

## Protocolo para reducir riesgos de introducción a Venezuela de la marchitez por fusarium raza 4 en Musáceas

Gustavo Martínez<sup>1\*</sup>, Juan Rey<sup>1</sup>, Claudia Jiménez<sup>1</sup>, Milagros Domínguez<sup>2</sup>, Marcos Sanoja<sup>3</sup>,  
Rafael Pargas<sup>1</sup>, Edwuar Manzanilla<sup>1</sup>, Jorge Marquina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA) - Centro Nacional Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Maracay, Venezuela

<sup>2</sup>Instituto de Sanidad Agrícola Integral-Delta Amacuro (Tucupita)

<sup>3</sup>Corporación Venezolana de Guayana- Bolívar (Sta Elena Guairen)

### RESUMEN

Las musáceas comestibles, por su alto valor nutritivo, son consideradas alimentos básicos para más de 400 millones de personas a nivel mundial, jugando papel fundamental en la seguridad alimentaria. Se estima que su superficie sembrada se puede incrementar hasta 50% para el año 2070, debido al incremento de la temperatura, por el cambio climático. A nivel global, una de las principales limitaciones fitosanitarias para su producción, lo representa la raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T), causante de la Fusariosis en musáceas, la cual está considerada entre las 10 enfermedades vegetales más importantes en la historia de la agricultura, así como la más letal y peligrosa, al no existir control, y perpetuarse en el suelo durante más de 20 años. Puede atacar a todos los clones Cavendish y otros como el plátano, además de los susceptibles a Raza 1 y Raza 2, no existiendo clones naturales que puedan sustituirlos. Actualmente, la Raza Tropical 4, no está presente en el continente americano. No obstante, la dependencia de los sistemas de producción y el mercado internacional de los clones Cavendish, así como el acelerado proceso evolutivo de este patógeno y su acelerada diseminación, hacen que la misma represente una amenaza latente para América Latina y el Caribe. Se plantea, la estructuración de protocolos de bioseguridad, para reducir los riesgos de su introducción a Venezuela, considerando que la misma puede darse a través de distintas vías, requiriéndose la activación complementaria de un plan de contingencia, que disminuya el impacto.

**Palabras clave:** Fusarium R4T, bioseguridad.

### Protocol to reduce the risks of introduction wilt race 4 in Musáceas to Venezuela

### ABSTRACT

The edible musaceas, due to their high nutritional value, are considered as staple foods for more than 400 million people worldwide, playing a fundamental role in food security. It is estimated that its planted area can be increased up to 50% by 2070, due to the increase in temperature, due to climate change. At the global level, among the main phytosanitary limitations of its production, it is represented by the Tropical race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* (Foc R4T), which causes Fusariosis in Musaceae, is considered one of the 10 most important plant diseases in the history of agriculture, as well as the most lethal and dangerous, since there is no

---

\*Autor de correspondencia: Gustavo Martínez

E-mail: martinezgve@yahoo.es

control, and it is perpetuated on the ground for more than 20 years. years. It can attack all the Cavendish clones and others like the banana, in addition to those susceptible to Race 1 and Race 2, there being no natural clones that can replace the current ones. Currently, the Tropical Race 4 is not present in the Americas. However, the dependency of the production systems and the international market, of the Cavendish clones, as well as the accelerated evolutionary process of this pathogen and accelerated dissemination, mean that it represents a latent threat for Latin America and the Caribbean. It can attack all the Cavendish clones and others like the banana, in addition to those susceptible to Race 1 and Race 2, there being no natural clones that can replace the current ones. Currently, Tropical Race 4 is not present in the Americas. However, the dependency of the production systems and the international market, of the Cavendish. It is proposed the structuring of biosafety protocols, to reduce the risks of their introduction to Venezuela, considering that it can take place through different channels, requiring the complementary activation of a contingency plan that reduces the impact.

**Key words:** Fusarium Wilt, Race 4, biosecurity,

## INTRODUCCIÓN

Por su alto valor nutritivo, los plátanos, bananos y topocho (*Bluggoe*), se ubican entre los cultivos más importantes en la agricultura y son considerados como alimentos básicos en más de 135 países, con una producción de 148 millones de toneladas, en el año 2016. En América Latina y El Caribe (LAC), tienen alto valor estratégico, desde el punto de vista económico, nutricional y social, y consecuentemente en nuestro país, juegan papel fundamental en la seguridad alimentaria, al cultivarse más de 82 mil hectáreas, con una producción total de 96.127 t (Bubici *et al.*, 2019; FAO STAT, 2019; FAO, 2017).

No obstante, a nivel global, existen factores que amenazan la sostenibilidad del sector, y la mayor de ellas, la representa la raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T), agente causal de la Marchitez o Fusariosis (sin control químico, que ataca a todos los clones). Afortunadamente, aún no está presente en el continente Americano, pero su alta velocidad de disseminación en diferentes países en la región asiática, con transcendencia intercontinental, al señalarse en Mozambique en el año 2013, es motivo de preocupación (Dita *et al.*, 2018; Dita *et al.*, 2013).

A tales efectos, entes internacionales como OIRSA, BIOVERSITY, MUSALAC, FAO, entre otras, han definido y establecido estrategias para su manejo, por cuanto consideran de gran importancia, capacitar a todas las personas involucradas con estos cultivos, sobre plagas emergentes y medidas cuarentenarias, y en especial sobre Foc R4T

(Dita *et al.*, 2013). En este sentido, se plantea la estructuración de protocolos de bioseguridad para el caso de Foc R4T, al considerar que la introducción de la misma a un país, puede darse a través de varias vías, y como apoyo o herramienta complementaria al plan de contingencia que debe ser activado ante esta amenaza, y que podrá ser aplicado a otros entes del suelo, como la Marchitez asociada a complejo Hongo-Bacteria, en la región central del país.

Para ello, fue necesario, revisión bibliográfica de protocolos o normativas implementadas en otros países, y en el caso específico de la Marchitez asociada a Hongo-Bacteria en el estado Aragua, se tomaron como referencia, resultados de trabajos previos, en los cuales, se indican exterminio in situ de plantas enfermas con sulfato de cobre, aplicación de materia orgánica, y varias fuentes orgánicas, para restaurar la actividad biológica in situ, complementada con siembra de leguminosas (CENIBANANO – AUGURA, 2015a,b; Dita *et al.*, 2013; Martínez *et al.*, 2016).

### Fuentes de riesgos de entrada de Foc R4T al continente americano y al país

Existen diversas formas de disseminación que pueden facilitar la entrada potencial al continente americano del patógeno Foc R4T. Entre ellas, se considera alto riesgo, los restos vegetales o suelo, proveniente de países o zonas donde se encuentre esta enfermedad. Por consiguiente, todos los puertos y aeropuertos de los países de LAC, representan puntos vulnerables, al igual que las conexiones terrestres con otros países, como aduanas o alcabalas. Sumado a esta condición, también debe ser considerada la

conexión comercial entre países, basado en frutos y/o flores.

Una vez señalado el primer brote de Foc R4T en LAC, además de los puntos vulnerables indicados anteriormente, deberá de tomarse en consideración, las inundaciones locales como amenaza potencial, que puede acelerar su velocidad de diseminación, además del libre paso de material vegetal entre los productores, en áreas fronterizas. Bubici *et al.* (2019), indican que la expansión de esta enfermedad en países de la región asiática, se originó por movimiento de material infectado y migraciones de productores, que facilitó su diseminación a otras áreas.

Se pueden indicar como fuentes de riesgo, las siguientes:

1. **Personas (visitantes y/o trabajadores):** visitantes en general y/o trabajadores agrícolas, que pudieron haber visitado plantaciones, viveros o áreas, con historial de infestación por Foc R4T (Dita *et al.*, 2013). Se puede aumentar la probabilidad, al entrar en contacto con plantas, partes de ellas, suelo, malezas o semillas, que contengan estructuras de Foc R4T, y que se adhieren a la ropa, calzado o herramientas de dichas personas, facilitando su propagación.
2. **Material Vegetal:** El material de siembra ha sido, y sigue siendo, uno de los factores más importantes y determinantes para la difusión de la enfermedad (Bubici *et al.*, 2019; Dita *et al.*, 2018; Dita *et al.*, 2010). Se consideran plántulas *in vitro*, debidamente documentadas y autorizadas, como las fuentes de menor riesgo, aun cuando Ploetz *et al.* (2015), indican que existe la posibilidad que el patógeno de Foc R4T, pueda ser diseminado por vías no tradicionales, basados en el hecho que los primeros brotes de la enfermedad reportados en Jordania, fue en lotes sembrados con plantas de cultivo *in vitro*, provenientes de Israel, libres del patógeno, pero muy vulnerables al ser sembradas en suelos contaminados. Al respecto, señalan la existencia de otras especies de *Fusarium*, que pueden ser diseminadas a través de las frutas, por lo que existen dudas sobre el origen de la enfermedad en Jordania.

El material de propagación importado, proveniente de países con presencia de FocR4T,

sembrados en sustratos que puedan contener semillas de plantas consideradas hospederos secundarios, que pueden incluir malezas, y/o que puedan albergar estructuras reproductivas del hongo.

Adicionalmente, Bubici *et al.* (2019) y Dita *et al.* (2018), indican la posibilidad de otras vías de diseminación, ante el hecho de hallazgos de estructuras del patógeno en el peciolo, y de ADN en las hojas de plantas de banano; así como, otras especies de *Fusarium*, que pueden ser diseminadas a través de las frutas, y que se relacionan con las medidas implementadas por Australia para el control de frutas proveniente de Filipinas, asumiendo que Foc R4T podría moverse a través de infecciones asintomáticas en las coronas de las manos.

3. **Suelo:** Ante la ausencia de raíces hospedantes, materiales vegetales u otros agentes diseminadores, este patógeno no se puede mover a distancias significativas (Dita *et al.*, 2018). Sin embargo, el transporte de partículas de suelo, contenidos en equipos de fumigación, motores, vehículos, tractores, contenedores, motocicletas y demás, que hayan estado en contacto con plantas o suelo, así como raíces, residuos de plantas infectadas, agua, viento, insectos, animales, herramientas, maquinaria, neumáticos, zapatos y otros equipos, provenientes de de fincas productoras o procesadoras de musáceas, representan alto riesgo de introducción de la enfermedad, en especial si provienen de zonas afectadas por Foc R4T; debido que pueden transportar propágulos de Foc. (Bubici *et al.*, 2018; Dita *et al.*, 2018; Dita *et al.*, 2013; OIRSA, 2009).

De igual manera, los sustratos o enmiendas orgánicas utilizadas con plantas distintas a las musáceas, también pueden ser portadores del patógeno, tal como se ha evidenciado, en Centroamérica, en sistema agroforestal café- bananos, donde Foc R1, se dispersa a través de sustratos utilizados en plántulas de café. Por lo que el creciente comercio de sustrato importado, con énfasis en aquellos con las fibras de coco producidas en Asia, es potencialmente peligroso para la dispersión de Foc a niveles transcontinentales (Dita *et al.*, 2018).

4. **Animales:** En Australia, se han implementado en algunas zonas productoras de banano, campañas para reducir las poblaciones de cerdos, que son consideradas como vectores de

enfermedades fúngicas transmitidas por el suelo. De igual manera, no se puede obviar el papel potencial de roedores, frecuentes en campos de América Central (Dita *et al.*, 2018); así como nematodos y gorgojos, indicándose que estos últimos, pueden poseer esporas viables de Foc, en sus exoesqueletos (Meldrum *et al.*, 2013). Otros insectos como *Metamasius hemipterus*, no puede ser descartado, al igual que los mosquitos (*Bradysia spp.*) (Dita *et al.*, 2018).

- 5. Agua:** Corrientes de agua por efecto de las lluvias, pueden originar escorrentías, desbordamiento de canales o ríos, transportando propágalos del patógeno que pueden estar presentes, así como suelo o restos de vegetales contaminados que han sido factores determinantes en la dispersión en muchas áreas de China y otras áreas del continente Asiático (Dita *et al.*, 2018; Hung *et al.*, 2018; Zheng *et al.*, 2018). Otra condición a ser considerada, es el uso de fuentes de agua contaminada con foc, utilizada para regar plántulas in vitro, en condiciones de aclimatación, que puede originar plantas diseminadoras del patógeno, con comportamiento de plantas asintomáticas, que son vendidas y/o distribuidas como plantas sanas (Dita *et al.*, 2018).
- 6. Otros (Artesanías):** Las artesanías pueden ingresar como “souvenir”, y representan alto riesgo para introducir enfermedades a un país y/o región, debido a que las hojas y vainas secas del pseudotallo, pueden ser utilizadas para la elaboración de artesanías, y como envolturas de algunos alimentos.

### Activación protocolos de bioseguridad

Diversos trabajos referenciales (CENIBANANO – AUGURA, 2015a,b, indican que se deben establecer diferentes **niveles de riesgo**, de acuerdo al grado de peligro que pueden representar los visitantes, para las unidades de producción, y que son indicados a continuación:

**Nivel 1:** visitantes extranjeros y nacionales que hayan visitado países y plantaciones de musáceas **donde esté presente el Foc R4.**

**Nivel 2:** visitantes extranjeros y nacionales que hayan visitado países y plantaciones de musáceas, en los que **no esté señalado el Foc R4.**

**Nivel 3:** personas que trabajen en la actividad bananera y/o platanera, que no hayan salido recientemente de la zona en la que realizan su labor. En caso de que se señale la presencia de Foc R4 en una plantación del país, el personal que labore entre fincas deberá considerarse como de nivel 1 de riesgo.

Los empleados de comercializadoras, promotores de compañías de agroquímicos, productores y/o trabajadores bananeros o plataneros, inspectores de instituciones certificadoras, investigadores, y cualquier persona que requiera ingresar a empresas o fincas bananeras y/o plataneras, pueden ser ubicados en los diferentes niveles se sugiere, que el ingreso a las unidades de producción, sea restringido al mínimo necesario, de acuerdo a las actividades de la finca/empresa (CENIBANANO – AUGURA, 2015a,b).

### Precauciones para el ingreso de visitantes a las fincas

1. Las unidades de producción se pueden reservar el derecho de admisión de visitas, en caso que las mismas no se encuentren registrada en la programación de la finca. Se debe contar con infraestructura y logística básica para recibir visitas. Al igual que es necesario establecer cronogramas de actividades que realizará el visitante y asignar un responsable que pueda guiar la visita.
2. Se debe garantizar que todos los visitantes se dirijan a la zona de bioseguridad designada por la finca e informar sobre la visita a las instalaciones y de las actividades a realizar.
3. Solicitar al visitante el historial de visitas realizadas a otros países durante el último mes. Así mismo, recomendarle no traer calzados que haya utilizado en plantaciones (banano y/o plátano) previamente visitadas, en otras zonas del país u otros países.
4. Informar al visitante sobre las medidas preventivas de acuerdo al nivel del visitante, así como instruirlo sobre las recomendaciones para viajeros y los protocolos de ingreso a fincas productoras, indicadas en el sitio web. [http://banananetworks.org/musalac/files/2013/06/RECOMENDACIONES\\_para\\_viajeros\\_09062011\\_Espanhol.pdf](http://banananetworks.org/musalac/files/2013/06/RECOMENDACIONES_para_viajeros_09062011_Espanhol.pdf). (MUSALAC, 2011). De igual manera, asignar

la persona capacitada y acreditada, para recibir la visita en la finca, la cual tendrá las siguientes responsabilidades:

- 4.1. Verificar que el visitante llegue acompañado de un funcionario de vigilancia de la finca, a los fines de asegurar que su trayecto, desde su ingreso a la unidad de producción hasta la oficina o sitio de destino, no sea desviado.
- 4.2. Si el propósito de la visita no es con fines administrativo, se debe verificar que el visitante lleve botas de campo, debidamente desinfectadas. En caso que el visitante no lleve calzado adecuado, deberán proporcionárselo de inmediato en la zona de bioseguridad, o en su defecto tomar decisiones de admisión en la plantación.
- 4.3. Informarle al visitante la importancia de las medidas de bioseguridad.
- 4.4. Realizar registro del visitante: nombre, empresa y procedencia, nivel de riesgo, y el recorrido a realizar en las instalaciones de la finca.
- 4.5. En caso de ser autorizada la visita o recorrido a la unidad de producción, se deberá hacer entrega de dotación de seguridad (si así lo requiere): herramientas, pantalón, camisa, gorro y/o traje de bioseguridad (tipo “mono no tejido microporoso”).
- 4.6. Culminado el recorrido o visita, el visitante debe abandonar las instalaciones, devolviendo a la persona encargada, la dotación suministrada para su recorrido, la cual una vez recuperada por la finca, se procede a su lavado o eliminación de la misma.

### **Infraestructura y medidas de desinfección, para recibir visitantes en las fincas:**

#### **1. Actividades:**

1. Asignar una persona para que efectúe la capacitación del personal de la finca sobre la importancia de Foc R4T y otras enfermedades limitantes de las musáceas (reconocimiento de los síntomas) y las medidas de bioseguridad para evitar su establecimiento y dispersión.
2. La persona asignada de la bioseguridad en las instalaciones de la finca, debe estar capacitada

para cumplir con dicha función y deberá ser plenamente identificada por el personal de la finca.

#### **2. Adecuaciones:**

1. Puerta con paso de nivel o cualquier implemento, que limite el libre acceso de vehículos a la finca, a fin de evitar que un visitante proveniente de alguna zona productora del país o del extranjero, ingrese sin previo aviso.
2. Disponer de una batea o piscina de desinfección de cauchos en la entrada de la finca, con una solución de sulfato de cobre o productos afines, para garantizar la desinfección de los neumáticos de todo vehículo que ingrese o salga de la unidad de producción.
3. Disponer de una zona de bioseguridad para la recepción de los visitantes, la cual debe estar ubicada, en un lugar que garantice que no haya riesgo de infección y/o contaminación a las instalaciones de la finca. En esa zona se deberán indicar las medidas de bioseguridad y hacer entrega, si se requiere de acuerdo al nivel de riesgo del visitante, la dotación de bioseguridad.
4. Las fincas deberán tener dotación de seguridad indicada en el aparte 5.5 de la sección anterior. Igualmente, contar con sistema de desinfección de botas “Pediluvio (Lavapiés)”, ubicado en la misma zona de bioseguridad, y deberá estar señalizada. El mismo, deberá tener por lo menos 50 lt de capacidad, y se deberá emplear sal de amonio cuaternario, en forma de cloruro de benzalconio, que contenga 400 gramos i.a./litro, o sal de amonio cuaternario del cloruro de fenil metilo 50% + alcohol isopropílico 2,7%.

Otra opción de producto para desinfección, es la utilización de hipoclorito de sodio en concentración final de 6,5%, con un tiempo de 5 minutos de exposición del calzado al producto. En caso que se consigan productos y/o mezclas de mayor efectividad, se deberá proceder a su preparación e implementación (CENIBANANO – AUGURA, 2015a,b).

5. Se deberá contar con protección o techo, para evitar su dilución en épocas de lluvias. El mantenimiento de los Pediluvios, debe ser periódico (eliminar suelo o lodo acumulado).
6. La solución desinfectante debe ser periódicamente

renovada. En el caso de utilizar como desinfectante hipoclorito de sodio, deberá renovarse como mínimo dos veces al día.

### Precauciones para el ingreso de material de siembra en las fincas

1. Definir la importancia y necesidad de la importación de material de siembra. Para lo cual se debe considerar las implicaciones fitosanitarias para el país.
2. No importar plantas o partes de plantas de musáceas provenientes de países con presencia de la enfermedad o sospecha de la misma, con énfasis en la región del sur este asiático y países vecinos, entre los cuales destacan Australia, China, Filipinas, Malasia, Indonesia, Taiwán, Omán, Jordania, Pakistán, Líbano, Mozambique, Laos, Java, Sumatra, Sulawesi, Halmahera, Borneo, Provincia de Papua, New Guinea, Laos, Israel, India, Birmania (Vezina, 2019; Dita *et al.*, 2018; Zheng *et al.*, 2018; Ordonez *et al.*, 2015; Hermanto *et al.*, 2010; Molina *et al.*, 2009).
3. Si se va a importar material de siembra de banano de algún país, debe hacerse solo en forma de cultivo *in vitro*, y con todos los certificados fitosanitarios de laboratorios reconocidos, que indiquen que las plantas están libres de patógenos. El certificado debe indicar, de manera explícita, que el material está libre de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, raza 4 tropical, preferiblemente con indexación de plantas de cultivo de tejido.
4. Llevar inventario de lotes a renovar, para hacer seguimiento al material de siembra.
5. Comprar el material vegetal de propagación, en fincas registradas.
6. Evitar movilizar cormos, suelo o partes de plantas de una finca a otra, sin previo análisis del estado fitosanitario, mediante envío de muestras al laboratorio.

### CONCLUSIONES

Ante el dinámico proceso evolutivo de Foc, en los actuales momentos la R4T, representa el principal problema potencial de las musáceas comestibles, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria en toda la región de de LAC. El dominio del mercado internacional y la dependencia casi total de los

sistemas de producción a nivel global, así como el desconocimiento de algunas características del patógeno y la enfermedad, contribuyen a incrementar este riesgo, siendo necesario el desarrollo de innovaciones tecnológicas que faciliten la identificación y reconocimiento temprano, manejo fitosanitario, acompañadas de medidas de educación y/o promoción, basados en planes de contingencias que están siendo fomentados por distintos entes internacionales como BIOVERSITY, MUSALAC, FAO, OIRSA.

Por lo momentos, la R4T de Foc, aun no está presente en el continente americano, pero su avance mundial es motivo de preocupación, debido a que los factores que condicionaron la explosión fitosanitaria de la R1 de Foc en la década de los 50 en la región LAC, se aplican para la R4T foc.

En este sentido, las estrategias a implementar deben estar dirigidas a mejorar la productividad, garantizando incremento del sistema de defensa de la planta y suprimir los microorganismos perjudiciales en el suelo, a través de prácticas orientadas a la salud del suelo, como enmiendas orgánicas, cultivos de cobertura y agentes biológicos para el control de enfermedades

El protocolo de bioseguridad propuesto, a ser aplicado para Foc R4T, considerando que la introducción de la misma, a un país o finca, puede darse a través de varias vías, requiere ser complementado con un plan de contingencia, emitido por el organismos de sanidad vegetal del país, a fin de disminuir el impacto de esta enfermedad. Aun cuando esta propuesta, puede estar dirigida a grandes productores, es necesario redirigirla hacia productores medianos y pequeños, limitados para cumplir con esta normativa, y una campaña nacional de información para los ciudadanos en general, para motivarlos a actuar responsablemente.

Todas las recomendaciones propuestas pueden tener alcance a otros problemas fitosanitario originados por entes asociados al suelo, por cuanto se indican adicionalmente algunas recomendaciones, basadas en evaluaciones y ensayos de campo (Martínez *et al.*, 2016):

- a. Ubicación de plantas con síntomas sospechosos, y notificación al ente o personal técnico especializado, para su evaluación e identificación.

- b. Protocolo de exterminio in situ de material infectado: Aplicación sulfato de cobre o sal cuaternaria, sobre las plantas repicadas, en el hoyo donde se encontraba la planta, a alta dosis (doble de la recomendada por el producto), seguidamente se coloca plástico sobre todo el material vegetal y suelo por tres meses.
- c. Seguidamente aplicación de abundante materia orgánica (con organismos que faciliten su descomposición o EMO) en sitios o áreas en recuperación, conjuntamente con aplicación de pool de organismos antagonistas a hongos y bacterias (*Trichoderma*, *Bacillus*, entre otros, llamados EM) cada 15 días.
- d. Siembra por dos ciclos consecutivos de leguminosas, con corte e incorporación antes de la formación de semillas (30 a 35 días después de la siembra), mas la aplicación del ítem c.
- f. Siembra de material nuevo, previamente inoculado con *Trichoderma* y/o microorganismos beneficios + EM
- g. Aplicación del ítem c.
- Dita, M.; C. Waalwijk; I. Buddenahagenc; M. Souza; G. Kemab. 2010. A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana *Fusarium* wilt pathogen. *Plant Pathology* 59(2): 348-357.
- Dita, M.; M. Barquero; D. Heck; E. Mizubuti; C. 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.
- FAO. 2017. Global Programme on Banana *Fusarium* Wilt Disease: Protecting Banana Production From the Disease With Focus on Tropical Race 4 (TR4). Rome: FAO. Available online at: <http://www.fao.org/3/a-i7921e.pdf>,
- FAOSTAT. 2019. Base datos: Superficie, producción y exportación de banano y plátano (en línea). Consultado 05 marzo 2019. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Hermanto, C.; A. Sutanto; E. Jumjunidang; J. Daniells; W. O'Neill. 2010. Incidence and distribution of *Fusarium* wilt disease in Indonesia. *Acta Horticulturae* 897: 313-321.
- Hung, T.; N. Hung; D. Mostert; A. Viljoen; C. Chao; A. Molina. 2018. First report of *Fusarium* wilt on Cavendish bananas, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 (VCG 01213/16), in Vietnam. *Plant Dis.* 102, 448–448. doi: 10.1094/PDIS-08-17-1140-PDN.
- Martínez, G.; J. Rey; L. Castro; E. Micale; O. Lopez; R. Pargas; E. Manzanilla. 2016. Marchitez en banano Cavendish, en la región Central de Venezuela, asociado a un complejo Hongo – Bacteria. ACORBAT 2016. Miami. USA. Procceding.
- Meldrum, R.; A. Daly; L. Tran-Nguyen; E. Aitken. 2013. Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 in banana plantations? *Australas. Plant Pathol.* 42, 543–549. doi: 10.1007/s13313-013-0214-2.
- Molina, A.; E. Fabregar; V. Sinohin; G. Yi; G. Viljoen, A. 2009. Recent occurrence of *fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 in asia. *Acta Horticulturae.* 828. 109-116. 10.17660/ActaHortic.2009.828.10.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS

- Bubici, G.; M. Kaushal; M.I. Prigigallo; C. Gómez-Lama Cabanás; J. Mercado-Blanco. 2019. Biological Control Agents Against *Fusarium* Wilt of Banana. *Front. Microbiol.* 10:616. doi: 10.3389/fmicb.2019.00616.
- CENIBANANO – AUGURA. 2015a. Bioseguridad para reducir los riesgos de introducción de *Fusarium* Raza 4 Tropical a la industria bananera Colombiana. Protocolo para recibir viajeros en cualquier actividad en la industria del banano. 7 p. Colombia
- CENIBANANO–AUGURA. 2015b. Bioseguridad para reducir los riesgos de introducción de fusarium raza 4 tropical a la industria bananera Colombiana. Protocolo para el ingreso de material de siembra en las fincas productoras de banano. 6 p. Colombia.
- Dita, M. 2013. Marchitez por *Fusarium* en Musáceas: Situación global y opciones de manejo ante la amenaza de la Raza 4 Tropical. II Congreso Latinoamericano y del Caribe de Platanos y Bananos. Colombia. Memorias.

- MUSALAC. 2011. Recomendaciones para viajeros. [www.musalac.org](http://www.musalac.org) también [http://banananetworks.org/musalac/files/2013/06/RECOMENDACIONES\\_para\\_viajeros\\_09062011\\_Espanhol.pdf](http://banananetworks.org/musalac/files/2013/06/RECOMENDACIONES_para_viajeros_09062011_Espanhol.pdf).
- OIRSA (Organismo Regional Internacional de Sanidad Agropecuaria). 2009. Reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la raza tropical 4 de *Fusarium*, BBTV y otras plagas de musáceas para la región del OIRSA, América Latina y el Caribe. Documentos de Programa y Resúmenes de la Reunión OIRSA Sede Central, San Salvador, El Salvador. 72 p.
- Ordoñez, N.; F. García; H. Laghari; M. Akkary; E. Harfouche; B. Awar. 2015. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 causing Panama disease in Cavendish bananas in Pakistan and Lebanon. *Plant Dis. Notes*. 100:209. doi: 10.1094/PDIS-12-14-1356-PDN.
- Ploetz, R.; S. Freeman; J. Konkol; A. Al-Abed; Z. Naser; K. Shalan; R. Barakat; Y. Israeli. 2015. Tropical race 4 of Panama disease in the Middle East. *Phytoparasitica* (2015) 43:283–293. DOI 10.1007/s12600-015-0470-5.
- Vézina, A. 2019. Tropical race 4. in *Musapedia*, the Banana Knowledge Compendium (Montpellier: Bioversity International). ROMUSA. Available online at: <http://www.promusa.org/Tropical+race+4+-+TR4> (Consultado: 6 mayo 2019).
- Zheng, S.J.; F.A. García-Bastidas; X. Li; L. Zeng; T. Bai; S. Xu; K. Yin; H. Li; G. Fu; Y. Yu; L. Yang; H.C. Nguyen; B. Douangboupha; A.A. Khaing; A. Drenth; M.F. Seidl; H.J.L. Meijer and G.H.J. Kema. 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