

Evaluación de volúmenes de fungicidas y un tratamiento de energía UV-C para el control de pudrición de corona en fruta de banano de exportación

Andrés Mauricio Pinzón-Núñez^{1*}; Gloria Marcela Pérez-Ochoa¹; Laura Arango-Palacio²; Sebastián Zapata-Henao¹

¹Centro de investigaciones del banano-Cenibanano. Carepa, Antioquia, Colombia; ²Universidad Politécnica Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Antioquia, Colombia.

***Autor de Correspondencia:**
Andrés Mauricio Pinzón-Núñez
andres.pinzonn@unad.com.co

Contribución:
Nota de Investigación

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 diciembre, 2024

Publicado:
30 abril, 2025

Cita:
Pinzón-Núñez AM, Pérez-Ochoa GM, Arango-Palacio L y Zapata-Henao S. 2025. Evaluación de volúmenes de fungicidas y un tratamiento de energía UV-C para el control de pudrición de corona en fruta de banano de exportación. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 2(1): 98 <https://doi.org/10.62498/ARTC.2598>

RESUMEN

El banano es una de las principales frutas de exportación y un pilar fundamental de la economía colombiana. No obstante, aproximadamente el 30% de las pérdidas económicas en postcosecha se deben a problemas fitosanitarios, como la enfermedad de la pudrición de corona. Actualmente, la principal estrategia para el control de enfermedades postcosecha se basa en el uso de moléculas de síntesis química. Sin embargo, no existen fundamentos técnicos sólidos sobre los volúmenes habitualmente utilizados en las cabinas de aspersión o cámaras foggi. Además, las restricciones regulatorias sobre el uso de ciertas moléculas limitan las estrategias disponibles para su manejo, lo que resalta la necesidad de explorar nuevas alternativas. En este contexto, el presente proyecto evaluó el efecto de diferentes volúmenes de fungicidas (150, 120, 90 y 60 cc) y la dosis de energía 40 J m⁻² de UV-C sobre la calidad de la fruta, inoculada artificial y naturalmente con los agentes causales de la pudrición de corona *Fusarium musae* y *Colletotrichum* sp., a una concentración de 5x10⁵ esporas mL⁻¹ cada una. Los resultados mostraron que, en los tratamientos inoculados artificialmente con la suspensión fúngica y bajo diferentes volúmenes de mezcla, no hubo diferencias estadísticamente significativas para las fincas evaluadas. En cuanto a la dosis de energía UV-C, no se observó un control eficiente en comparación con los demás tratamientos.

Palabras clave: Postcosecha, Musáceas, Regulaciones, *Fusarium* sp. y *Colletotrichum* sp.

ABSTRACT

Bananas are one of the main export fruits and a fundamental pillar of the national economy. However, approximately 30% of post-harvest economic losses are due to phytosanitary problems, such as crown rot disease. Currently, the main strategy for the control of postharvest diseases is based on the use of chemically synthesized molecules. However, there is no sound technical basis for the volumes commonly used in spray booths or foggi chambers. In addition, regulatory restrictions on the use of certain molecules limit the available strategies for their management, highlighting the need to explore new alternatives. In this context, the present project evaluated the effect of different fungicide volumes (150, 120, 90 and 60 cc) and the energy dose 40 J m⁻² of UV-C on fruit quality, artificially and naturally inoculated with the



causal agents of crown rot *Fusarium* sp. and *Colletotrichum* sp. at a concentration of 5×10^5 spores mL^{-1} , respectively. The results showed that, in the treatments artificially inoculated with the fungal suspension and under different mixing volumes, there were no statistically significant differences for the farms evaluated. As for the UV-C energy dose, no efficient control was observed compared to the other treatments.

Keywords: Postharvest, Musaceae, Regulations, *Fusarium* sp y *Colletotrichum* sp.

INTRODUCCIÓN

Las principales limitaciones en el rendimiento productivo del cultivo de banano están relacionadas con las enfermedades fitosanitarias en precosecha; sin embargo, durante la comercialización, el fruto se ve afectado por factores bióticos y abióticos, como las altas precipitaciones y un manejo inadecuado en las actividades periódicas de transporte, empaque y almacenamiento (Sangeetha *et al.*, 2010; Lassois y Lapeyre, 2014). Estos factores provocan pérdidas que oscilan entre el 10 % y el 80 % (FAO, 2019). En este contexto, la pudrición de corona es una de las enfermedades postcosecha que ha generado mayores pérdidas económicas, alcanzando hasta el 30 % (Aguilar-Ancota *et al.*, 2013). Esta situación se debe principalmente a los agentes patógenos *Fusarium* sp. y *Colletotrichum* sp., que son los prevalentes en la subregión del Urabá Antioqueño (Henao-Ortiz, 2016).

Actualmente, se emplean diversos ingredientes activos de fungicidas, principalmente, Azoxystrobin y Tiabendazol para el control de enfermedades postcosecha en el cultivo de banano. Para el caso de la región del Urabá, los sistemas de aspersión de fungicidas o cámaras foggi, son sistemas que están implementados en la totalidad de las fincas de banano de exportación. Los volúmenes que son asperjados en dichos sistemas corresponden a 150 cc en mezcla por bandeja, lo que garantiza un control eficiente. Sin embargo, se desconoce cómo fue definido este volumen, lo que podría sugerir que utilizando menos volumen de mezcla probablemente se pueda obtener igual control. Por otra parte, las restricciones impuestas por la Unión Europea, principal destino de más del 70 % de la fruta exportada por Colombia, han planteado nuevos desafíos, especialmente en lo que respecta a la reducción de la carga química, en particular de productos aplicados en la fase final de la cadena de producción. Estos productos tienden a dejar altas trazas de ingredientes activos en la fruta. En ese contexto, el objetivo del presente ensayo fue evaluar diferentes volúmenes de mezclas de fungicidas, inferiores a los comúnmente utilizados en las fincas productoras de banano de exportación del Urabá Antioqueño, así como también, probar la dosis de 40

J m⁻² de energía UV-C, definida previamente en otros ensayos, bajo condiciones naturales e inoculación artificial de agentes causales de la pudrición de corona.

Material vegetal. Los ensayos se llevaron a cabo en dos fincas de la región de Urabá, denominadas finca 1 y finca 2, ubicadas en los municipios de Carepa y Apartadó, respectivamente. Se utilizaron racimos de banano (*Musa* AAA) Cavendish de 11 semanas de crecimiento, cosechados bajo los parámetros estándar para fruta premium y fruta de segunda. Los clústeres fueron previamente depositados en el tanque de desmane y desleche con una solución al 1 % de piedra de alumbre y luego separados antes de la aplicación del tratamiento postcosecha, con el fin de asegurar la aplicación controlada de los productos.

Preparación de suspensiones fúngicas. Los aislados fúngicos *Colletotrichum* sp. y *Fusarium musae* sp., agentes causales de la enfermedad de pudrición de corona fueron obtenidos del cepario de hongos de CENIBANANO. Cada hongo se cultivó en placas Petri en Agar Papa Dextrosa (PDA), suplementado con 150 ppm de sulfato de estreptomicina (SE) (Abd-Alla *et al.*, 2014). Las placas se incubaron a 30 °C durante 5 días. Al término de este periodo se prepararon las suspensiones fúngicas con una concentración de 5 x 10⁵ esporas mL⁻¹ de cada microorganismo, utilizando un hematocimetro (Neubauer, Alemania) para medir y ajustar las concentraciones. Posteriormente, se mezclaron las cepas con el objetivo de alcanzar una concentración final de 1 x 10⁶ esporas mL⁻¹.

Evaluación de volúmenes de fungicida y exposición a energía UV-C sobre las suspensiones fúngicas inoculadas artificialmente. Los volúmenes de mezcla de los ingredientes activos Azoxystrobin y Tiabendazol evaluados fueron: 60, 90, 120 y 150 cc, en concentraciones de 300 y 396 ppm respectivamente, los cuales fueron aplicados con bomba manual, siendo este último el volumen convencionalmente utilizado en las cámaras foggi, el cual se consideró como el control positivo (T4). La emisión de energía empleada fue de 40 J m⁻² (T5), utilizando un prototipo desarrollado por Cenibanano en estudios previos. Las bandejas con los clústeres fueron expuestas durante 5 segundos, lo que garantizó la emisión de energía requerida. Los tratamientos se agruparon en dos grupos, bajo el mismo diseño experimental: un primer grupo sin inoculación del patógeno (condiciones de inóculo natural de la finca) y un segundo grupo con inoculación artificial del patógeno. En este último grupo, cada clúster fue inoculado en la corona con 200 µL de la suspensión fúngica antes de la aplicación de los tratamientos. El tratamiento T11 correspondió al control negativo (-), en el cual la fruta se inoculó con la suspensión fúngica sin recibir ningún tratamiento adicional.

Además, se incluyó un control absoluto (T12) en el que se asperjó agua. Los detalles de los tratamientos se encuentran en la Cuadro 1. La aspersión de los tratamientos se realizó mediante una bomba calibrada, con capacidad de 1.5 L.

Variables respuestas. Los tratamientos fueron almacenados en cava con temperatura controlada simulando el transporte. Se realizaron dos evaluaciones: la primera, en estado de "vida verde", a los 16 días de haber ingresado a la cava, y la segunda, en estado de maduración, a los 5 días posteriores a la aplicación de etileno. El grado de daño se evaluó utilizando la escala propuesta por Alvindia (2012), y se cuantificó el índice de severidad.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en coronas de banano Cavendish

Tratamientos (T)	
1	(A + T) 60 cc
2	(A + T) 90 cc
3	(A + T) 120 cc
4	(A + T) 150 cc
5	40 J m ⁻² (I)
6	IAP + (A + T) 60 cc
7	IAP + (A + T) 90 cc
8	IAP + (A + T) 120 cc
9	IAP + (A + T) 150 cc
10	IAP + 40 J m ⁻² (I)
11	Control (-)
12	Control Absoluto

(IAP) Inoculación Artificial del Patógeno; (I) Intermitente; A + T) Azoxistrobin + Tiabendazol; (-) Control Negativo

Diseño experimental. Para la evaluación de los volúmenes en cada finca, cada tratamiento consistió en cinco repeticiones, representadas por cajas que contenían 17 clúster de banano, lo que sumo un total de 60 cajas y 1020 pseudorepeticiones. El diseño experimental fue completamente aleatorio, y los resultados se analizaron utilizando el software y lenguaje de programación R project (versión 4.0.5, R coreteam, 2021). Dado que no se cumplieron los supuestos de normalidad, se emplearon pruebas no paramétricas para el análisis de los datos. Los análisis se realizaron mediante la prueba de *Kruskal-Wallis*, con un nivel de significancia de $p = 0.05$.

En el ensayo realizado en la finca 2, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos inoculados con la suspensión fúngica y tratados con los diferentes volúmenes de fungicidas en estado de vida verde. Por su parte en estado de maduración el tratamiento con 150 cc mostró un mayor control respecto a los otros volúmenes aplicados (Figura 1). Por otro lado, los tratamientos en los que no se realizó inoculación artificial mostraron un comportamiento similar al del control absoluto, lo que indica una baja presión del patógeno en las condiciones naturales del campo.

Por otra parte, los resultados obtenidos en el ensayo realizado en la finca 1 fueron consistentes con los de la finca 2. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos inoculados artificialmente con la suspensión fúngica en comparación con el tratamiento control absoluto (Figura 2). Asimismo, se corroboró una baja presión del inóculo bajo las condiciones naturales del campo.

Se observó que la presión de inóculo en condiciones naturales es mínima, lo que hace necesario realizar el ensayo durante épocas en las que históricamente se presenta mayor presión de los patógenos.

Se recomienda diseñar un nuevo ensayo calibrando las cámaras foggi para los diferentes volúmenes evaluados y bajo la misma presión del patógeno. Además, sería pertinente realizar un estudio que incluya el envío de contenedores a diferentes destinos, con el fin de evaluar el impacto distintos tiempos de transporte y las variaciones en las condiciones de refrigeración de contenedores durante el transporte.

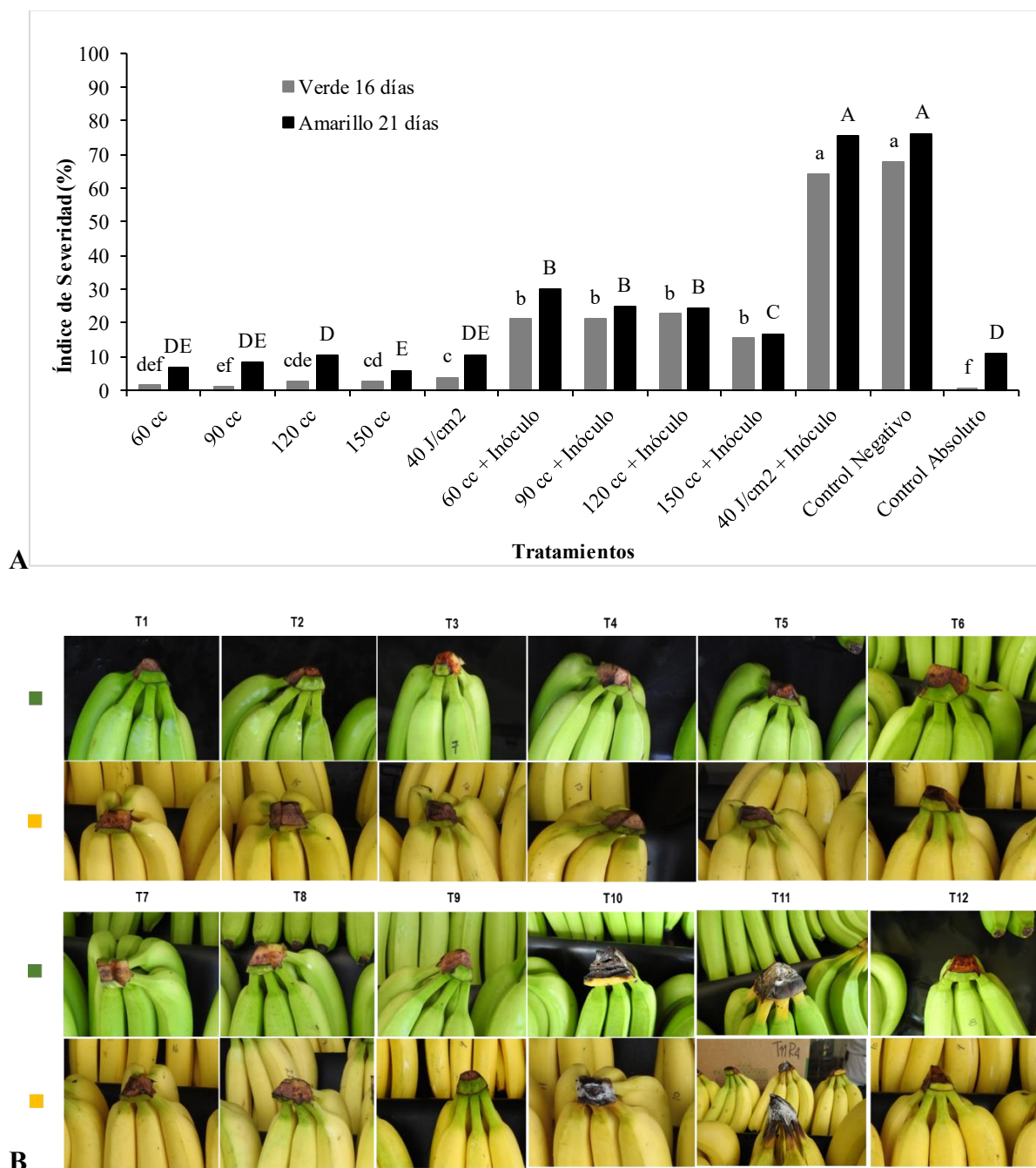


Figura 1 A. Índice de severidad en vida verde y amarillo de clústeres de banano tratados con diferentes volúmenes de mezcla de fungicida y dosis de energía UV-C, con y sin inoculación artificial de los agentes causales de la pudrición de corona en la finca 2. Las letras diferentes en mayúscula indican diferencias estadísticamente significativas (evaluación en amarillo 21 días). Las letras diferentes en minúscula indican diferencias estadísticamente significativas (evaluación en verde 16 días) **B.** Imágenes de las coronas de los clústeres evaluados a los 16 días (verde) y a los 21 días (amarillo) después de la aplicación de los tratamientos.

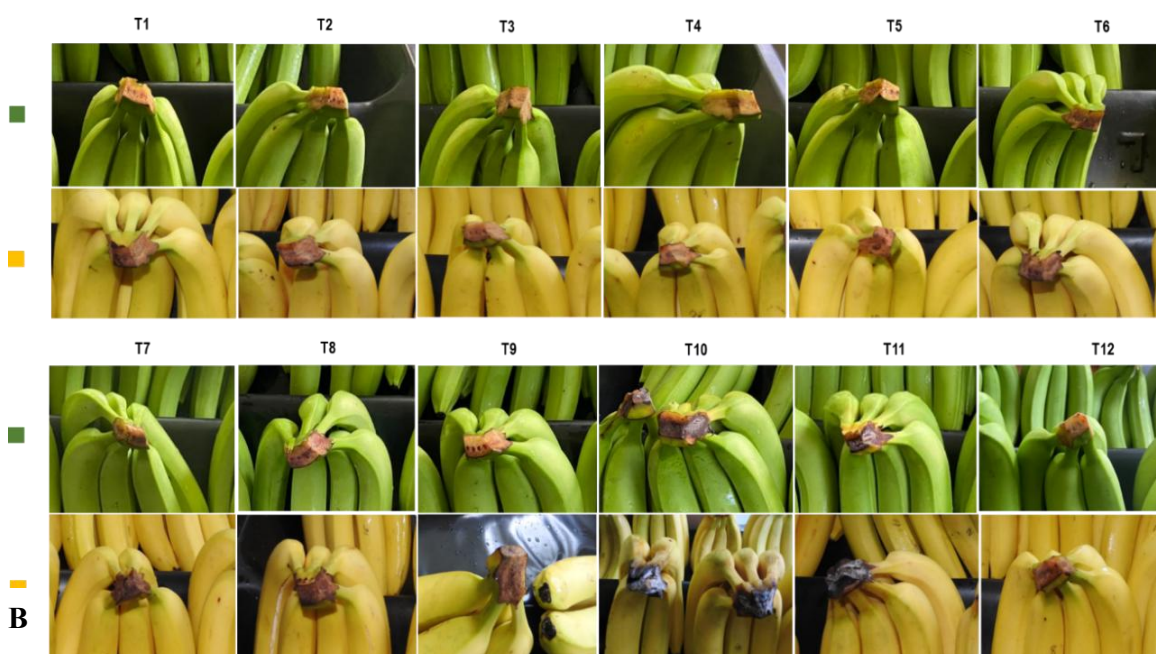
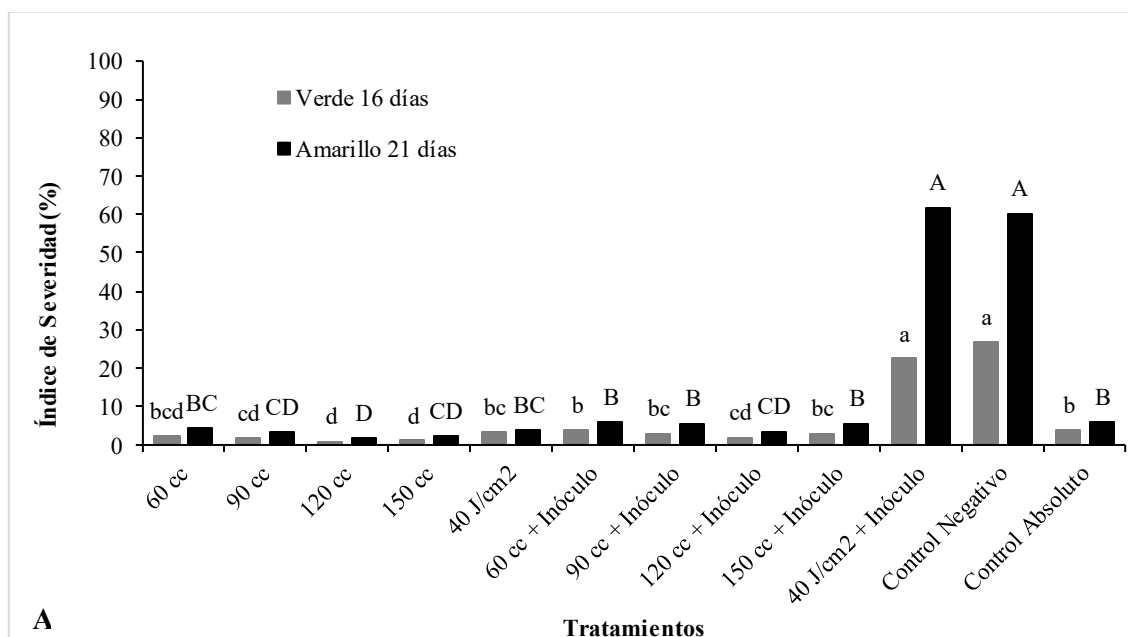


Figura 2 A. Índice de severidad en vida verde y amarillo de clústeres de banana tratados con diferentes volúmenes de mezcla de fungicida y dosis de energía UV-C, con y sin inoculación artificial de los agentes causales de la pudrición de corona en la finca 1. Las letras diferentes en mayúscula indican diferencias estadísticamente significativas (evaluación en amarillo 21 días). Las letras diferentes en minúscula indican diferencias estadísticamente significativas (evaluación en verde 16 días) **B.** Fotos correspondientes a las coronas de los clústeres evaluados a los 16 días (verde) y a los 21 días (amarillo) después de la aplicación de los tratamientos.

CONCLUSIONES

En los tratamientos en los que se inocularon artificialmente los patógenos, utilizando diferentes volúmenes de mezcla, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la finca 2 en vida verde. En el caso de la finca 1, el tratamiento de 120 cc mostró un mejor control tanto en el estado verde como en amarillo. Sin embargo, los tratamientos de 60 y 90 cc no presentaron diferencias comparado con el tratamiento de 150 cc. En cuanto al tratamiento con dosis de energía UV-C (40 J/cm²), no se observó un control eficaz en comparación con los otros tratamientos.

REFERENCIAS

1. Abd-Alla, M. A., El-Gamal, N. G., El-Mougy, N. S., & Abdel-Kader, M. M. 2014. Post-harvest treatments for controlling crown rot disease of Williams banana fruits (*Musa acuminata* L.) in Egypt. *Plant Pathology and Quarantine*, 4(1):1-12. Doi 10.5943/ppq/4/1/1
2. Aguilar Ancota, R., García Raymundo, R. B., Dulanto Bejarano, J. A., & Maldonado Duque, E. A. 2013. Hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico (*Musa* spp. L.) en Piura, Perú. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 4(1): p. 81. <https://doi.org/10.22490/21456453.983>.
3. Alvindia, D. G. 2012. Revisiting hot water treatments in controlling crown rot of banana cv. Buñulan. *Crop Protection*, 33:59–64. Doi:10.1016/j.cropro.2011.09.023.
4. FAO. 2019. Food Outlook-Biannual Report on Global Food Markets. Rome. <http://www.fao.org/3/ca6911en/ca6911en.pdf>. Consulta el 26 November 2020.
5. Henao-Ortiz, A. 2016. Recopilado de boletines publicados por la Asociación bananeros de Colombia, AUGURA. (2021).
6. Lassois, L. y de Lapeyre de Bellaire, L. 2014. Enfermedad de la pudrición de la corona de los plátanos. *Decaimiento poscosecha*. 103–130. Doi: 10.1016 / b978-0-12-411552-1.00003-x.
7. Sangeetha, G., Usharani, S., & Muthukumar, A. 2010. Significance of *Lasiodiplodia theobromae* and *Colletotrichum musae* in causing crown rot in banana and their reaction on some commercial banana cultivars. *Indian Journal of Horticulture*, 67(1): 21-25.