

Susceptibilidad de plátanos de consumo tradicional en Colombia frente al marchitamiento de las musáceas provocado por Foc R4T

Sandra Lorena Carmona¹; Rommel Igor Leon-Pacheco¹; Diana Burbano David¹; Juan Camilo Gomez Correa¹; Mauricio Soto Suarez¹; Magda Rocio Gómez Marroquín¹; Gustavo Adolfo Rodríguez Y; Mónica Betancourt Vásquez^{1*}.

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, Mosquera, Cundinamarca.

***Autor de**

Correspondencia:

Mónica Betancourt Vásquez
mbetancourt@agrosavia.co

Contribución:

Científico

Sección:

Fitosanidad

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Lorena CA, Leon-Pacheco RI, Burbano DD, Gomez CJC, Soto SM, Gómez MMR, Rodríguez YGA y Betancourt VM. 2024. Susceptibilidad de plátanos de consumo tradicional en Colombia frente al marchitamiento de las musáceas provocado por Foc R4T. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 1(1): 56
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2456>

RESUMEN

América Latina y el Caribe son la región más importante del mundo en la producción de banano de exportación, pero también es una región en la que los cultivos de plátano son la base de la canasta alimentaria y de la economía campesina y familiar. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento en condiciones de vivero de materiales tradicionales de plátano de Colombia frente a inoculaciones controladas de *Foc* R4T. Todos los materiales de plátano desarrollaron síntomas de la enfermedad externa e internamente, con porcentajes de severidad de daños del corno entre 27% y 57% lo que indica la susceptibilidad de los materiales, por lo tanto, la necesidad de implementar medidas de exclusión para proteger los cultivos de plátano a nivel nacional y regional.

Palabras clave: Plátanos, bananos, susceptibilidad, *Foc* R4T, resistencia, Fitosanidad.

ABSTRACT

Latin America and the Caribbean are the most important region in the world in export banana production, but it is also a region in which banana crops are the basis of the food basket and of the peasant and family economy. The objective of this work was to evaluate the behavior in nursery conditions of traditional Colombian banana materials against controlled inoculations of *Foc* TR4. All banana materials developed disease symptoms externally and internally, with corm damage severity percentages between 27% and 57%, indicating the susceptibility of the materials and therefore, the need to implement exclusion measures to protect banana crops at the national and regional level.

Keywords: Plantains, bananas, susceptibility, *Foc* R4T, resistance, phytosanity.



INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano se considera el frutal más importante en Colombia, porque su importancia económica, porque se extiende por todas las regiones del país y porque es la base de la soberanía alimentaria de más de 500.000 familias campesinas. Representa un consumo per cápita de 72 kg/año y el 85% se cultiva en minifundios de entre 1 y 5 hectáreas, representando un producto básico para la subsistencia rural (MADR, 2010). En el país se producen más de cuatro millones de toneladas distribuidas en 434 mil hectáreas que para consumo en fresco y agroindustria.

En el mundo se han evaluado una gran cantidad de cultivares de musáceas contra *Foc R4T*, encontrando resultados variables, por ejemplo, Zuo et al, (2018) de entre 129 cultivares de musáceas entre plátanos y bananos, encontró algunos cultivares con potencial resistencia, mientras otros, incluyendo 12 cultivares con genotipos AAB y ABB, resultaron altamente susceptibles. Por otro lado, Mintoff et al, (2021) describen tres cultivares de plátanos de cocción con respuesta altamente resistente al patógeno durante la evaluación de 24 cultivares, y Zhan et al, (2022) evaluó un grupo de 37 cultivares de plátanos y bananos, observando dos cultivares altamente susceptibles, mientras los demás presentaron resistencia moderada.

El plátano no solamente es importante en Colombia, también se considera base de la seguridad de muchos países de América Latina y el Caribe, lo cual hace importante conocer el comportamiento de este tipo de cultivares frente al patógeno. En este trabajo se evaluaron los materiales tradicionales de plátano Colombianos, frente a *Foc R4T*. Considerando que la base genética de los materiales sembrados en ALC es muy estrecha, los resultados de este trabajo se pueden extrapolar al comportamiento de los materiales que se cultivan en otros países de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Susceptibilidad de plántulas de musáceas en cámara de crecimiento. Se evaluaron tres cultivares de plátanos producidos *in vitro*: Hartón (AAB), Dominico hartón (AAB), Hawaiano (AAB), Williams (AAA), Gros Michel (AAA). Las plántulas se inocularon en inmersión de raíz, durante 15 minutos (García-Bastidas, 2019) y se incubaron a 27 °C; humedad relativa (HR) de 60% y fotoperíodo de 12/12 horas luz/oscuridad. El ensayo se estableció en un arreglo completamente al azar con cinco unidades experimentales por tratamiento (n=5).

Treinta días después de la inoculación (ddi) se evaluaron los síntomas externos con la siguiente escala (Dita et al., 2021): 0= Plantas sin síntomas; 1= Amarillamiento, inicio de pérdida de turgencia en hojas bajas; 2= Amarillamiento, pérdida de turgencia y necrosis en todas las hojas bajas con ligera decoloración en las hojas jóvenes; 3= Todas las hojas con intenso amarillamiento, pérdida de turgencia y epinastia; 4= Planta muerta.

Se calculó el porcentaje del área de cormo afectado (ImageJ 1.45). Se analizó la homogeneidad de varianzas (Shapiro Wilk) y se compararon las medias (LSD de Fischer o Kruskal-Wallis con $\alpha=0.05$). Se extrajo el ADN del rizoma, y se amplificó el marcador W2987 (Li et al., 2013) y se realizó una PCR cuantitativa (qPCR) empleando los cebadores específicos para *Foc R4T RT_13.16* (Matthews et al., 2020).

Susceptibilidad de plantas de musáceas en vivero. Se evaluaron 10 cultivares de musáceas: Controles: Williams (AAA), Gros Michel (AAA), y materiales en evaluación: Hartón (AAB), Popocho (ABB) y Pelipita (ABB). Las plantas de seis (6) semanas de endurecimiento se trasplantaron e inocularon en drench en bolsas de 1 kg. Se evaluaron los síntomas internos de necrosis en el cormo (Dita et al., 2021), los cuales se evaluaron al momento de la cosecha. Se calculó el área del cormo necrosado, 75 ddi. El diseño experimental fue completamente al azar, con dos repeticiones por tratamiento y cinco plantas por unidad experimental. Se analizó la varianza con una prueba de media de Tukey o por la vía no paramétrica con una prueba de media de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Susceptibilidad de plántulas de musáceas en condiciones de cámara de crecimiento. Las plantas comenzaron a expresar síntomas 15 ddi, con el amarillamiento de las hojas bajas. En la Figura 1 se puede observar el estado de los síntomas externos, 30 días después de inoculación. En todos los cultivares evaluados, la incidencia alcanzó un 100% en síntomas externos, mientras que la severidad alcanzó un 70% en Williams, 50% en Gros Michel, y 45%, 40% y 30% respectivamente en Hartón, Hawaiano y Dominico hartón (Figura 2A).



Figura 1. Síntomas externos (izquierda) e internos (derecha) de marchitez por Foc R4T en diferentes cultivares susceptibles de musáceas.

En los cortes longitudinales se observó daño severo en el cormo en los cultivares Williams y Gros Michel (Figura 1). Todos los cultivares de plátanos presentaron susceptibilidad a Foc R4T, con necrosis en el rizoma. El cultivar Williams presentó un promedio del área afectada de cormo de 57%, siendo la más susceptible, seguida por Hawaiano con 36% y Gros Michel con 35%, Dominico Hartón con 32% y Hartón con 26% (Figura 2B).

Estudios previos realizados en África, Australia y Asia han reportado que los plátanos presentan bajos niveles de enfermedad en comparación con bananos (Gros Michel y Cavendish), tanto en inoculaciones controladas como en ensayos en campo con inóculo natural (Zuo *et al.*, 2018; Mintoff *et al.*, 2021; Zhan *et al.*, 2022).

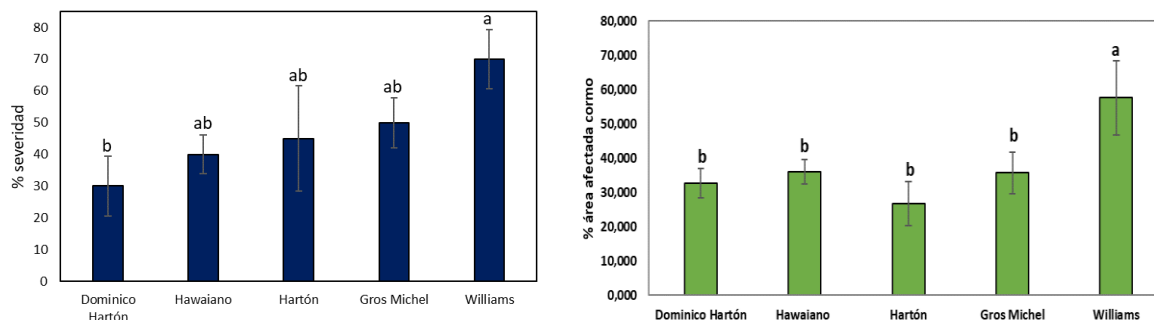


Figura 2. A) Porcentaje de severidad en síntomas externos en plántulas de plátanos inoculados con *Foc* R4T en condiciones controladas; B) Porcentaje de área de corno afectada por *Foc* R4T, 30 ddi en diferentes cultivares susceptibles. Diferencias significativas (LSD Fischer) con 95% de significancia.

Cuantificación de inóculo en plántulas de musáceas inoculadas en condiciones de cámara de crecimiento. Se analizaron 49 muestras de ADN de plantas inoculadas y no inoculadas. Se detectó el patógeno en el 83% de las muestras inoculadas por PCR convencional. Por PCR cuantitativa, en el 100% de las muestras de tejido infectado se detectó y cuantificó el patógeno. La curva estándar presentó una eficiencia de 101,2% y un coeficiente de correlación (R^2) de 0.994. En el tejido de banano infectado, por cada 0.1 μg de ADN total, el ADN de *Foc* R4T varió entre $4,93 \times 10^{-2}$ y $8,21 \times 10^{-1}$ ng. La mayor concentración se encontró Gros Michel con $8,21 \times 10^{-1}$ ng, seguido por Williams con $2,80 \times 10^{-1}$ ng y Hawaiano con $2,47 \times 10^{-1}$ ng (Figura 3). Por otro lado, los cultivares Dominico hartón y Hartón, presentaron las concentraciones más bajas con $8,97 \times 10^{-2}$ y $4,93 \times 10^{-2}$ ng, respectivamente.

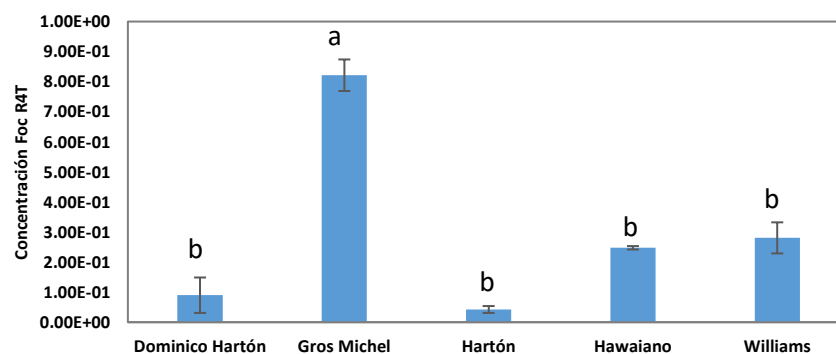


Figura 3. Concentración de ADN de *Foc* R4T (ng por cada 0,1 μg de ADN total) detectada en tejido afectado de plantas de musáceas inoculadas.

Susceptibilidad de plantas de musáceas en condiciones de vivero. Los clones Pelipita y Popocho registraron plantas con síntomas de la enfermedad en un 100 y 87% respectivamente mientras Hartón presentó un 37% de incidencia (Figura 4). Los valores de severidad oscilaron para los tres cultivares entre 34, 31 y 9% respectivamente. Este comportamiento, comparado con el testigo susceptible (Gros Michel) con valores de 100% de incidencia y 43,75% de severidad. Nuestros resultados son similares a los reportados por Chen et al. (2019), en que encontraron comportamiento diferencial entre materiales concluyendo que la resistencia a *Fusarium* es diversa entre los clones, dependiendo de los genomas de cada material (diploide, triploide y tetraploide), así como los diferentes orígenes y especies (*Musa acuminata* ssp. *malaccensis*, *Musa acuminata* ssp. *birmania*, *Musa acuminata* ssp. *banksia*).

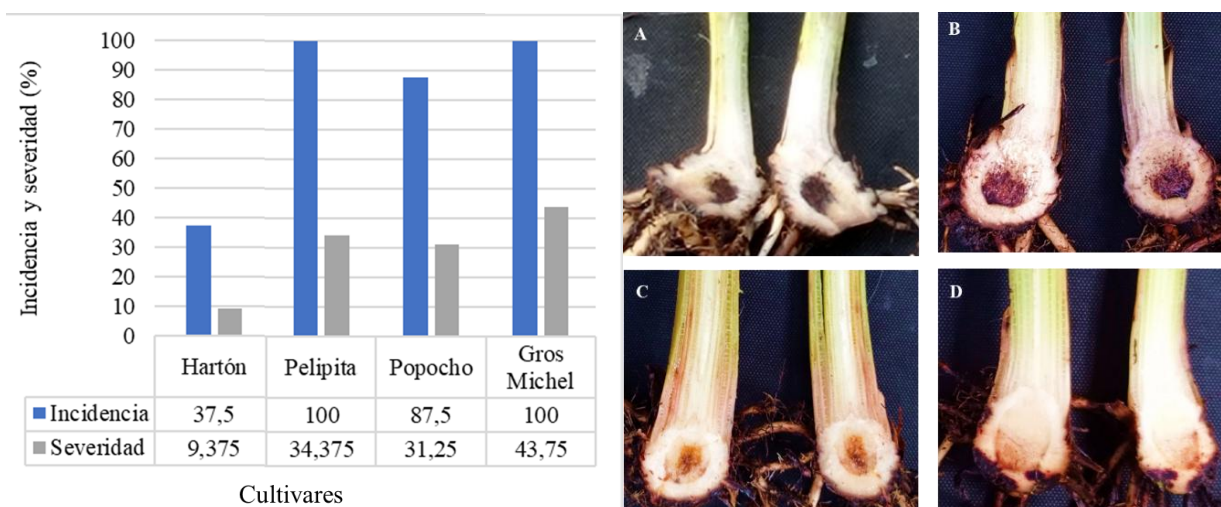


Figura 4. Izquierda: Incidencia y severidad (%) en cuatro clones de musáceas inoculados con *Foc* R4T en condiciones semi-controladas. Derecha: Síntomas de la marchitez de las musáceas en cormos de seis clones de musáceas [A) Gros Michel, B) Pelipita, C) Popocho, D) Hartón,] inoculados con *Foc* R4T en condiciones semi-controladas.

Nuestros resultados coinciden con los reportados previamente en evaluaciones de plátanos frente a *Foc* R4T. Aunque algunos clones de plátano pueden ser tan susceptibles como el cultivar Cavendish (Zhan et al., 2022), en general, los plátanos presentan niveles más bajos de la enfermedad que los bananos Cavendish y Gros Michel (Zhan et al., 2022). Sin embargo, a pesar de que los niveles de la enfermedad en plátanos son más bajos, *Foc* R4T coloniza el rizoma y causa síntomas de la enfermedad, lo que corresponde a una interacción compatible entre la planta y el patógeno (Li et al., 2017).

Con nuestros experimentos podemos afirmar que los plátanos y otros clones de *Musa* tradicionales de Colombia pueden ser infectados por *Foc* R4T, el patógeno coloniza tejidos vasculares y causa síntomas en cormos, aunque los valores de incidencia y severidad son menores en comparación con controles positivos infectados (cultivares Cavendish y Gros Michel).

Con estos resultados, es muy importante mantener todas las medidas necesarias de contención con la finalidad de evitar nuevas incursiones del patógeno en regiones limpias, se recomienda la implementación de estrategias de bioseguridad y manejo sostenible en el tiempo, enfocados a apoyar a los pequeños platanicultores con el objetivo de evitar que la enfermedad afecte la seguridad alimentaria en el país.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo permiten concluir que los plátanos tradicionales colombianos son susceptibles en diferentes grados a *Foc* R4T, y por lo tanto, en todo el país debe mantenerse la estrategia de entre limpio y salga limpio para evitar la dispersión de la enfermedad y la afectación de zonas tradicionales de plátano en Colombia. Agrosavia avanza en ensayos de campo en zonas afectadas de La Guajira para evaluar el comportamiento de los materiales en condiciones de infección natural.

REFERENCIAS

1. Chen, A.; Sun, J.; Matthews, A.; Armas-Egas, L.; Chen, N.; Hamill, S.; Minto, S.; Tran-Nguyen, L.T.T.; Batley, J.; Aitken, E.A.B. 2019. Assessing variations in host resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 in *Musa* species, with a focus on the subtropical race 4. *Front. Microbiol.* 10, 1062.
2. Dita, M., Teixeira, L., Li, C., Zheng, S., O'Neill, W., Daniels, J., Pérez-Vicente, L., Carreel, F., Roussel, V., Carlier, J., Abadie, C., Carpentier, S., Iyyakutty, R., Kissel, E., van Wesemael, J., Chase, R., Tomekpe, K., Roux, N. 2021. Practical guidelines for early screening and field evaluation of banana against *Fusarium* wilt, *Pseudocercospora* leaf spots and drought. *Biodiversity International*. Montpellier, France. 83 p.
3. Li, C. Y., Deng, G. M., Yang, J., Viljoen, A., Jin, Y., Kuang, R. B., ... & Yi, G. J. 2012. Transcriptome profiling of resistant and susceptible Cavendish banana roots following inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4. *BMC genomics*, 13(1), 1-11
4. Li, C. Y., Mostert, G., Zuo, C. W., Beukes, I., Yang, Q. S., Sheng, O., Kuang, R. B., Wei, Y. R., Hu, C. H., Rose, L., Karangwa, P., Yang, J., Deng, G. M., Liu, S. W., Gao, J., Viljoen, A., & Yi, G. J. (2013).

- Diversity and Distribution of the Banana Wilt Pathogen *Fusarium oxysporum* F. Sp. *cubense* in China. *Fungal Genomics & Biology*, 03(02). <https://doi.org/10.4172/2165-8056.1000111>
5. Li, C. Q., Yang, J. H., Li, W. B., Sun, J. B., and Peng, M. 2017. Direct root penetration and rhizome vascular colonization by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* are the key steps in the successful infection of Brazil Cavendish. *Plant Dis.* 101:2073–2078. doi: 10.1094/Pdis-04-17-0467-Re.
 6. Matthews, M. C., Mostert, D., Ndayihanzamaso, P., Rose, L. J., & Viljoen, A. (2020). Quantitative detection of economically important *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* strains in Africa in plants, soil and water. *PloS one*, 15(7), e0236110.
 7. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2010. Acuerdo de Competitividad Cadena Productiva de Plátano 2010-2020. Consejo Nacional de la Cadena de Plátano –CNCP-. Armenia.
 8. Mintoff, S.J.L.; Nguyen, T.V.; Kelly, C.; Cullen, S.; Hearnden, M.; Williams, R.; Daniells, J.W.; Tran-Nguyen, L.T.T. Banana Cultivar Field Screening for Resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Tropical Race 4 in the Northern Territory. *J. Fungi* **2021**, 7, 627. <https://doi.org/10.3390/jof7080627>
 9. Zuo, C., Deng, G., Li, B. *et al.* Germplasm screening of *Musa* spp. for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 (Foc TR4). *Eur J Plant Pathol* **151**, 723–734 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1406-3>
 10. Zhan, N.; Kuang, M.; He, W.; Deng, G.; Liu, S.; Li, C.; Roux, N.; Dita, M.; Yi, G.; Sheng, O. Evaluation of Resistance of Banana Genotypes with AAB Genome to Fusarium Wilt Tropical Race 4 in China. *J. Fungi* **2022**, 8, 1274. <https://doi.org/10.3390/jof8121274>