

## **Factores de riesgo asociado a la vía de introducción de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 4 tropical (FOCR4T)* a la República Dominicana**

Dionicia Abreu<sup>1</sup>, Rosalba Rodríguez<sup>1</sup>, Concepción Sánchez<sup>2</sup> y Katia Espinosa<sup>3</sup>

### **Abstract**

*Fusarium oxysporum f. Sp. cubense* tropical race 4 (FOC-R4T) is a dangerous phylogenetic fungus affecting species of the genus *Musa* and *Heliconia*. This fungus causes diseases in cultivars of economic importance of the musaceae family, such as: 'Gross Michel', 'Bluggoe' and 'Cavendish'. This research was based on an extensive review of the literature, as well as analyzes and recommendations subject to the International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM, in english). The routes of introduction to new areas are plants or propagating plant material, banana rhizomes, other musaceae and even other types of plants that have been planted in infested soils, adhered contaminated soil, clothing of persons and tourists originating and / or coming from Countries with presence of the disease, as well as soil samples for research purposes, non-sterilized vegetable substrates, handicrafts made from musaceae material, means of transport from affected countries. The probability of entry into the Dominican Republic, in seeding material and contaminated soil, is high. The probability of establishment, once in contact with susceptible plants is high. It is recommended to forbid the importation of plants and vegetative material of musaceae and other plant species that may carry the pathogen from countries with Foc-R4T presence, with the exception of botanical seeds. Only allowed to import part of plants by pest risk analysis. The tourist is considered the most important risk factor, followed by sowing material and contaminated soil.

Keywords: surveillance, plant health, risk, living organisms, musaceae

### **Resumen**

*Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4 tropical (FOC- R4T) es un peligroso hongo fito patógeno que afecta especies del género *Musa* y *Heliconia*. Este hongo causa enfermedades en cultivares de importancia económica de la familia de las musáceas, tales como: 'Gross Michel', 'Bluggoe' y 'Cavendish'. Esta investigación se basó en revisión extensa de literatura, así como análisis y recomendaciones sujeto a las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF, en español e ISPM, por sus siglas en inglés). Las vías de introducción a nuevas áreas son: plantas o material vegetal propagativo, rizomas de bananos, otras musáceas e inclusive otro tipo de plantas que han estado sembradas en suelos infestados, suelo contaminado adherido, ropa de personas y turistas originarios y/o procedentes de países con presencia de la enfermedad, así como muestras de suelo con fines de investigación, sustratos vegetales no esterilizados, artesanías elaboradas con material de musáceas, medio de transporte procedentes de países afectados. La probabilidad de entrada a la República Dominicana, en material de siembra y suelo contaminado, es alta. La probabilidad de establecimiento, una vez estuviera en contacto con plantas susceptibles es alta. Se recomienda prohibir importación de plantas y material vegetativo de musáceas y de otras especies de plantas, que puedan acarrear el patógeno, de países con presencia Foc-R4T, a excepción de semillas botánicas. Sólo permitirse la importación de parte de plantas mediante el análisis de riesgo de plagas. El turista se considera el factor de riesgo más importante, seguido del material de siembra y suelo contaminado.

Palabras clave: vigilancia, sanidad vegetal, riesgo, organismos vivos, musáceas

## **INTRODUCCIÓN**

El banano (*Musa* spp.) es el cuarto cultivo alimenticio más importante a nivel mundial después del maíz, el arroz y el trigo, siendo América Latina y el Caribe la región desde donde se exporta el mayor volumen de fruta. Aproximadamente 20 millones de toneladas (64 % de la producción) es de consumo local y siete países de la región están entre los 10 primeros países exportadores de banano. Adicionalmente, el 99 % de los plátanos exportados se produce en América Latina, FAO (2009) y Lara

(2009). Estas cifras muestran la importancia que tanto los cultivos de plátano como de banano tienen para la economía y la seguridad alimentaria en el continente americano, Dita *et al.* (2013).

Entre los hongos de mayor importancia en las musáceas (*Musa* spp., *Musa textiles*, *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, entre otras) están: la Sigatoka negra, *Paracercospora fijiensis* (Teleomorfo: *Mycosphaerella*

<sup>1</sup>Analistas de Riesgo de Plagas, Ministerio de Agricultura de la República Dominicana.

<sup>2</sup> Encargado de la División de Análisis de Riesgo, Ministerio de Agricultura

<sup>3</sup>Técnico de la División de Fitopatología, Ministerio de Agricultura

*fijiensis*) y del Mal de Panamá, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, ICA (2012). El Mal de Panamá, es la enfermedad más destructiva de las musáceas y está considerada entre las diez enfermedades más importantes en la historia de la agricultura, ICA (2012). A principio de los años 90, se observaron ataques severos al subgrupo Cavendish de una raza en condiciones de los trópicos, la cual se ha llamado, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc-R4T). Esta es una enfermedad de importancia cuarentenaria, accionable y ausente en la región.

El objetivo de este estudio es determinar las vías de introducción del Foc R4T para una adecuada implantación en la prevención y manejo de esta enfermedad en la República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es basada en revisión de literatura de pruebas y diagnósticos presentada en países con presencia del Foc-R4T, así como en los análisis de riesgos de plagas y recomendaciones, sujeto en la normatividad internacional contenida en el artículo 5° del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Además de las normas internacionales, NIMF No. 11 sobre análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados; NIMF No. 5 sobre glosario de términos fitosanitarios; NIMF No. 6 sobre directrices para la vigilancia; NIMF No. 8 sobre determinación de la situación de una plaga en un área y NIMF No. 17 sobre notificación de plagas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Distribución geográfica

En los últimos diez años *Fusarium oxysporum* raza 4 tropical, se ha reportado en zonas productoras del sudeste de Asia, Taiwán, China, Portugal, Indonesia, Malasia, Australia, Singapur, Filipinas y, actualmente según FAO (2014), se reporta en África y el Medio Oriente, Jordania y Mozambique, afectando la mayoría de las musáceas comestibles, Sagarpa (2013) y Agrocalidad (2013).

### Generalidades

Tanto Foc-R4T como el Foc-R3T produce micelios que crecen en rangos de temperatura variables, desde 9 a 38 °C, Pérez *et al.* (2003). La raza tropical es casualmente la enfermedad más intensa durante los meses más cálidos y húmedos del año, en condiciones de los trópicos. Stover (1972) reportó que el hongo puede sobrevivir como clamidiosporas en el suelo por más de 20 años.

## Dispersión

Las principales vías de dispersión de Foc-T4R son mediante movimiento de material contaminado, muerto o vivo de una zona infectada al campo, por personas y/o animales, maquinarias o mecánicamente mediante herramientas contaminadas.

Una vez que la enfermedad se ha introducido, el movimiento del suelo en el transporte de maquinarias y el sistema de riego son las principales fuentes de dispersión locales.

La introducción de Foc-T4R en cualquier país podría significar la devastación de los cultivos que no poseen resistencia y su sustitución por genotipos resistentes o tolerantes, pero en la mayoría de los casos menos aceptados por los consumidores.

Otra hipótesis que se ha planteado a tomar en cuenta, es la presencia estacional de huracanes. Este hongo pueda ser transportado por el viento o partículas de suelo, Pérez-Vicente *et al.* (2014).

Otra posibilidad de difusión es por insectos vectores. Meldrum *et al.* (2013) confirmó mediante PCR la presencia de R4T en exoesqueleto del Picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* Germar, en los campos de banano en Australia. Este insecto se encuentra en el cultivo de plátano y banano, y se mueve a través del suelo, alimentándose de las raíces y cormos de las plantas, Gold *et al.* (2001).

## Vías de entrada

Por la naturaleza del patógeno puede transportarse a través del comercio internacional:

- En plantas o material vegetal propagativo (cormos) de bananos, otras musáceas e inclusive otros tipos de plantas sembradas en suelos infestados.
- En suelo contaminado adherido a contenedores, tarimas, herramientas de trabajo, equipo, o bien en suelo en los zapatos y ropa de personas y turistas originarios y/o procedentes de países con presencia de la enfermedad, así como en muestras de suelos con fines de investigación.
- Sustratos vegetales no esterilizados, por ejemplo, fibra de coco y paja de arroz, entre otros.
- Artesanías elaboradas con material de musáceas y materiales de empaque como tarimas o cajas en contacto con suelo infestado.
- Medios de transporte procedentes de países afectados por la enfermedad y de países vecinos, pueden traer suelo contaminado con el patógeno.

- Pasajeros al ingresar al país provenientes de países con presencia de R4T en los últimos 2 meses, Pérez *et al.* (2014).
- El factor de riesgo de entrada a un país del Foc-T4R más importante es a través del suelo, ya que las clamidosporas pueden sobrevivir por más de 20 años, sin embargo, hay evidencia empírica de que este período de tiempo puede ser mayor. Las clamidosporas poseen paredes celulares gruesas lo que les permite sobrevivir ante condiciones ambientales adversas, además, su producción es abundante sobre los tejidos infectados en estados avanzados de la enfermedad, Urías *et al.* (2015).

### Probabilidad de entrada

La probabilidad de entrada a la República Dominicana en material de siembra y suelo contaminado con Foc-R4T es alta. Debido a que puede sobrevivir en el suelo o en las raíces durante un largo período de tiempo.

### Probabilidad del establecimiento en área de producción

Una vez el Foc-R4T llegue al país y este en contacto con plantas susceptibles, la probabilidad de establecerse es alta, debido a que las condiciones climáticas del país son favorables para el patógeno.

### Impacto en las áreas de producción

El Foc-R4T causa importantes pérdidas en plantaciones comerciales en Asia, Molina (2009). Se reporta la afección de más de 8 millones de plantas de la variedad 'Cavendish', con pérdidas anuales superiores a los 75 millones de dólares. En Sumatra, país asiático, se reportó pérdidas de 11 millones de dólares, Pérez-Vicente *et al.* (2014). La enfermedad tiene como consecuencia la reducción de los ingresos de las familias y trabajadores, Lara (2009).

### Impacto potencial

Tomando en consideración las condiciones agroclimáticas del caribe y en las que se desarrolla la enfermedad, de entrar en un país productor de musáceas ocasionaría una reducción considerable de la producción del plátano y el banano para la exportación, lo que puede desestabilizar todo el sistema de producción, llevando a la quiebra a productores y generando desempleo en la población, además desestabilizando el comercio internacional basado en oferta y demanda, Oirsa (2013).

## CONCLUSIONES

Este trabajo muestra las pautas necesarias para regular las vías de riesgo de introducción a áreas libres del Foc-R4T, siendo el turista el factor de riesgo más importante, seguido del material de siembra y suelo contaminado.

## LITERATURA CITADA

Agrocalidad (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro). 2013. Plan Nacional de Contingencia para *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc R4T). Agrocalidad. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. Quito, EC. 104 p. (En línea). Consultado el 11 abril 2016. Disponible en: [https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi1nbfwhubVAhVFbSYKHTu1B0wQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Ffileadmin%2Ftemplates%2Fbanana%2Fdocuments%2FDocs\\_Resources\\_2015%2FPLAN-DE-CONTINGENCIA-COMPLETO-REVISION-11.pdf&usq=AFQjCNF2e-nPMQ33cilhLYE-gqU5-BHbLg](https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi1nbfwhubVAhVFbSYKHTu1B0wQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Ffileadmin%2Ftemplates%2Fbanana%2Fdocuments%2FDocs_Resources_2015%2FPLAN-DE-CONTINGENCIA-COMPLETO-REVISION-11.pdf&usq=AFQjCNF2e-nPMQ33cilhLYE-gqU5-BHbLg)

Buddenhagen, E. 2009. Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense and history of introduction of tropical race 4 to better manage banana production. *Acta Horticulturae*, 828:193-204. (En línea). Consultado el 3 de febrero 2016. Disponible en: [http://www.ishs.org/ishs-article/828\\_19](http://www.ishs.org/ishs-article/828_19)

CEI-RD (Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana). 2012. Perfil Económico del Banano. Gerencia de Investigación de Mercados Dominicana Exporta. CEI-RD. Santo Domingo, DO. (En línea). Consultado el 01 de enero 2016. Disponible en: [https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiFqDuiObVAhXKfCYKHUQUAh0QFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cei-rd.gov.do%2Festudios-economicos%2Festudios\\_productos%2Fperfiles%2FBANANO.pdf&usq=AFQjCNEgawP50WqU1J1B0MDZfZcus8aHSA](https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiFqDuiObVAhXKfCYKHUQUAh0QFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cei-rd.gov.do%2Festudios-economicos%2Festudios_productos%2Fperfiles%2FBANANO.pdf&usq=AFQjCNEgawP50WqU1J1B0MDZfZcus8aHSA)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2014. Regional Workshop on the Diagnosis of *Fusarium Wilt* (Panama disease) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4: Mitigating the Threat and Preventing its Spread in the Caribbean. Technical Manual Prevention and diagnostic of *Fusarium Wilt* (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4 (TR4). (En línea). Consultado el 01 de enero 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-br126e.pdf>

Gold C.; Pena, J.; Karamura, E. 2001. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). *Integrated Pest Management Review* 6 (2):79-155

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2012. Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de plátano. In Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa* spp.). Medidas para la temporada invernal. Bogotá, CO. 51 p. (En línea). Consultado el 1 de febrero 2016. Disponible en: [https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEw1a-N3Bi-bVAhWJdSYKHTqNCIEQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Ffileadmin%2Ftemplates%2Fbanana%2Fdocuments%2FDocs\\_Resources\\_2015%2FTR4%2Fcartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf&usq=AFQjCNFIJ8Pitx2E\\_zkb-PzZ4VbDZqF76Q](https://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEw1a-N3Bi-bVAhWJdSYKHTqNCIEQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Ffileadmin%2Ftemplates%2Fbanana%2Fdocuments%2FDocs_Resources_2015%2FTR4%2Fcartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf&usq=AFQjCNFIJ8Pitx2E_zkb-PzZ4VbDZqF76Q)

IPPC (International Plant Protection Convention, IT). 2013. New banana disease found in Mozambique (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense-Tropical Race 4). IPPC Official Pest Report, No. MOZ-03/1. Roma, IT. (En línea). Consultado 3 de febrero 2016. Disponible en: <https://www.ippc.int/en/countries/mozambique/pestreports/2013/09/new-banana-disease-found-in-mozambique-fusarium-oxysporum-fspcubense-tropical-race-4/>

Lara, D. 2009. Uso de bacterias endofíticas para el control biológico del Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense) en el cultivar Gros Michael (AAA). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). Tesis de maestría en ciencias. 81 p. Consultado el 01 marzo 2016. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3774e/A3774e.pdf>

Lin, H.; Chang, J.; Liu, E. Chao, C.; Huang, J.; Chang P. 2009. Development of a molecular marker for specific detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense race 4. *European Journal of Plant Pathology*, 123(3):353-365.

- Meldrum, R.; Daly, A.; Tran-Nguyen, L.; Aitken, E. 2013. The effect of surface sterilants on spore germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4. *Crop Protection* 54: 94-198.
- Molina, A. 2009. *Fusarium* Wilt Of Banana. Renewed Threat And Renewed R&D Interest. Abstract Presented at V International Symposium on Banana: International Society for Horticultural Science (ISHS)-Promusa Symposium on Global Perspectives on Asian Challenges, 14-18 Sept 2009. Guangzhou, CH.
- Oirsa (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2013. Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense, en un país de la región del Oirsa. *Sanidad Vegetal*. San Salvador, ES. 169 p. (En línea). Consultado el 1 marzo 2016. Disponible en: <http://infoagro.sag.gob.hn/dmsdocument/4516>
- Pegg, K.; Moore, N.; Sorensen, S. 1994. Variability in populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense from Asia/Pacific region 70-82 pp. In: *The improvement and testing of musa: a global partnership*. Jones, D. R. (ed.). Proceedings of the first global conference of the international musa testing program. HN.
- Pérez-Vicente, D.; Martínez, E. 2014. Technical Manual Prevention and diagnostic of *Fusarium* Wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4 (TR4). (Workshop). Mitigating the Threat and Preventing its Spread in the Caribbean Food And Agriculture Organization Of The United Nations. (En línea). Consultado el 1 marzo 2016. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/caribbeantr4/13ManualFusarium.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/caribbeantr4/13ManualFusarium.pdf)
- Thurston, D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Turrialba, CR. 236 p.
- Urías, C.; Romero, R.; Dita, M.; Guzmán, M.; Sandoval, J.; Tapia, A.; Solano, X. 2015. Plan de acción de América Latina y el Caribe para la prevención y preparación contra el *Fusarium oxysporum* R4T. Taller para la Elaboración del Plan de Acción Continental ante la Amenaza de R4T de *Fusarium*, organizado por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (Oirsa), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), del 9 al 13 de marzo de 2015, en el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Tecámac, Estado de México, MX. 69 p. (En línea). Consultado el 1 marzo 2016. Disponible en: [https://www.scidev.net/filemanager/root/site\\_assets/docs/plan\\_de\\_accio\\_n\\_de\\_ame\\_rica\\_latina\\_y\\_el\\_caribe\\_para\\_la\\_prevencio\\_n\\_y\\_preparacio\\_n\\_contra\\_el\\_mal\\_de\\_panama\\_fusarium\\_oxysporum\\_f\\_sp\\_cubense\\_raza\\_4\\_tropical.pdf](https://www.scidev.net/filemanager/root/site_assets/docs/plan_de_accio_n_de_ame_rica_latina_y_el_caribe_para_la_prevencio_n_y_preparacio_n_contra_el_mal_de_panama_fusarium_oxysporum_f_sp_cubense_raza_4_tropical.pdf)