

Situación actual del Moko bacteriano en Musáceas: Recomendaciones de manejo exitoso

Luciano Martínez-Bolaños^{1*}, Miguel Ángel Contreras Martínez de Escobar², Misael Martínez-Bolaños³, Gilberto Manzo Sánchez⁴, Blondy Canto Canche⁵

¹Especialista en Fitosanidad Tropical. Maestría en Protección Vegetal. Centro Regional Sur. Universidad Autónoma Chapingo. Zimatlán, Oaxaca, México; ²Consultor Internacional en Musáceas. Teapa, Tabasco, México; ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, km. 18. Carretera Tapachula - Cacahotán, Tuxtla Chico, Chiapas, México; ⁴Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Autopista Colima-Manzanillo Km 40, Tecolón, Colima; ⁵Unidad de Biotecnología, Unidad de Biología Integrativa, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Calle 43 No. 130 Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México.

*Autor de

Correspondencia:

Luciano Martínez-Bolaños
lucianomtzb@yahoo.com.mx

Contribución:
Tecnológica

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 Diciembre, 2023

Aceptado:
15 Enero, 2024

Publicado:
16 Abril, 2024

Cita:

Martínez-Bolaños L,
Martínez ECMA, Martínez-
Bolaños M, Manzo SG y
Canto CB. 2024. Situación
actual del Moko bacteriano
en Musáceas:

Recomendaciones de
manejo exitoso. Acorbat
Revista de Tecnología y
Ciencia 1(1): 82

<https://doi.org/10.62498/AR>
TC.2482

RESUMEN

El Moko del plátano o marchitez bacteriana de las musáceas afecta de manera significativa al cultivo de plátanos y bananas en el mundo. Para su manejo se requieren medidas profilácticas y de exclusión que permitan reducir el riesgo de su diseminación a zonas libres de este problema fitosanitario. En zonas con presencia de la enfermedad, su manejo es difícil debido a la agresividad del patógeno y su fácil dispersión; para ello se deben de implementar estrategias eficientes y sostenibles para su erradicación o manejo. Una estrategia implica el uso de microorganismos benéficos y de extractos y aceites vegetales como parte de un manejo integrado y sostenible de esta enfermedad.

Palabras clave: *Ralstonia solanacearum* raza 2, control biológico, metabolitos secundarios, Fitosanidad.

ABSTRACT

Banana bacterial wilt significantly affects plantains and bananas worldwide. Prophylactic and exclusion measures are required for its management to reduce the risk of its spread to areas free of this phytosanitary problem. In areas where the disease is present, its management is difficult due to the aggressiveness of the pathogen and its easy dispersion. Efficient and sustainable strategies must be implemented for its eradication or management. One strategy involves the use of beneficial microorganisms and vegetable extracts and oils as part of an integrated and sustainable management of this disease.

Keywords: *Ralstonia solanacearum* race 2, biological control, secondary metabolites., phytosanitary.



Los bananos (*Musa acuminata Colla AAA*) son frutos muy valiosos tanto por valor nutrimental, como por su valor económico y de impacto social en las zonas tropicales del mundo. Los bananos se cultivan en más de 120 países en el mundo, con una superficie de 5,940,159 ha, y una producción de 1,351, 112,326 toneladas, en donde, el 15% de esta fruta se comercializa internacionalmente (FAOSTAT, 2022). El Moko bacteriano de las musáceas comestibles o marchitez vascular, es causada por la betaproteobacteria *Ralstonia solanacearum* filotipo II raza 2 (Fegan & Prior, 2006). Actualmente se encuentra distribuida en algunos países de África como: Etiopía, Libia, Nigeria y Senegal; en Asia está presente en India, Malasia, Filipinas, Tailandia y Vietnam; en América se reporta en Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Granada, Guadalupe, Guatemala, Guayana Francesa, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, San Vicente, Surinam, Trinidad y Tobago, Venezuela (CABI, 2021). El impacto del Moko Bacteriano en plátanos y bananos ha implicado el desarrollo de técnicas moleculares para el diagnóstico y detección efectiva del patógeno (Pardo *et al.*, 2019; Zuperi *et al.*, 2016); así como el estudio de su diversidad genética (Obrador-Sánchez *et al.*, 2017);

Epidemiología. La bacteria penetra a la planta por aberturas naturales o heridas; y coloniza los tejidos vasculares del xilema, lo cual obstruye el flujo de agua y nutrientes a la parte aérea de la planta, causando síntomas de marchitez y amarillamiento de las hojas más jóvenes, y eventualmente, causa la muerte de la planta. La bacteria puede sobrevivir en el suelo de 3 a 18 meses y se disemina muy fácilmente a través de equipos y herramientas de trabajo contaminadas; también se puede diseminar por el uso de material vegetativo o suelo contaminado al establecer nuevas plantaciones. Otro medio eficiente para la dispersión del patógeno son las inundaciones o el riego en las parcelas. Los insectos pueden ser vectores de la bacteria, al viajar de plantas infectadas a plantas sanas (Buddenhagen, 1962).

Estrategias de Manejo del Moko Bacteriano. El manejo del Moko bacteriano se basa en primer momento, en el desarrollo de medidas de **Exclusión** para prevenir la entrada de la bacteria al país, estado, región o plantaciones de banano, mediante el establecimiento de medidas cuarentenarias y prácticas profilácticas o de bioseguridad; en ese sentido, se debe contar con legislaciones y normas que impidan la introducción del patógeno a zonas libres del problema. Por otra parte, las fincas bananeras deben presentar protocolos de bioseguridad, con énfasis en el ingreso y movilidad de las personas en las plantaciones. En los puntos de ingreso debe de haber bitácoras de registro y se debe de exigir de manera estricta, la desinfección del calzado o llantas para el sistema de transporte, con desinfectantes eficientes como sales cuaternarias de

amonio para plantaciones convencionales, y extractos vegetales o esencias de plantas en plantaciones orgánicas y/o certificadas con manejo sostenible. Dentro de las plantaciones de banano, debe establecerse un sistema de desinfección estratégico con tapetes fitosanitarios, en cada parcela o lote de plantación. Además; debe establecerse un sistema que garantice que los trabajadores que utilizan herramientas punzo cortantes, tengan que desinfectarlas antes de cortar o causar una herida a una planta, en especial, cuando se desarrollar las labores culturales de saneo, deshije, desflore y cosecha.

En segundo momento, y una vez que se detecta la enfermedad en una finca bananera, se deben implementar estrategias de **Supresión**, las cuales permitan reducir la densidad y fuentes de inoculo o Unidades formadoras de colonias (UFC). Una de las principales actividades es la eliminación de las plantas enfermas mediante la inyección de un herbicida sistémico. El desarrollo de protocolos de muestreo que permitan determinar la distribución espacial y temporal de la enfermedad, y cuantificar mensualmente, la incidencia y severidad del Moko a nivel de parcela, finca o región productora de estas musáceas. Finalmente, es imprescindible el desarrollo de un programa de manejo integrado con estrategias sostenibles para el control de la enfermedad, dentro de las que sobresalen el uso de microorganismos benéficos (endófitos) que protejan a la planta de infecciones, así como el uso de fitoquímicos (metabolitos secundarios) presentes en las plantas con propiedades antimicrobiales para la bioremediación de sitios contaminados por *R. solanacearum* raza 2, y finalmente, el uso de moléculas químicas inorgánicas eficientes con bajo impacto ambiental, como la aspersión aérea de nanopartículas de cobre y el uso localizado de sales cuaternarias de amonio.

Uso de metabolitos secundarios. Los metabolitos secundarios son mezcla de compuestos aromáticos y volátiles, extraídos de diferentes partes de las plantas, están formados principalmente por terpenoides y sus derivados oxigenados; presentan un amplio espectro de acción contra microorganismos fitopatógenos (Calo *et al.*, 2015). El mecanismo de acción de algunos metabolitos secundarios, como los aceites esenciales (AEs), implica la inducción de cambios en la composición de la pared celular (Ghfir *et al.*, 1997); interrupción de la formación de ATP y disyunción de la membrana plástica y desorganización estructural de la mitocondria (Tariq *et al.*, 2019); así como la interferencia con reacciones enzimáticas de la membrana mitocondrial (Sivakumar y Bautista, 2014). Algunos estudios han mostrado la actividad antimicrobial de extractos o volátiles de plantas como *Allium tuberosum* (Zhang *et al.*, 2013; Li *et al.*,

2020); *Melaleuca alternifolia* (Paramalingam *et al.*, 2023) *Zingiber officinale* (Abdullahi *et al.*, 2020) y *Datura metal* (Akila *et al.*, 2011) para el control de FOC R4T

En estudios realizados por nuestro grupo de investigación en México, el uso de aceite esencial de *Origanum vulgare* a dosis de $500 \mu L^{-1}$; y de *Cinnamomum zeylanicum*, *Syzygium aromaticum*, y *Pimenta dioica* a dosis de $5000 \mu L^{-1}$. Mostraron la inhibición del desarrollo de las colonias de *R. solanacearum* raza 2. Además, en forma paralela, cormos de banano infectados de manera artificial con *R. solanacearum* raza 2, tratados con aceites esenciales de *O. vulgare*, *P. dioica* y *C. zeylanicum*, no desarrollaron síntomas de la enfermedad. Estos resultados nos sugieren el potencial uso de los extractos y aceites esenciales como las herramientas para el manejo del Moko bacteriano.

REFERENCIAS

1. Abdullahi A, Khairulmazmi A, Yasmeen S, Ismail IS, Norhayu A, Sulaiman MR, Ahmed OH and Ismail MR. 2020. Phytochemical profiling and antimicrobial activity of ginger (*Zingiber officinale*) essential oils against important phytopathogens. Arabian Journal of Chemistry 13:8012-8025. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.09.031>
2. Akila R, Rajendran L, Harish S, Saveetha K, Raguchander T and Samiyappan R. 2011. Combined application of botanical formulation and biocontrol agents for the management of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) causing Fusarium wilt in banana. Biological Control 57(3):175-183. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.02.010>
3. Calo JR, Crandall PG, O'Bryan CA and Ricke SC. 2015. Essential oils as antimicrobials in food systems - A review. Food Control 54:111-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.040>
4. FAOSTAT. 2022. Resource document. <http://faostat3.fao.org>. Accessed on January 14, 2024.
5. Ghfir B, Fonvieille, JL and Dargent R. 1997. Influence of essential oil of *Hyssopus officinalis* on the chemical composition of the walls of *Aspergillus fumigatus* (Fresenius). Mycopathologia 138:7-12. <https://doi.org/10.1023/A:1006876018261>
6. Grajales-Amoroso M, Acosta-Minoli C, Muñoz-Pizza D, Manrique-Arias O, Munoz-Loaiza A. 2023. Analysis of Moko disease propagation on plantains (*Musa AAB Simmonds*) through a model based on system dynamics. European Journal of Plant Pathology. <https://doi.org/10.1007/s10658-023-02764-2>
7. Li Z, Wang T, He C, Cheng K, Zeng R and Song Y. 2020. Control of Panama disease of banana by intercropping with Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler): cultivar differences. BMC Plant Biology 20:432. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02640-9>
8. Obrador-Sánchez JA, Tzec-Simá M, Higuera-Ciapara I, Canto-Canche B. 2017. Genetic diversity of *Ralstonia solanacearum* strains from Mexico associated with Moko disease. European Journal of Plant Pathology 149:817-830. DOI 10.1007/s10658-017-1228-3

9. Paramalingam P, Baharum NA, Abdullah JO, Hong JK and Saidi NB. 2023. Antifungal potential of *Melaleuca alternifolia* against fungal pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Tropical Race 4. *Molecules* 28, 4456. <https://doi.org/10.3390/molecules28114456>
10. Pardo JM, López-Alvarez D, Ceballos G, Alvarez E, Cuellar WJ. 2019. Detection of *Ralstonia solanacearum* Phylotype II, race 2 causing Moko disease and validation of genetic resistance observed in the hybrid plantain FHIA-21. *Tropical Plant Pathology* 44:371-379. <https://doi.org/10.1007/s40858-019-00282-3>
11. Ramírez M, Neuman BW, Ramírez CA. 2020. Bacteriophages as promising agents for the biological control of Moko disease (*Ralstonia solanacearum*) of banana. 149:104238. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104238>
12. SIAP. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/
13. Sivakumar D and Bautista BS. 2014. A review on the use of essential oils for post harvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop Protection* 64:27-37. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.012>
14. Tariq S, Wani S, Rasool W, Shafi K, Bhat MA, Prabhakar A, Shalla AH and Rather MA. 2019. A comprehensive review of the bacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant microbial pathogens. *Microbial Pathogenesis* 134:103580. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103580>
15. Villegas-Escobar V, Gonzalez-Jaramillo LM, Ramírez M, Moncada RN, Sierra-Zapata L, Orduz S, Romero-Tabarez M. 2018. Lipopeptidos from *Bacillus* sp. EA-CB0959: Active metabolites responsible for *in vitro* and *in vivo* control of *Ralstonia solanacearum*. *Biological Control* 125:20-25. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.06.005>
16. Zhang H, Mallik A and Zeng RS. 2013. Control of Panama Disease of banana by rotating and intercropping with Chinese Chive (*Allium tuberosum* Rottler): Role of plant volatiles. *Journal of Chemical Ecology* 39:243-252. <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0243-x>
17. Zulperi D, Sijam K, Ahmad ZAM, Awang Y, Ismail SI, Asib N, Hata EM. 2016. Genetic diversity of *Ralstonia solanacearum* phylotype II sequevar 4 strains associated with Moko disease of banana (*Musa* spp.) in Peninsular Malasya. *European Journal of Plant Pathology* 144: 257-270. DOI 10.1007/s10658-015-0764-y