantas, en el caso de las musáceas, estas hormonas vegetales influyeron en el desarrollo de las yemas.

Conclusión

Con relación a las variables de área foliar, biomasa del pseudotallo y número de hojas totales la interacción de los factores (variedades y dosis de citoquinina) mostraron diferencias estadísticas, en el 'Dominico Hartón' la dosis baja determinó mayor área foliar, mientras que en el 'Barraganete' esta misma dosis alcanzó mayor biomasa en el pseudotallo.

El plátano 'Barraganete' presenta un aumento en el número de hojas en dosis bajas de citoquinina, mientras que en el caso del plátano 'Dominico Hartón' se observa una disminución en la cantidad de hojas producida con la misma dosis.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a Diego Vaca, Valeria Carrión y Jaqueline Delgado por la ayuda prestada en la ejecución en campo de esta investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Albán, E. E. (2014). *Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokín) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad gran enana, cantón Quinde de la provincia de Esmeraldas*. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3297>
- Aristizábal, M., Osorio, C. A. y Cardona, L. F. (2008). Efectos del ácido giberélico y el desmane sobre las características del racimo en plátano Dominico Hartón. *Acta Agronómica*, 57(4), 253-257.
- Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador. (2018). El banano del Ecuador en el mundo. *Bananotas*, XIII(132), 98.
- Bermúdez, I., Rodríguez, M., Reyes, M. y Jiménez, A. (2019). Efecto del uso combinado de dos citoquininas en la multiplicación y regeneración de yemas adventicias de banano cv. 'Gros Michel' (*Musa AAA*). *Biotechnología Vegetal*, 19(2), 139-146.
- Cano, C. G. (2004). *Biotechnología y propiedad intelectual en el agro*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/30003>
- Cedeño, J. R., García, J. V., Solórzano, C. M., Javier, L. A., Ulloa, S. M., López, F. X., Avellán, L. E., Bracho, B. Y. y Sánchez-Urdaneta, A. B. (2022). Fertilización con magnesio en plátano 'Barraganete' (*Musa AAB*) Ecuador. *La Granja*, 35(1), <https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.01>
- Checca, J. (2018). *Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del melón (Cucumis melo L.)*. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/a5a5f9fd-c400-4967-8df9-d1b4c6bad66e>
- Criado, M., Caputo, C. y Roberts, I. (2021). Nutrición no mineral. Nutrición no tradicional. Las citocininas. Nueva herramienta para mejorar la removilización de carbono y nitrógeno en trigo y la eficiencia de fertilización. *Revista Fertilizar*, 15, 25-26.
- Del Puerto, A. M., Suárez, S. y Palacio, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Martínez, G. A. (1984). Determinación del área foliar mínima en plátano en el trópico húmedo. *Revista ICA*. 19(2):183-187.
- Meza, J. E. (2013). *Propagación vegetativa de plátano Dominique (Musa paradisiaca) bajo dos porcentajes de sombra con la aplicación de cuatro dosis de benzilaminopurina (bap) en el cantón El Empalme provincia del Guayas*. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2551>
- Mok, D. W. and Mok, M. C. (2001). Cytokinin metabolism and action. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 52, 89-118. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.52.1.89>
- Moreno, A., García, V., Reyes, J. L., Vásquez, J. y Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: Una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1). <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2020). *Plagas y enfermedades del cultivo de plátano en El Salvador*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". <https://library.co/document/y8xdwvrq-plagas-y-enfermedades-del-cultivo-de-platano-en-el-salvador.html>
- Rodríguez, J. (2018). *El cultivo de plátano (Musa paradisiaca) como modelo de producción agrícola para el fortalecimiento de la vereda Monte Adentro, municipio de Saravena*. Tesis de Licenciatura. Universidad La Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/94
- Simba, L. y Álvarez, Y. (2018). *Determinación de los costos de producción y rentabilidad del cultivo del plátano dominico-hartón (Musa AAB) vs cultivo del plátano barraganete (Musa sp.) en la parroquia el Vergel, Cantón Valencia*. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3633>
- Sotomayor, I. y Mendoza, E. (2015). *Eficiencia de la aplicación de bioestimulantes por medio de inyección, al drench de la planta y nivel foliar en el cultivo de banano (Musa sp.) Valencia, Provincia de Los Ríos*. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1280>
- Vargas, A., Acuña, P. y Valle, H. (2015). La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 120-128.

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Leonardo Avellán-Vásquez	Diseño de la investigación; revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito.
Silvia Alcívar-Vite	Participó en la preparación y edición del manuscrito, corrección de estilo.
Angélica Pazmiño-Anzules	Interpretación de los datos, revisión del contenido del manuscrito y corrección de estilo.
José Randy Cedeño-Zambrano	Revisión del contenido del manuscrito y corrección de estilo.