



Conozcamos al hongo que causa la marchitez en las musáceas

Producto informativo, elaborado en el marco del proyecto TCP/VEN/3903 “Asistencia técnica de emergencia para el manejo, coordinación y contención de la Marchitez por *Fusarium* del Banano en la República Bolivariana de Venezuela”.

Gracias a la valiosa colaboración de las siguientes instituciones:

- Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía (UCV-FAGRO)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)
- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI)

Fue Elaborado por: Yamila Rodríguez (INSAI) y Gustavo Rodríguez Yzquierdo (AGROSAVIA).

Contó con la revisión y aporte técnico de Joan Montilla (INSAI), Yonis Hernández (FAGRO-UCV), Claudia Jiménez (INIA), Elba Vallejo (INIA), Rafael Mejías (FAGRO-UCV), Edgloris Marys (IVIC), Raixa Llauger (FAO), Jaime Cárdenas (FAO) y Yamila Martínez (FAO).

Diseño y Diagramación: Héctor Astudillo (UCV-FAGRO).

Maracay, mayo de 2025.

CONTENIDO

	Pág.
Importancia de la producción de banano y plátano	04
Conozcamos al hongo que casusa la marchitez en las musáceas	05
Diseminación del hongo <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T).....	06
Ciclo de desarrollo de la enfermedad marchitez en las musáceas causada por Foc R4T	07
Síntomas de marchitez	08
Síntomas externos	08
Síntomas internos	11
Síntomas de marchitez en banano y plátano	16
Factores abióticos. Deficiencias nutricionales que pueden confundirse con la marchitez en las musáceas	17
Referencias bibliográficas	24

Importancia de la producción de **banano y plátano**

EN EL MUNDO



1. El banano es la fruta más consumida en el mundo (Muñoz *et al.*, 2024; Magdama *et al.*, 2020)
2. Forman parte de la dieta de más de 500 millones de personas (Muñoz *et al.*, 2024; Magdama *et al.*, 2020)
3. América Latina fue responsable del 60 % de los 21 millones de toneladas de banano exportadas en 2022, destacándose Ecuador, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Panamá, México y República Dominicana (Magdama *et al.*, 2020).
4. Ambos se cultivan ampliamente en más de 135 países (Muñoz *et al.*, 2024; Magdama *et al.*, 2020)

NACIONAL



1. Las condiciones de clima y suelo son favorables para la producción del banano y plátano a nivel nacional (Martínez-Solórzano *et al.*, 2021; Martínez-Solórzano *et al.*, 2020).
2. Representan una fuente importante de calorías con alto valor nutricional, contribuyendo a una ingesta elevada de carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales (Magdama *et al.*, 2020).
3. La producción se sustenta en pequeños y grandes productores dedicados al consumo nacional y la exportación (Martínez-Solórzano *et al.*, 2021; Martínez-Solórzano *et al.*, 2020).
4. La producción nacional se basa en los clones de Banano o Cambur (*Musa* AAA) subgrupo Cavendish ('Pineo Gigante', 'Williams', 'Valery', 'Brasilero', entre otros) y Cambur 'Manzano'; Plátano 'Hartón Gigante' (*Musa* AAB) y Topocho (*Musa* ABB) (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020).
5. En el 2022, se registró una producción de 95 168 hectáreas cosechadas de musáceas (37 250 Banano y 57 918 plátano), con un rendimiento de 14 189,2 Kg.ha⁻¹ en banano y 11 487,2 Kg.ha⁻¹ plátano (FAO 2022).

Conozcamos al hongo que causa la marchitez en las musáceas

Agente causal *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

- 
- **Es la enfermedad más letal y peligrosa de las musáceas**, ya que no hay un control químico efectivo para su proliferación y las estructuras reproductivas pueden permanecer en el suelo por largos períodos de tiempo (Rodríguez *et al.*, 2023)
 - **El hongo vive en el suelo y en restos de plantas infectadas.**
 - Se reproduce a través de **macroconidios, microconidios y clamidosporas.**
 - **Foc R4T afecta a todos** los clones comerciales de musáceas incluidos los del subgrupo Cavendish.
 - Considerada entre las diez **enfermedades vegetales más importantes en la historia de la agricultura.**

Foc R4T

Enfermedad del cambur y el plátano, causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical, que ocasiona marchitamiento.

DISEMINACIÓN DEL HONGO **Foc R4T** a través de:



Suelo, agua, residuos de cosecha,
material de propagación (cormos,
colinos, hijuelos y plántulas)



Calzados de personas, movimiento
de vehículos, maquinarias, equipos y
herramientas que contengan suelo



Plantas madre a los hijos
(hijo asintomático: infección latente)



Animales que ingresen a la
unidad de producción (UP)



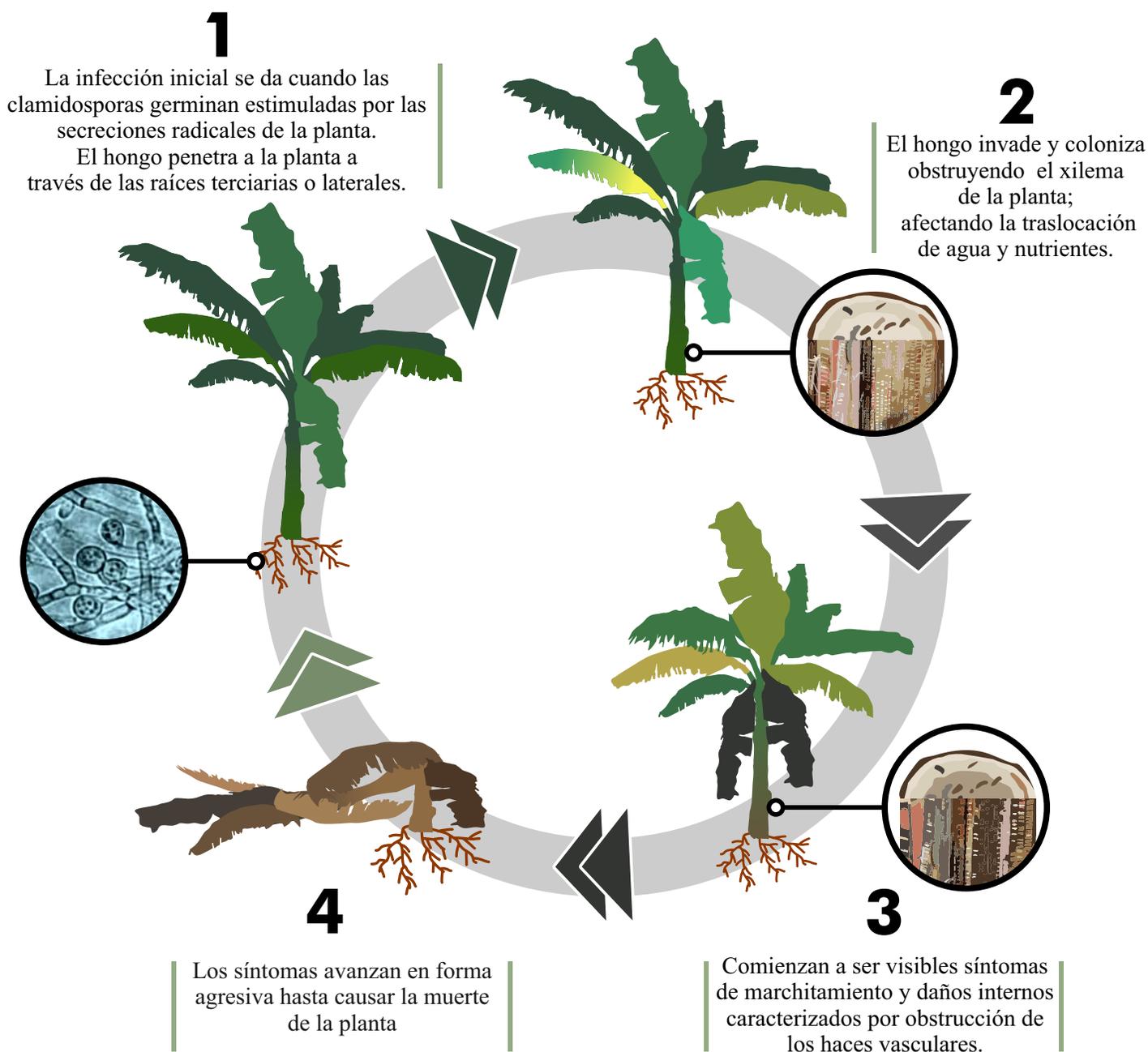
Potencialmente por insectos (picudos)



Distancias cortas por el
contacto entre raíces

(Fuente: Betancourt - Vásquez *et al.*, 2022)

Ciclo de desarrollo de la enfermedad marchitez por *Fusarium* en musáceas, causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)



Nota: Las clamidosporas se forman en las plantas muertas, cuando estas colapsan, caen al suelo donde pueden permanecer en dormancia durante varios años. El ciclo inicia nuevamente cuando se produce la germinación de las esporas en nuevas plantas hospederas.

(Fuente: Bermúdez-Carabaloso 2014; Dita *et al.*, 2018; Flores Guillén 2019)



Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

● Síntomas externos

Los síntomas iniciales consisten en un amarillamiento a lo largo del margen foliar, el cual se va extendiendo hacia la nervadura central de la hoja, hasta que esta queda completamente seca y de color café. Este amarillamiento comienza en las hojas más viejas extendiéndose gradualmente hacia las hojas más jóvenes.



©INSAI/Arturo Viteri



©INSAI/Arturo Viteri

Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)



Amarillamiento en las hojas más viejas.

Las hojas presentan amarillamiento desde los bordes hacia la nervadura central y desde las hojas más viejas a las más jóvenes



©INSAI/Yamila Rodríguez

Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Las hojas afectadas se doblan por el peciolo, quedando colgadas sobre el pseudotallo, ocasionando el síntoma conocido como falda.



©INSAI/Yamila Rodríguez

Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cupense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

● Síntomas internos



Foc R4T ocasiona necrosis en los haces vasculares del pseudotallo (que inicialmente adquieren un color de rojizo a violeta), el cual avanza hasta coloraciones completamente oscuras producto de la necrosis progresiva.



Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Los haces vasculares al interior del pseudotallo presentan coloraciones amarillas, marrones o rojizas



Corte longitudinal del pseudotallo con haces vasculares necrosados obstruidos

Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Corte trasversal y longitudinal del peciolo presentando coloraciones marrones, púrpura o rojizas.



©INSAI/Arturo Viteri



©INSAI/Arturo Viteri

Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Cormo afectado por *Fusarium*.



Cormo afectado por hongo y bacterias

Cuando hay bacterias, el daño en el cormo presenta aspecto acuoso o húmedo.



Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cupense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)



©INSAI/Yamila Rodríguez

Corte longitudinal del pseudotallo afectado por hongo y bacterias.

Cormo afectado por bacterias.



©INSAI/Yamila Rodríguez

Síntomas de marchitez

por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cabense* Raza 4 Tropical (*Foc R4T*)

en banano y plátano

Foc R4T BANANO



Foc R4T PLÁTANO



FACTORES ABIÓTICOS:

Deficiencias nutricionales que pueden confundirse con la marchitez en las musáceas



Importancia de los nutrientes en las plantas de musáceas (Rodríguez *et al.*, 2018)

- Nitrógeno: desarrollo de hojas, crecimiento del cultivo, formación de compuestos tales como ADN, proteínas, aminoácidos.
- Fósforo: desarrollo de raíces, producción de energía (ATP), ciclo de ácidos grasos
- Potasio: reacciones enzimáticas, ciclo de azúcares, producción de almidón, transpiración del cultivo, floración y llenado del racimo, calidad de la fruta
- Calcio: forma parte de la pared celular, rigidez de tejidos, resistencia a enfermedades, calidad de fruta
- Magnesio: proceso de fotosíntesis, forma parte de la molécula de clorofila, desarrollo del cultivo, llenado del racimo.
- Azufre: reacciones enzimáticas, formación de aminoácidos, defensa de la planta.
- Boro: formación de tejidos nuevos, crecimiento de meristemos, reacciones enzimáticas.
- Hierro: proceso de fotosíntesis y energía de la planta, reacciones de enzimas.
- Zinc: reacciones enzimáticas, interacción con otros nutrimentos.

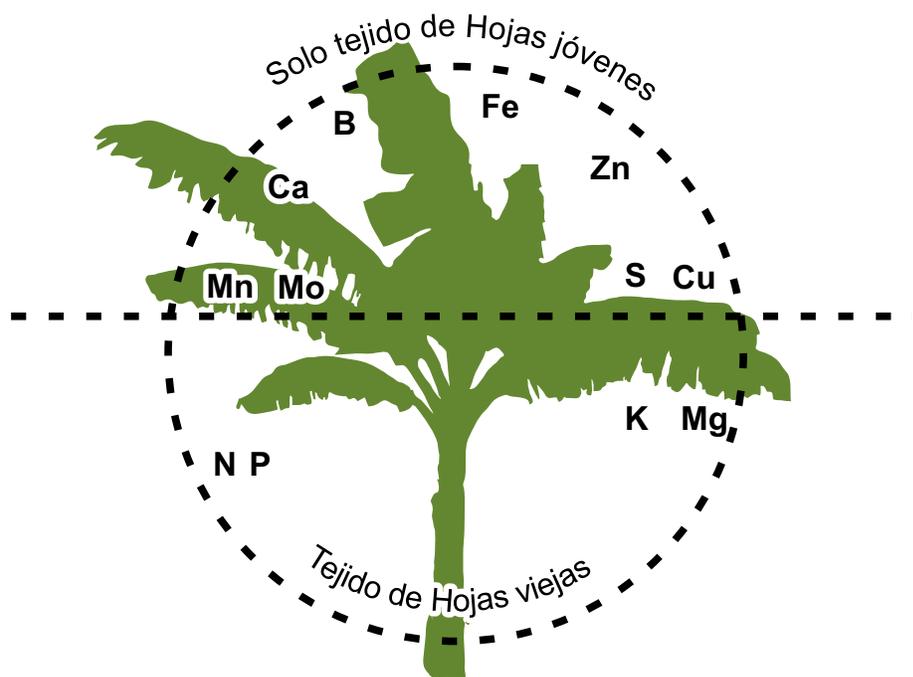
Movilidad de los nutrientes y su reconocimiento de deficiencias en la planta

Nutrientes móviles (en la planta): Los síntomas se muestran en las hojas más viejas o bajas (ya que la planta transloca los nutrientes hacia las zonas de nuevo crecimiento). Ejemplo: boro, hierro, zinc, calcio, azufre.

Nutrientes inmóviles: Los síntomas se muestran en las hojas más nuevas o superiores (ya que la planta no puede traslocar rápidamente dichos nutrientes). Ejemplo: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio.

Deficiencias nutricionales:

ubicación de los síntomas en las hojas de banano



Síntomas de deficiencias nutricionales en musáceas



Deficiencia de nitrógeno: se caracteriza por una clorosis generalizada (amarillamiento) de las hojas bajas o viejas, también por la pérdida de filotaxia de las hojas (arrepollamiento), plantas con menor vigor y desarrollo vegetativo.



Clorosis en hojas bajas, causada por deficiencia de nitrógeno.





Deficiencia de fósforo: clorosis marginal y necrosis del borde de las hojas viejas que avanza desde ápices y los bordes hacia la nervadura central.



Síntoma de clorosis y necrosis o quemado de la hoja en la parte marginal o en los bordes. Izquierda síntoma inicial. Derecha síntoma avanzado.



Deficiencia de potasio: clorosis en hojas bajas de color amarillo intenso o anaranjado, con necrosis en borde y en la punta de la hoja, la cual tiende a curvarse hacia abajo.





Deficiencia de magnesio: clorosis leve en los márgenes de las hojas intermedias que avanza hacia la nervadura central.



Clorosis de los bordes hacia nervadura central en deficiencia de magnesio.



Síntoma de deficiencia de magnesio manifestada por clorosis marginal en planta joven (izquierda) y planta adulta (derecha).



Deficiencia de calcio: distorsión foliar en los semilimbos de las hojas, donde las nervaduras secundarias se tornan prominentes y la hoja toma una forma “acartonada”. Adicionalmente, se presenta un entorchamiento del borde de las hojas hacia adentro.



©INSAI/Yamila Rodríguez

Síntomas de distorsión foliar en deficiencia de calcio.



©AGROSAVIA/Gustavo Rodríguez

Vista de las nervaduras secundarias y apariencia acartonada de las hojas.



Síntomas de distorsión foliar y entorchamiento de hojas en deficiencia de calcio.



Deficiencia de azufre: clorosis leve y generalizada en hojas nuevas o recién expandidas





Deficiencia de boro: distorsión de la hoja bandera o cigarro, que tiende a entorcharse o limitar su apertura, generalmente con una curvatura llamada comúnmente cola de marrano o cuello de cisne. También se caracteriza en síntomas tempranos por presencia de franjas amarillas paralelas a la nervadura central. Se presenta en hojas nuevas.



Vista de plantación con deficiencia de boro y hojas banderas con síntomas de cuello de cisne.



Deficiencia de boro manifestada por rayas cloróticas o amarillas paralelas a la nervadura central en hojas nuevas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bermúdez-Carballoso, I. 2014. Herramientas biotecnológicas para el combate de la raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense en *Musa* spp. *Tecnología Vegetal* Vol. 14, No. 4: 195 - 202, octubre - diciembre, 2014 ISSN 2074-8647, RNPS: 2154 (Versión electrónica) Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES. Disponible en <https://biblat.unam.mx/hevila/Biotecnologiavegetal/2014/vol14/no4/1.pdf>.
- Betancourt-Vásquez, M., Carmona-Gutiérrez, S.L., Rodríguez-Yzquierdo, G.A., Izquierdo-García, L.F., Soto-Suárez, A., Gómez-Correa, J.C., Zapata-Henao, S., González-Ulloa, A., Zuluaga-Cruz, A.P., Palacino-Córdoba, J.H., Catalina-Quintero, J., Castillo-Urquiza, G.P y Dita-Rodríguez, M.A. 2022. Uso y control de calidad de desinfectantes en esquemas de bioseguridad, para la prevención y contención de la marchitez por *Fusarium* Raza 4 Tropical. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Disponible en <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/311/292/1813-1>
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti-G, E.S y Staver, C.P. 2018. *Fusarium* wilt of banana: Current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. *Frontiers in Plant Science*, 871, 1-21. Disponible en <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01468/full>
- FAO. 2022. *Cultivos y productos de ganadería*. Roma. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Flores-Guillén, R.S. 2019. Control biológico de la marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense) raza 1, utilizado té de compost, *Trichoderma* sp. y *Bacillus subtilis*, en plantas de banana del cultivar 'Gros Michel' (*Musa* AAA) bajo condiciones de invernadero en Guápiles, Limón, Costa Rica. Universidad de Costa Rica Facultad de Ciencias Agroalimentarias, escuela de Agronomía. Disponible en <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/382214cc-daf7-47b0-a82a-368827afc982>
- Magdama, F., Monserrate-Maggi, L., Serrano, L., García-Onofre, J y Jiménez-Gasco M.M. 2020. Diversidad Genética de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense, el patógeno del marchitamiento por *Fusarium* del banano, en Ecuador. *Plantas (Basilea)*. 2020; 9(9):1133. Publicado el 1 de septiembre de 2020. doi: 10.3390/plants9091133. Disponible en <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7570379/>
- Martínez-Solórzano, G.E., Rey-Brina, J.C., Rodríguez, D., Jiménez, C., Rodríguez, Y., Rumbos, R., Pargas-Pichardo, R.E; Manzanilla, E y Martínez, E. 2000a. Análisis de la situación fitopatológica actual de las musáceas comestibles en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 70: e4323273, 2020. Disponible en: https://www.academia.edu/116805689/An%C3%A1lisis_de_la_situaci%C3%B3n_fitopatol%C3%B3gica_actual_de_las_mus%C3%A1ceas_comestibles_en_Venezuela
- Martínez-Solórzano, G.E., Rey-Brina, J.C., Pargas-Pichardo, R.E y Manzanilla, E.E. 2020b. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano. *Agronomía Mesoamericana*. Universidad de Costa Rica. Revisión bibliográfica Volumen 31(1):259-276. Enero-abril, 2020. Consultado: 03. May, 2022. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/37925/41384>
- Munhoz, T., Vargas, J., Teixeira, L., Staver, C y Dita, M. *Fusarium* Tropical Race 4 in Latin America and the Caribbean: status and global research advances towards disease management. *Front Plant Sci*. 2024 Jul 16;15:1397617. doi: 10.3389/fpls.2024.1397617. PMID: 39081528; PMCID: PMC11286425. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11286425/>
- Rodríguez-Yzquierdo, G; Becerra, J; Betancourt, M; Alzate, S; Miranda, T; Pisco, C; Sandoval, H. 2018. Modelo productivo de plátano para los Llanos Orientales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. 216 p. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7402674>
- Rodríguez-Yzquierdo, G; Olivares; B; González-Ulloa, A; León-Pacheco, R; Gómez-Correa, J.C; Yacomelo-Hernández, M; Carrascal-Pérez, F; Florez-Cordero, E; Soto-Suárez, M; Dita, M; & Betancourt-Vásquez, M. 2023. Soil predisposing factors to *Fusarium oxysporum* f.sp cubense Tropical Race 4 on banana crops of La Guajira, Colombia. *Agronomy*. 9, 957. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070757>