

Uso de *Melaleuca alternifolia* para el manejo de pudrición de corona (*Colletotrichum musae*, *Fusarium verticillioides*) en postcosecha de banana

José Alfredo Flores-Yáñez¹; Marco Tulio Vega-Gutiérrez^{1*}; Luciano Martínez-Bolaños²; Jesús Torres-García³; Juan Cristobal Fernández-Arroyo¹.

¹STK bio-ag technologies México. ²Universidad Autónoma Chapingo. ³Instituto Politécnico Nacional.

*Autor de

Correspondencia:

Marco Tulio Vega-Gutiérrez
mvega@stk-ag.com

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Fitosanidad

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Flores-Yáñez JA, Vega-Gutiérrez TV, Martínez-Bolaños L, Torres-García J y Fernández-Arroyo JC. 2024. Uso de *Melaleuca alternifolia* para el manejo de pudrición de corona (*Colletotrichum musae*, *Fusarium verticillioides*) en postcosecha de banana. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 1(1): 65
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2465>

RESUMEN

Se evaluó la aplicación en postcosecha de un producto a base de *Melaleuca alternifolia* (a 2.0, 3.0 y 5.0 mL/L), se asperjaron 175 mL de mezcla/20 kg de fruta y posteriormente la fruta se refrigeró a 15.5°C por 22 días, pasado este tiempo se puso a $\pm 28^{\circ}\text{C}$ y se evaluó el daño de pudrición de corona a los 3, 5 y 10 días. Los resultados mostraron que el producto a base de *M. alternifolia* en todas las dosis ofrece controles >50 %, además de estadísticamente las eficacias fueron similares a las de un fungicida químico (Azoxistrobin + Fludioxonil) a 1.5 mL/L, el cual logró eficacias de 83.3%.

Palabras clave: Carga química, manejo biorracional, Postcosecha, Fitosanidad.

ABSTRACT

The postharvest application of a product based on *Melaleuca alternifolia* was evaluated (at 2.0, 3.0 and 5.0 mL/L), 175 mL of mixture/20 kg of fruit were sprayed and subsequently the fruit was refrigerated at 15.5°C for 22 days, after this time it was placed at $\pm 28^{\circ}\text{C}$ and crown rot damage was evaluated after 3, 5 and 10 days. The results showed that the product based on *M. alternifolia* at all doses offers controls >50%, in addition to statistically the efficiencies were like a chemical fungicide (Azoxystrobin + Fludioxonil) at 1.5 mL/L, which achieved efficacies of 83.3%.

Keywords: Chemical Loading, Biorational Management, Postharvest, phytosanitary.



INTRODUCCIÓN

Mundialmente, uno de los frutos más consumidos es el banano, siendo México uno de los principales productores de este cultivo, pues cada año se cultivan más de 40,000 ha que representan ingresos de más de 400 millones de dólares para los productores (SIAP, 2022).

El cultivo de banano presenta muchos retos biológicos durante su producción como la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), la marchitez vascular (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*), entre otros; sin embargo, después de la cosecha, las enfermedades no se detienen pues generalmente, durante el envío la maduración y el almacenamiento de la fruta, se pierde entre 10 - 86 % por pudriciones de la base del racimo de frutos, llamada comúnmente como pudrición de corona y causada por un complejo de hongos, siendo *Colletotrichum musae* el más frecuente (Lassois & Bellaire, 2014).

El manejo de la pudrición de corona con fungicidas químicos es el preferido por los productores, y en general ha mostrado buenas eficacias, por ejemplo Scribano & Garcete (2016) reportaron al Azoxistrobin, Tebuconazole y Carbendazim con buenos niveles de control de pudrición de corona por hasta 9 días en condiciones de anaquel; sin embargo el constante uso de herramientas químicas plantea grandes desafíos como la aparición de poblaciones de hongos resistentes al efecto de ciertos fungicidas, contaminación del medio ambiente, la salud de aplicadores y consumidores, entre otros.

El uso de extractos vegetales para el manejo de enfermedades en postcosecha ha mostrado resultados prometedores, sin embargo, aún se requiere de mucha investigación de soporte; el aceite del árbol del té (*Melaleuca alternifolia*), comercializado bajo la marca Timorex® Gold, es un fungicida de origen vegetal capaz de causar una ruptura de la pared celular de una amplia variedad de hongos fitopatógenos con una particular capacidad de penetrar al interior del tejido vegetal (mesófilo) generando un efecto de supresión de infecciones fúngicas en curso (Reuveni et al., 2020), los mecanismos de acción de este extracto son bastante robustos para reducir los riesgos de resistencia a fungicidas en poblaciones de hongos.

Por lo anterior, se desarrolló el presente estudio para evaluar el efecto de aspersiones en postcosecha de un producto a base de *Melaleuca alternifolia* para el control de la pudrición de corona (*Colletotrichum musae* y *Fusarium verticillioides*), con el objetivo de generar información que pueda ser de utilidad para implementar

estrategias de manejo postcosecha con menor carga química y menores riesgos de resistencia en poblaciones de hongos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en una empacadora de banano Enano Gigante en Tapachula, Chiapas, México; en donde se evaluaron tratamientos a base de Timorex® Gold (*Melaleuca alternifolia*) a 2.0, 3.0 y 5.0 mL/L, además de Bankit® Gold (Azoxistrobin + Fludioxonil) a 1.5 mL/L y un testigo absoluto bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los frutos, se colectaron en una finca comercial y se les realizó un lavado con agua corriente para posteriormente realizar la aspersión de los tratamientos, empleando un aspersor manual con boquilla de cono hueco y utilizando un gasto de agua de 175 mL por cada 20 kg de fruta. Después de la aplicación, los frutos se almacenaron por 22 días a 15.5 °C simulando condiciones de empaque y transporte comercial y pasado este tiempo se sacaron del frío y se sometieron a condiciones de anaquel a ± 28 °C.

Se evaluó la severidad de pudrición de corona después de sacar los frutos a temperatura ambiente y a los 3, 5 y 10 días después, simulando condiciones de anaquel. La evaluación externa de la enfermedad se realizó con base a una escala (Cuadro 1) propuesta por Alvindia et al. (2004).

Cuadro 1. Escala para evaluación de la severidad de la pudrición de corona (Alvindia *et al.*, 2004).

Grado	Descripción
0	Sin decoloración o crecimiento de micelio en la corona
1	Decoloración o crecimiento del micelio limitado en la superficie de la corona cortada
2	Decoloración o crecimiento del micelio de menos del 10% del área de la corona
3	11–40% de decoloración o crecimiento de micelio en el área de la corona
4	41–70% decoloración o crecimiento de micelio en el área de la corona
5	71–100% decoloración o crecimiento de micelio en el área de la corona
6	Decoloración o crecimiento del micelio avanzado a los tallos de los dedos
7	Se produce la pudrición del tallo de los dedos, lo que hace que los dedos se caigan cuando se manipulan

Es importante mencionar que no se realizó inoculación de los patógenos, por lo cual los hongos detectados en postcosecha se identificaron mediante técnicas visuales y morfológicas, las cuales coincidieron con *Colletotrichum musae* y *Fusarium verticillioides*.

El índice de severidad se transformó a porcentaje de infección mediante la siguiente formula:

$$PI=100 ((0 n_0+1 n_1+2 n_2+3 n_3+4 n_4+5 n_5+6 n_6+7 n_7))/(7N (1))-----1)$$

Donde:

PI: Porcentaje de infección

0 a 7= Índice de severidad

n0 a n7= Número de plantas con el valor correspondiente 0 a 7

N= total de plantas evaluadas.

Posteriormente, al porcentaje de infección se le calculó la eficacia biológica mediante la fórmula de abbot:

$$EB=((PI_{Ita}- PI_{Itn}))/PI_{Ita} (100)-----2)$$

Dónde:

EB= Eficacia biológica

PI_{Ita}= Porcentaje de infección en el testigo absoluto

PI_{It}= Porcentaje de infección en el tratamiento n.

Al conjunto de datos de cada una de las variables se les determinó la normalidad de errores mediante la prueba de Shapiro-Wilk, además, se comprobó la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Bartlett, en caso de que su cumpliera la normalidad de errores y homogeneidad de varianzas, se realizó un análisis de varianza utilizando el modelo de DBCA y una prueba de comparación de medias mediante el método de Tukey $\alpha = 0.05$, en el caso de que no se cumplieran los supuestos estadísticos se realizó un análisis no paramétrico mediante el test de Mann-Whitney-Wilcoxon (WMW), con el software estadístico SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 22 días en refrigeración, los frutos salieron con un proceso de infección de pudrición de corona avanzado, pues en las plantas sin tratamiento había en promedio 13.1 % de severidad, lo que fue estadísticamente mayor a las diferentes dosis evaluadas con el producto a base de *Melaleuca alternifolia* y con las frutas

tratadas con Azoxistrobin + Fludioxonil, cuya severidad rondo de 1.6 - 4.0 % (Figura 1).

Durante 10 días en condiciones de anaquel ($\pm 28^{\circ}\text{C}$), el daño en las frutas sin tratamiento se incrementó en promedio 2.7 % todos los días, mientras que la aplicación del producto a base de *Melaleuca alternifolia* a 2.0, 3.0 y 5.0 mL, redujo a 1.58, 1.54 y 1.59 % el incremento de severidad por día, teniendo un comportamiento estadísticamente similar al ofrecido por el tratamiento químico a base de Azoxistrobin + Fludioxonil a 1.5 mL/L que fue de 1.7 % de severidad por día (Figura 1).

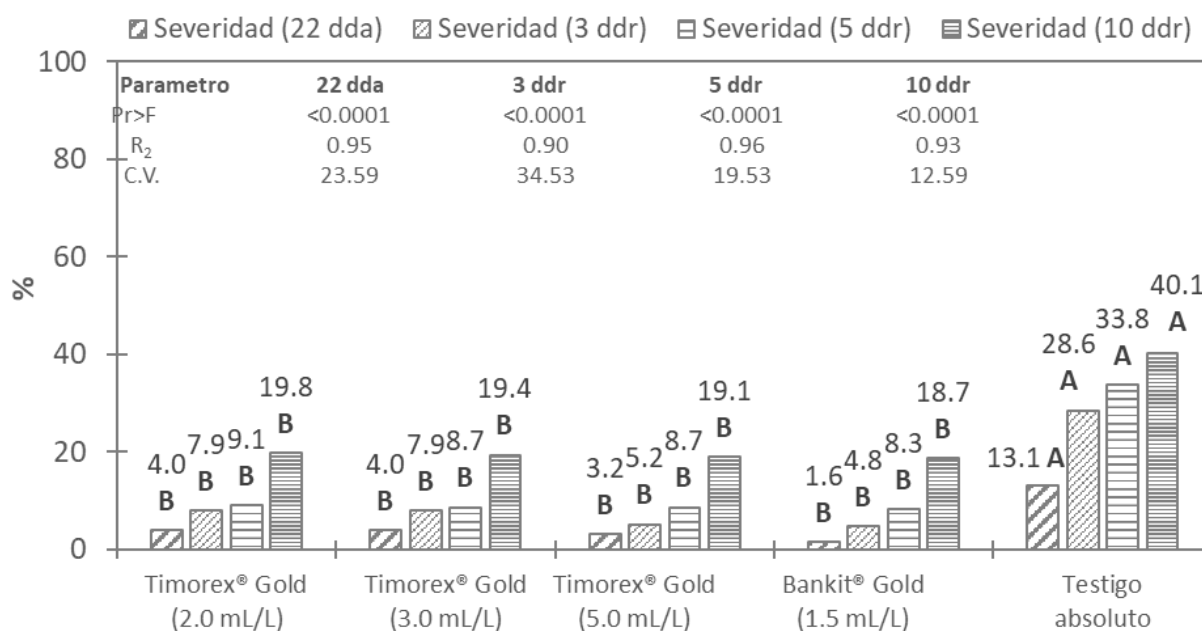


Figura 1. Comportamiento de la severidad de pudrición de corona en banana Enano Gigante en respuesta a aspersiones de *Melaleuca alternifolia*. dda: Días después de la aplicación. ddr: Días después de refrigeración. C.V.: Coeficiente de variación.

El uso de *Melaleuca alternifolia* a 2.0, 3.0 y 5.0 mL/L logro eficacias para el control de pudrición de corona que rondaron entre 50.6 y 81.9 %, las cuales fueron bastante similares a las ofrecidas por el tratamiento químico a base de Azoxistrobin + Fludioxonil que, durante todas las evaluaciones rondo de 53.5 a 83.3 % (Figura 2).

Estos resultados demuestran el gran potencial que tiene *Melaleuca alternifolia* para el manejo de pudrición de corona (*Colletotrichum musae* + *Fusarium verticillioides*) pues en dosis de 2.0 - 5.0 mL/L del formulado comercial Timorex®

Gold se pueden lograr eficacias similares a fungicidas químicos como el Bankit® Gold (Azoxistrobin + Fludioxonil) en dosis de 1.5 mL/L.

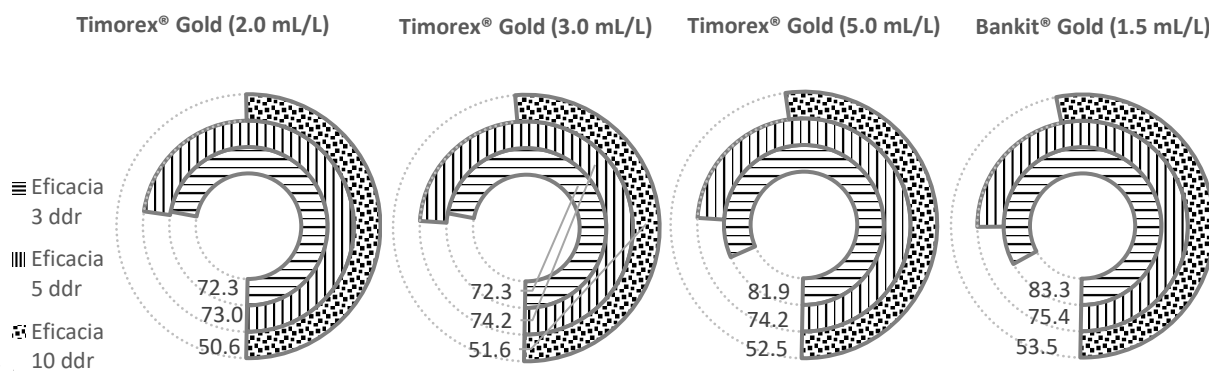


Figura 2. Eficacias obtenidas por *Melaleuca alternifolia* sobre el control de pudrición de corona en banano Enano Gigante. dda: Días después de la aplicación. ddr: Días después de refrigeración.

Mundialmente se han realizado muchos esfuerzos para validar tecnologías alternas al uso de fungicidas químicos para el manejo de pudrición de corona en banano, por ejemplo, Alvindia (2013) evaluó un tratamiento con *Bacillus amyloliquefaciens* cepa DGA14 y aunque las eficacias para disminuir el crecimiento micelial fueron de 66.68 % la inhibición de la germinación de esporas fue de 100 % empleando esta bacteria en tratamiento postcosecha.

Por otra parte, el uso de extractos vegetales ha sido más debatido pues Demerutis Peña (2010) reportó que para obtener un control aceptable de la enfermedad con extracto de semilla de cítricos fue necesario añadir un coadyuvante de base cerosa, mientras que Dorta et al. (2010) reportó 51.3 % de control del avance de esta enfermedad con la utilización de extractos de cítricos. Kong et al. (2019) reportó que el α -terpineol compuesto de *Melaleuca alternifolia* ocasiona una fuga citoplasmática de *Aspergillus ochraceus* en postcosecha de vid.

CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

La aplicación del producto a base de *Melaleuca alternifolia* en dosis de 2.0, 3.0 y 5.0 mL/L logra eficacias de 72.3 – 81.9 % de la pudrición de banano causada por *C. musae* y *F. verticillioides* en condiciones comerciales de traslado y anaquel.

El producto a base de *M. alternifolia* en dosis de 2.0 - 5.0 mL/L demostró ofrecer efectividades de control de pudrición de corona similares a las generadas por un tratamiento químico a base de Bankit® Gold (Azoxistrobin + Fludioxonil) a dosis de 1.5 mL/L.

REFERENCIAS

1. Alvindia, D. G. 2013. Improving control of crown rot disease and quality of pesticide-free banana fruit by combining *Bacillus amyloliquefaciens* DGA14 and hot water treatment. European journal of plant pathology, 136(1): 183-191.
2. Alvindia, D. G., Kobayashi, T., Natsuaki, K. T., & Tanda, S. 2004. Inhibitory influence of inorganic salts on banana postharvest pathogens and preliminary application to control crown rot. Journal of General Plant Pathology, 70: 61-65.
3. Demetrius Peña, C. 2010. Requerimientos de calidad y seguridad en la exportación de frutas y verduras tropicales. Revista Latinoamérica de tecnología Postcosecha, Hermosillo: México 11 (1): 1-7.
4. Dorta, E.; Marrero, A.; Lobo, G.; Hernández, J. 2010. Evaluación de cuatro extractos de plantas, una sal inorgánica y un fungicida para el control de la podredumbre de corona del plátano. Trabajo fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.
5. Kong, Q., Zhang, L., An, P., Qi, J., Yu, X., Lu, J., & Ren, X. 2019. Antifungal mechanisms of α -terpineol and terpene-4-alcohol as the critical components of *Melaleuca alternifolia* oil in the inhibition of rot disease caused by *Aspergillus ochraceus* in postharvest grapes. Journal of applied microbiology, 126(4): 1161-1174.
6. Lassois, L., & de Bellaire, L. D. L. 2014. Crown rot disease of bananas. In Postharvest decay (pp. 103-130). Academic Press.
7. Scribano, F. R., & Garcete, V. 2016. Eficiencia de fungicidas de síntesis y orgánicos sobre la pudrición de corona del fruto de banano *Musa acuminata* Colla en la provincia de Formosa, Argentina. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 42(2): 201-206.