

## ARTÍCULO DE OPINIÓN

## FUSARIUM OXYSPORUM - EL HONGO MÁS TEMIDO EN LA INDUSTRIA DEL BANANO

En los últimos días, seguido de la noticia sobre la incursión del hongo “Fusarium raza 4 tropical” al continente americano y el riesgo que representa para el sector bananero del país, el nombre *Fusarium* se ha vuelto popular y han surgido varias interrogantes como ¿Cuánto conocemos de este hongo? ¿Cómo afecta al banano? ¿Por qué es tan temido? ¿Qué lo hace letal? ¿Existe alguna solución a este mal?. *Fusarium* es uno de los géneros de hongos patogénicos de mayor impacto en la agricultura. Las especies que conforman a este género, no solo afectan cultivos, sino que también producen micotoxinas, específicamente tricotecenas y fumonisinas, con impacto directo tanto en la producción animal como en la salud humana. De hecho, ciertas especies incluso han sido reportadas afectando a pacientes inmunocomprometidos. *Fusarium oxysporum*, agente causal de muchas enfermedades vasculares y de pudrición de tallos en las plantas, es una de las 10 especies de mayor importancia científica y económica en el campo de la Fitopatología. [1] Como patógeno, *F. oxysporum* es responsable de una de las mayores enfermedades en la historia de la agricultura por las pérdidas económicas y el grado de destrucción que ocasiona. No es otro que el conocido Mal de Panamá o Fusariosis del banano.

### Los inicios

La “pesadilla” del banano inició en Australia, cuando fueron observados, por los años de 1876, síntomas de marchitez asociados con la muerte de las plantas. Aún en aquel entonces se desconocía la capacidad destructiva de dicho mal y nada se sabía acerca del organismo que la causaba. Fue en 1910 cuando se aisló por primera vez el hongo a partir de tejido sintomático procedente de Cuba por E.F. Smith. El investigador en mención fue quien reconoció el hongo dentro del género *Fusarium* y lo llamó *Fusarium cubense*. [2] Trabajos posteriores y micólogos de aquel tiempo reclasificaron al hongo con el nombre de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc). El uso

de “*forma specialis*” (forma especial), fue el término usado para diferenciar aislados morfológicamente similares que atacan a hospederos diferentes. En este caso en particular, “f.sp.” *cubense*, se refiere a cepas de *F. oxysporum* que causan enfermedad exclusivamente en banano.

### Diversidad del hongo y su impacto en el mundo

La incursión de la Fusariosis del banano en Ecuador, fue observada por primera vez, según datos históricos, en la provincia de Guayas en el año 1936. [3] A partir de dicha introducción, se prevé que la enfermedad fue diseminada mediante suelo o material infectado a otros lugares del país. Según estudios realizados por ESPOL, las poblaciones de Foc en Ecuador serían de un único linaje clonal, asociados al Grupo de Compatibilidad Vegetativa (GCV) 0120 y caracterizado como raza 1. [4] A nivel mundial existen 24 GCV de Foc, siendo el GCV01213 el que se encuentra asociado a la raza 4 tropical.

Los síntomas más prominentes de la enfermedad son el amarillamiento y marchitez de las hojas y la coloración marrón rojiza de los conductos vasculares (xilema) del pseudotallo (Fig.1). La marchitez se produce por la obstrucción de los haces vasculares de la planta en respuesta a la infección y avance del patógeno, lo cual limita la translocación de agua y el proceso de fotosíntesis. [5]

Fue la raza 1 de este patógeno lo que causó el declive del cultivar ‘Gros Michel’, más conocido como guineo de seda, con la destrucción de más de 40.000 hectáreas de banano en países de centro América (Panamá, Honduras y Costa Rica) y fue responsable también de la casi desaparición del cultivar manzano (subgrupo Silk, AAB) en Cuba. [6] Se asocia el nombre de Mal de Panamá con Foc, debido a que el país de dicho nombre fue uno de los primeros donde se evidenciaron grandes epidemias causadas por el hongo. La presión de la enfermedad hizo que se reemplazara el cultivar susceptible

con uno resistente disponible en aquel entonces conocido como 'Cavendish' el cual pudo resistir el ataque del hongo y afortunadamente, tuvo una aceptación formidable en el mercado internacional. No duró mucho para que dicha resistencia a la fusariosis fuese quebrantada en los años 1990 cuando se reportaron plantaciones de 'Cavendish' con síntomas de Fusariosis en Sumatra y Malasia peninsular (Sureste Asiático). Este nuevo genotipo, coloquialmente conocido como raza 4 tropical, muy probablemente producto de la selección humana a través de prácticas agrícolas, amenaza ahora la producción mundial de bananos y plátanos.



**Fig. 1:** Corte transversal de una planta de banano Gros Michael afectada por Foc raza 1 en Ecuador mostrando síntomas internos asociados a Fusariosis.

En la actualidad se conocen 3 razas del patógeno identificadas en base a su capacidad de causar enfermedad en cultivares específicos de banano. La raza 1 afecta variedades de banano como 'Gros Michel' (AAA), 'Manzano' (AAB), 'Pisang Awak'. La raza 2 afecta bananos de cocción, especialmente aquellos del subgrupo 'Bluggoe' (ABB). La raza 4 afecta todas aquellas variedades susceptibles a la raza 1 y la raza 2, sobre todo cultivares del subgrupo 'Cavendish'. La raza 4 se subdivide en Subtropical (STR4) y Tropical (R4T). La raza STR4, causa enfermedad en zonas subtropicales bajo condiciones de estrés o factores de predisposición como sequía y temperaturas bajas, mientras que la raza 4 tropical causa enfermedad en zonas tropicales sin necesidad de estrés alguno (Fig. 2) y tiene una composición genética diferente. [7-9] Se estima que alrededor del 80% de todas las variedades de banano del mundo, aunque cada vez se habla de un porcentaje menor, son susceptibles a esta raza. Es importante mencionar que el término de raza, a pesar que ha sido muy útil para diferenciar el tipo de cepa que ataca a banano, este no refleja los diferentes grados de interacción entre la planta y el patógeno debido a la diversidad genética presente en cepas de Foc, la versatilidad del hongo en adquirir cromosomas móviles, y la poca

diversidad de bananos usados para la designación de las llamadas razas patogénicas. Por ello la mejor forma de caracterizar fenotipos patogénicos debe ser en base a la designación de cepas y no de razas, cuya propuesta puede incluso funcionar de mejor manera para fines de bioseguridad y el estudio de riesgo biológico. [10] Hasta la fecha, y a pesar de las medidas de prevención y contención, FocR4T se ha dispersado a los países de Taiwan, Indonesia, Malasia, China, Australia, Filipinas, Omán, Jordania, Mozambique, India, Pakistán, Líbano, Israel, Vietnam y Myanmar con aproximadamente 100.000 hectáreas de banano 'Cavendish' afectadas. [11-14] La incursión de FocR4T en el vecino país de Colombia, representa el primer reporte del hongo en el continente americano.



**Fig. 2:** Plantas de banano 'Cavendish' afectadas por FocR4T en Mozambique presentando síntomas externos asociados a Fusariosis. Foto cortesía por Prof. Altus Viljoen.

### El sistema banano - *Fusarium*, un problema complejo

A diferencia de otros patógenos que necesitan el tejido de las plantas para sobrevivir y que pueden ser controlados con fungicidas, *F. oxysporum* es un organismo que a pesar de que eliminemos a su hospedero (planta) y gracias a su capacidad saprófita, puede sobrevivir de materia orgánica o tejido en descomposición en el suelo. Su habilidad de producir estructuras de resistencia llamadas clamidosporas, las cuales permiten al hongo sobrevivir en el suelo por largos períodos, lo convierten en un patógeno difícil de combatir. Foc, como un endófito por excelencia, puede también colonizar las raíces de otras especies, entre ellas malezas, las cuales pueden contribuir a la sobrevivencia y persistencia del hongo en el suelo. El monocultivo del banano, por otro lado, representa otra gran desventaja para el control del patógeno, ya que dentro de este sistema todas las plantas de banano son clones (genéticamente similares) y en teoría, susceptibles en la misma proporción. Otro de

las mayores limitantes con esta enfermedad es que personal que labora en las fincas bananeras, por lo general, desconocen en su mayoría sus síntomas y al realizar las labores diarias de trabajo pueden contribuir a la dispersión del patógeno. Casos específicos que ilustran al factor antropogénico como vector de dispersión son las incursiones de FocR4T a África y el Medio Oriente desde el Sureste asiático por la introducción de material infectado, botas o herramientas contaminadas. [14] Por esta razón, es importante enfatizar el rol que juegan las campañas de concientización y capacitación, así como el control estricto sobre el material vegetal de propagación y de siembra que ingrese al país, con fines de prevención. Inundaciones y escorrentías pueden también transportar esporas del hongo a zonas más extensas.

Como ha sucedido durante muchos años, los brotes reportados de fusariosis suceden generalmente cuando grandes extensiones ya han sido afectadas, lo cual dificulta aún más las actividades de contención de la enfermedad. Debido a esto y considerando la presencia de FocR4T en Colombia, se recomienda fortalecer nuestros esfuerzos de monitoreo en zonas de mayor riesgo para la detección temprana de un posible brote ya que en nuestro país no contamos con material resistente o tolerante, ni tampoco control químico alguno. La posibilidad de erradicar el hongo una vez establecido en el suelo es prácticamente imposible.

### Consideraciones Generales

Considerando los aspectos epidemiológicos de Foc y la naturaleza perenne de producción de banano, es obvio que su manejo no es tan sencillo. Si bien es cierto que el uso o desarrollo de variedades resistentes es la principal opción, la resistencia parcial en conjunto con otras opciones, incluyendo el manejo del suelo para mantener los niveles bajos del inóculo, una apropiada fertilización inorgánica, el uso de agentes de biocontrol, ciclos de producción dirigidos, uso de material de siembra certificado libre de patógenos, el biofortalecimiento de plantas, cultivos de cobertura, entre otras prácticas culturales, son alternativas que pueden tener un impacto en la intensidad de la enfermedad y formar parte de un manejo integrado. [14] A pesar de que la evidencia en campo es muy limitada, el desafío radica en conocer cuál de estas medidas, o la combinación

de algunas de ellas, es la más efectiva en nuestras condiciones para un patógeno que sobrevive en el suelo por largos períodos. En Ecuador, dado el riesgo actual de incursión, la bioseguridad como medida de exclusión es nuestra mejor arma frente al patógeno y debe ser fortalecida en todos sus componentes a nivel nacional, pero, sobre todo, adoptada de manera integral según nuestras condiciones a nivel de fincas. Se recomienda seguir un modelo de respuesta, dividido en fases estratégicas, según la curva de invasión del patógeno (Fig. 3).

Con la incursión de FocR4T al continente americano los países productores deben poner en marcha sus programas de contingencia. En el caso de Ecuador, además de los esfuerzos actuales, se debe tener presente que para luchar contra un patógeno de tal magnitud la sostenibilidad es un factor clave que se debe considerar para cualquier proyecto de mitigación o investigación, lo cual marcará la diferencia.

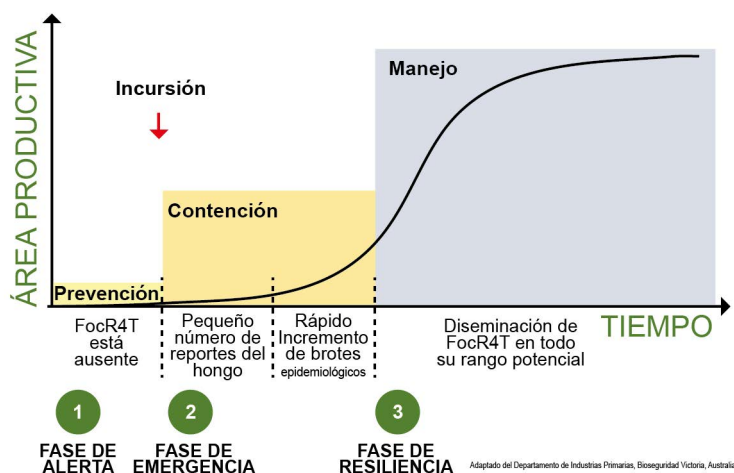


Fig. 3: Curva de invasión y fases de respuesta frente a Foc R4T

### REFERENCIAS

- [1] B. Summerell (2019) "Resolving Fusarium: Current status of the genus", *Annu. Rev. Phytopathol.*, 57:15.1–15.17.
- [2] R. Ploetz (2005) "Panama disease, an old nemesis rears its ugly head: Part 1, the beginnings of the banana export trades", *Online, Plant Health Progress*, doi: 10.1094/PHP-2005-1221-01-RV.
- [3] J.J. Parsons (1957) "Bananas in Ecuador: A new chapter in the history of tropical agriculture", *Econ.*

Geogr., 33:201.

[4] F. Magdama, M.M Jimenez-Gasco (2015) "Populations of *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense causing Panama disease of banana in Ecuador: Learning from the past for future perspectives", *Phytopathology*, 105: S4.162.

[5] R. Ploetz (2000) "Panama disease: A classic and destructive disease of banana", Online, *Plant Health Progress*, doi: 10.1094/PHP-2000-1204-01-HM.

[6] L. Perez (2004) "Fusarium Wilt (Panama disease) of bananas: An updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent", *Proceedings of the XVI International Acobat meeting*, México.

[7] R.H. Stover, I.W. Buddenhagen (1986) "Banana breeding: Polyploidy, disease resistance and productivity", *Fruits*, 41:175-191.

[8] R.H Stover, N.W. Simmonds (1987) "Bananas", 3rd ed. Longmans, London, UK.

[9] I.W. Buddenhagen (2009) "Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense and history of introduction of 'tropical race 4' to better manage banana production". In: Jones, D., Van Den Bergh, I., eds. *Proceedings of the International Symposium on Recent Advances in Banana Crop Protection for Sustainable Production and Improved Livelihoods*, White River, South Africa. *ISHS Acta Horticulturae* 828, 193–204.

[10] A.R. McTaggart, M.A van der Nest, E.T. Steenkamp, J. Roux, B. Slippers, L.S. Shuey, et. al. (2016) "Fungal genomics challenges the dogma of name-based biosecurity", *PLOS Pathog*, 12(5):12:e1005475, doi:10.1371/journal.ppat.1005475.

[11] R.C. Ploetz (2015) "Management of *Fusarium* wilt of banana: a review with special reference to tropical race 4", *Crop Prot*, 73:7–15.

[12] S-J. Zheng, F.A. García-Bastidas, X. Li, L. Zeng, T. Bai, S. Xu, K. Yin et. al. (2018) "New Geographical Insights of the Latest Expansion of *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense Tropical Race 4 Into the Greater Mekong Subregion", *Front Plant Sci*, 9:457, doi:10.3389/fpls.2018.00457.

[13] M. Maymon, U. Shpatz, Y.M. Harel, E. Levy, G. Elkind, E. Teverovsky et al. (2018) "First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 causing *Fusarium* wilt of 'Cavendish' bananas in Israel", *Plant Dis Notes*, 98:694, doi: 10.1094/PDIS-05-18-0822-PDN.

[14] M. Dita, M. Barquero, D. Heck, E.S.G Mizubuti, C.P Staver (2018) "Fusarium Wilt of Banana: Current

Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management", *Front Plant Sci*, 9:1468, doi: 10.3389/fpls.2018.01468.



Freddy Magdama

Freddy Magdama es Ingeniero Agrícola graduado en 2010 de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtuvo su doctorado

en Fitopatología y en Agricultura Internacional y Desarrollo de la Universidad Estatal de Pensilvania en Estados Unidos en 2016. Actualmente es docente de la Facultad de Ciencias de la Vida de la Espol y Coordinador de Investigaciones del departamento de Fitopatología y Microbiología del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE). Así mismo, es responsable del programa de investigación en banano del mismo centro y coordinador del programa Clínica de Plantas.

El Dr. Freddy Magdama tiene una trayectoria investigativa en temáticas de biotecnología agrícola, diagnóstico de enfermedades en cultivos tropicales y manejo integrado de plagas. Entre sus especialidades se destaca su formación en biología de poblaciones de *Fusarium oxysporum* asociado al banano. En la actualidad es miembro de la asociación americana de fitopatología y miembro del comité interinstitucional para la prevención de *Fusarium* raza 4 en el Ecuador.

**Ph.D. Freddy Magdama**  
Ingeniero Agrícola