

Nota Técnica

# Raza 4 Tropical de la Enfermedad de Panamá en Cultivos de Banano



Asuntos ambientales,  
sociales y de  
gobernanza



Agronegocios



**Datos de catalogación en publicación brindados por el Banco Interamericano de Desarrollo**

**Biblioteca Felipe Herrera**

Rueda, José Luis.

Nota Técnica: Raza 4 tropical de la enfermedad de Panamá en cultivos de banano/José Luis Rueda, Randy C. Ploetz.

p. cm.

Incluye referencias bibliográficas.

1. Fusarium wilt of banana.

1. Fusariosis del banano. 2. Control de enfermedades y plagas del banano. I. Ploetz, Randy C. II. BID Invest. División Ambiental, Social y de Gobernanza. III. Título. Division. III. Title.

Copyright © [2020] Corporación Interamericana de Inversiones (BID Invest). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento – No Comercial – Sin Obras Derivadas(CC BY-NC-ND 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo a BID Invest. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras de BID Invest que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de UNICITRAL. El uso del nombre de BID Invest para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo de BID Invest, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

BID Invest y sus respectivos empleados o representantes no garantizan la exactitud, confiabilidad o integridad del contenido incluido en esta publicación, o las conclusiones o juicios aquí descritos, y no aceptan responsabilidad alguna por omisiones, errores o declaraciones engañosas (incluyendo, sin limitación, errores tipográficos y errores técnicos) en el contenido en absoluto, o por la confianza en el mismo. Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en esta publicación pertenecen a sus autores y, como tales, no reflejan necesariamente las opiniones de los Directores Ejecutivos de la Corporación Interamericana de Inversiones o de los gobiernos que representan.

Algunas partes de esta publicación pueden tener enlaces a sitios de Internet externos, y otros sitios de Internet externos pueden tener enlaces a esta publicación. BID Invest no es responsable del contenido de ninguna referencia externa.

Nada de lo contenido en este documento constituirá o se considerará una limitación o renuncia a los privilegios e inmunidades de BID Invest, todos los cuales están reservados específicamente.



BID Invest, miembro del Grupo BID, es un banco de desarrollo multilateral cuyo compromiso radica en promover el desarrollo económico de sus países miembros en América Latina y el Caribe a través del sector privado.

## Índice

Acrónimos.....	6
Agradecimientos.....	7
Resumen ejecutivo.....	7
¿Qué es la R4T?.....	8
El COVID-19 y el abastecimiento del banano.....	9
Gestión de la R4T.....	10
Medidas de prevención.....	10
Identificación temprana.....	10
Dificultad de gestión.....	11
Fitosanidad.....	12
¿Hacia dónde vamos?.....	13
Referencias.....	16
Glosario.....	17

## Acrónimos

AOC	África Oriental y Central
CORBANA	Corporación Bananera Nacional (Costa Rica)
COVID-19	Enfermedad del coronavirus de 2019
SGAS	Sistema de Gestión Ambiental y Social
FOC	Fusarium oxysporum f. sp. cubense
VCTGC	Variantes de cultivo de tejido de Giant Cavendish
BID Invest	Brazo del sector privado del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo
ALC	América Latina y el Caribe
PYME	Pequeñas y medianas empresas
R4T	Raza 4 tropical de Fusarium oxysporum f. sp. cubense
CV	Compatibilidad vegetativa

## Agradecimientos

El desarrollo del contenido científico de la “Nota Técnica: Raza 4 tropical de la enfermedad de Panamá en cultivos de banano” fue liderado por José Luis Rueda, Oficial Líder Ambiental y Social, con el aporte de Angela Miller, Oficial Principal Ambiental y Social, y Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Jefe de División, Ambiental, Social y de Gobierno Corporativo de BID Invest. El contenido de esta guía fue redactado por el Dr. Randy C. Ploetz (Profesor Emérito, Universidad de Florida-Homestead, Florida) y el Dr. José Luis Rueda. El documento fue revisado por el Profesor Rodomiro Ortiz, Director de Genética y Cultivo de Plantas, Departamento de Cultivo de Plantas, Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas, Suecia. Un agradecimiento especial para Milena Correia Cafruni, Verónica Álvarez y David Peña por su colaboración. También agradecemos a Andre Drenth por la foto de la plantación de Cavendish afectada por la R4T en China continental. Las fotos de los síntomas de la enfermedad de Panamá del cuadro A pertenecen al Departamento de Agricultura y Pesca de Queensland. El diseño fue realizado por Manoela Tourinho D’Abreu, Arterleria.

## Resumen ejecutivo

Diversas enfermedades y nematodos constituyen las limitaciones bióticas más significativas de la producción del banano para consumo de fruta fresca para la exportación. La Raza 4 tropical (R4T) de la enfermedad de Panamá (causada por el Fusarium oxysporum f. sp. cubense [FOC]) afecta al subgrupo Cavendish, responsable del 47% de toda la producción mundial (virtualmente, toda la fruta exportada y más del 30% de toda la producción restante). El brote reciente de la R4T en Colombia amenaza el futuro de la producción para exportación de América Latina y el Caribe (ALC), desde donde se exporta la mayor cantidad de bananos a nivel mundial. Si bien existe una gran cantidad de literatura positiva sobre medidas biológicas, químicas y culturales, la gestión eficaz de la enfermedad está mayormente restringida al uso de cultivares resistentes en los sitios en los que el patógeno se encuentra establecido.

## ¿Qué es la R4T?

La raza 4 tropical (R4T) es una cepa del patógeno del banano *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (FOC). Este hongo causa la enfermedad de Panamá, también conocida como “fusariosis del banano”. La R4T es inusual, ya que afecta a cultivares que no se ven afectados por otras razas de FOC, como los del subgrupo Cavendish, Berangan y Pisang mas. No obstante, también afecta a cultivares que se ven impactados por otras razas de FOC, como los subgrupos Silk, Pome, Bluggoe y Gros Michel (en el pasado, el banano para consumo como fruta fresca que dominaba el comercio exportador a mediados del siglo XX). La amplia gama de hospedantes de la R4T es uno de los problemas principales a los que se enfrentan aquellos que gestionan la enfermedad que produce (Ploetz, 2015a, b).

Los primeros casos de una cepa de FOC (R4T) destructora de las Cavendish fue documentada en Taiwán en 1998. En menos de una década, la R4T se propagó por el Sudeste Asiático y fue encontrada en nuevas zonas, como: Australia, Israel, Jordania, Líbano, Mozambique, Myanmar, Omán y Vietnam.

Los daños causados por la R4T se hicieron patentes en la década de 1990 en los monocultivos de Cavendish recién sembrados en el Sudeste Asiático. La R4T se dispersó por el sur y oeste de Asia, además de Mozambique en África del Sur, hasta llegar a la Península de La Guajira en Colombia con el brote de 2019. Para ALC, resulta importante que el patógeno no siga expandiéndose. Resulta esencial que se contenga en Colombia, debido a que la R4T podría devastar las economías dependientes del banano de la región (Ploetz, 2015a).

Una buena parte de lo que se sabe de la enfermedad de Panamá y de cómo manejarla es información que se conoce hace ya varias décadas (Ploetz, 1994, 2015a,b; Stover, 1962). Resulta importante mencionar que la enfermedad de Panamá no puede controlarse ni con fumigantes ni con fungicidas. Además, el FOC puede sobrevivir en el suelo durante muchos años y, una vez que aparece en un campo, se propaga con relativa facilidad. El patógeno puede sobrevivir durante décadas ante la ausencia de un hospedante banano. Los monocultivos de Gros Michel de los que dependía el comercio inicialmente fueron devastados por la raza 1 de FOC, lo que llevó a una transición a los cultivares de Cavendish hacia mediados del siglo XX; esta especie resiste la raza 1, pero son sustitutos que distan de ser ideales. Por ejemplo, se debieron implementar medidas significativas de cosecha, manejo y envío en el caso de las Cavendish porque su fruto es mucho más delicado en su transporte que las de la especie Gros Michel.

Este documento constituye una nota técnica para la enfermedad de Panamá causada por la R4T, incluidas medidas de prevención, detección temprana y gestión cuando aparece.

## El COVID-19 y el abastecimiento del banano

La disponibilidad de alimentos se convirtió en una prioridad durante la pandemia de COVID-19 (Reardon et al., 2020). El banano (tanto el que se consume como fruta fresca como el que se usa para cocinar) como el plátano (que se usa solamente para cocinar) se consideran alimentos básicos en cerca de 80 países y alimentos nutritivos en épocas de catástrofe, lo que representa un buen indicador de la importancia de la banana en la cadena alimenticia mundial. Las respuestas de los gobiernos ante la pandemia de COVID-19 causaron una fuerte detracción de la economía mundial y problemas de flujo de efectivo para muchas empresas alimenticias locales. Los países productores de banana de ALC no son una excepción. A fin de asegurar la producción del banano y la continuidad del negocio, resulta esencial ofrecer condiciones de trabajo seguras y en las que se preserve la salud a los trabajadores agrícolas de conformidad con los requisitos de la Norma de Desempeño 2<sup>1</sup>. A fin de ayudarles a los clientes en esta tarea, BID Invest preparó la “Guía para el sector agrícola sobre el COVID-19”<sup>2</sup> dirigida a los trabajadores del campo, contratistas, proveedores, plantas procesadoras, viviendas de los trabajadores y transporte del personal a los lugares de trabajo.

En América Latina, el COVID-19 impactó a Ecuador, uno de los mayores exportadores de banano del mundo, con cerca de un tercio de las 20 millones de toneladas métricas de banano que se envían en el mundo. Aunque la producción de los campos bananeros no se detuvo, la pandemia significó un cuello de botella logístico temporario en el puerto de Guayaquil que causó la interrupción de los envíos (Crawford et al., 2020). La implementación oportuna de condiciones de trabajo seguras para evitar el COVID-19 que se implementaron en el puerto permitió retomar los envíos de banano. La interrupción de los cargamentos y la implementación de procedimientos de seguridad en la producción en el campo y en la cadena de valor de manera de cumplir con las reglamentaciones sanitarias del gobierno mientras se mantienen las operaciones en marcha están generando costos operativos mayores para los productores locales, con un recorte de los márgenes y la posibilidad de un alza en el precio al consumidor.

Como parte del Sistema de Gestión Ambiental y Social (SGAS) las empresas que participan en el negocio de la producción y exportación del banano pueden considerar la preparación de políticas y procedimientos que les permitan gestionar el COVID-19 de manera sistemática. La identificación de los riesgos e impactos llevará a las estrategias apropiadas para la prevención y un proceso de mitigación que podrá incluir:

- Los procedimientos y políticas de gestión sobre cómo determinar y gestionar los casos sospechosos e identificados. Los procedimientos comunicados claramente a todas las partes involucradas.
- Los procedimientos de prevención, entre los que se encuentran la higiene básica, el lavado de manos frecuente, el distanciamiento social, la limpieza, la desinfección, el uso de equipo de protección personal (contratistas, cadena de abastecimiento, visitantes, viviendas para los trabajadores, trabajadores migrantes y comunidades vecinas).
- Procedimientos de participación de los actores sociales y mecanismos de queja del SGAS.
- Además de las guías nacionales e internacionales del sistema de salud, se sugiere utilizar la Guía para el sector agrícola sobre COVID-19 de BID Invest.

<sup>1</sup> Para más información sobre las Normas de Desempeño, ingrese a [ifc.org/performancestandards](http://ifc.org/performancestandards).

<sup>2</sup> Para acceder a la publicación, ingrese a <https://idbinvest.org/es/download/9868>.

## Gestión de la R4T

El FOC puede sobrevivir en el suelo durante décadas y presenta múltiples formas de transmisión, entre las que se incluyen los materiales de siembra (brotes subterráneos infectados y malezas infectadas), la tierra y el agua (Ploetz, 2015b; Stover, 1962). Por lo tanto, la R4T puede diseminarse a través de los vehículos y el calzado que ingresa a las plantaciones. El FOC también tiene un largo período de latencia. La infección críptica evita la detección visual y eliminación de plantas enfermas, ya que es posible que ocurra una infestación generalizada antes de que se desarrolle algún síntoma. Los síntomas externos de la enfermedad suelen aparecer entre 2 y 9 meses después de que la planta haya sido infectada. Todos estos factores pueden hacer que la enfermedad de Panamá resulte especialmente complicada.

### MEDIDAS DE PREVENCIÓN

A fin de asegurar que las plantaciones no se infecten con la R4T, resulta muy importante monitorear y restringir el acceso y mantener los límites de la plantación cercados por fosos profundos y barreras vegetales, preferentemente los que eviten ingresos no autorizados. No obstante, dada la facilidad con la que se propaga el FOC y el prolongado período de latencia de la enfermedad, lograr la exclusión efectiva es difícil (Ploetz, 2015b; Stover, 1962). Cabe señalar que no existen fungicidas eficaces y que no se ha podido demostrar el control biológico asequible de la enfermedad de Panamá en el campo desde un punto de vista económico. Además, en el mejor de los casos, las modificaciones del suelo y las medidas culturales y físicas son eficaces de manera parcial o temporalmente solamente. Aunque se conocen suelos que suprimen la enfermedad, no pudo demostrarse la eficacia de transferir esta característica beneficiosa a los suelos permeables a la enfermedad. Normalmente, es posible continuar con la producción en suelos infestados solo de cultivares resistentes (Ploetz, 2015b). En general, pueden cultivarse cultivares sensibles en suelos sin patógenos, que cada vez son menores en número debido a la propagación del FOC. Por ejemplo, ya no es posible tener cultivares de Cavendish a gran escala en extensas zonas del Sudeste Asiático debido a la propagación de la R4T.

### IDENTIFICACIÓN TEMPRANA

Cuando no es posible excluir la R4T, la detección temprana de la enfermedad es crucial (Ploetz, 2015a, b). Los cultivares de Cavendish producidos para la exportación son resistentes a la raza 1 del FOC, que se encuentra muy presente en América Latina (donde la R4T no se ha expandido); por lo tanto, las plantas de Cavendish no deberían desarrollar síntomas de la enfermedad de Panamá en América Latina. La aparición de síntomas de la enfermedad de Panamá en las Cavendish constituye un primer indicio de que resulta necesario actuar de inmediato (ver los síntomas de la enfermedad de Panamá en el cuadro A).

Inicialmente, las plantas afectadas se mezclan con las plantas sanas y todos los que trabajan en las plantaciones deben realizar evaluaciones visuales frecuentes de las plantas enfermas en los campos de producción (Dita et al., 2018; Stover, 1962). Esto puede hacerse

mediante relevamientos desde tierra o drones aéreos que permiten abarcar áreas más extensas (si los drones identifican plantas sospechosas, debe realizarse una verificación en tierra de los síntomas).

Los trabajadores de campo deben estar entrenados para identificar los síntomas externos de la enfermedad de Panamá. Aunque los síntomas de la enfermedad de Panamá también se desarrollan a nivel interno (por ejemplo, decoloración u oscurecimiento de los elementos vasculares dentro del pseudotallo), los trabajadores de campo no deben realizar cortes a una planta que se sospecha está infectada para determinar si hay síntomas internos debido a que de esta forma se incrementa el riesgo de propagación del patógeno. Esto debe ser realizado por personal técnicamente capacitado. Una vez que se han observado síntomas de la enfermedad de Panamá en las plantaciones de Cavendish, se debe hacer participar a laboratorios de diagnóstico certificados por el gobierno (por ejemplo, CORBANA en Costa Rica) para asegurar un diagnóstico certero sin propagar el patógeno.

Para confirmar la presencia de la R4T, se pueden utilizar dos enfoques generales: 1) Pruebas de compatibilidad vegetativa (CV) (Ordoñez et al., 2015; Ploetz, 2006, 2015a; Ploetz y Correll, 1988), que llevan hasta dos semanas, o 2) pruebas moleculares, cuyos resultados se obtienen en menos tiempo que los de las pruebas de CV (Carvalho et al., 2019; Dita et al., 2010, 2018; Ordoñez et al., 2019). Existen diversos métodos moleculares, pero algunos de ellos no son confiables o dan resultados ambiguos (Ploetz, 2015a). Sin embargo, algunas medidas dadas a conocer hace poco son altamente específicas y pueden utilizarse para identificar la R4T en muestras ambientales, como en el suelo o el agua de riego (Ordoñez et al., 2019). Por ejemplo, el método Dita (también conocido como “Clear Detection Method”) es confiable si se evalúan las muestras de las plantas de banano sintomáticas (Dita et al., 2010, 2018). Cabe mencionar que se informó la no especificidad del método Dita por no haber sido utilizado para evaluar plantas de banano sintomáticas, por ejemplo, muestras ambientales (Magdama et al., 2019). Para un diagnóstico rápido, confiable y sensible de la R4T en plantas de banano sintomáticas debe utilizarse el método Dita.

Recientemente, se han desarrollado marcadores moleculares específicos de cepas FOC de África Oriental y Central (AOC) para la identificación del ADN del Linaje VI de FOC, tanto en ausencia como en presencia de ADN de banano. La disponibilidad de marcadores moleculares para pruebas de diagnóstico respaldaría las regulaciones de cuarentena en AOC y ayudaría en la detección de la resistencia del banano a FOC (Ndayihanzamaso et al. 2020).

### DIFICULTAD DE GESTIÓN

Existen opciones limitadas para la gestión de la enfermedad de Panamá (Ploetz, 2015a, b; Stover, 1962). Su naturaleza perenne complicó el desarrollo de medidas a largo plazo y se registró una muy mala resistencia en tipos de bananos importantes. En general, los cultivares de banano sensibles pueden cultivarse solo si se utilizan materiales de propagación libres de patógenos en suelos libres de patógenos. Las plántulas derivadas de cultivos de tejido son la fuente de material limpio más confiable, aunque son más susceptibles de contraer la enfermedad de Panamá que la “semilla” del banano en suelos infestados (Smith et al., 1998).

Las plántulas de cultivos de tejido deben utilizarse para diseminar este cultivo cuando resulte posible, ya que están libres de los hongos, bacterias y nematodos que afectan los bananos. Idealmente, deben clasificarse los virus de los materiales fuente de las plántulas (explantes) (por ejemplo, Banana bunchy top virus) para asegurar que las plántulas estén libres de los patógenos del banano.

Una vez que los campos o las plantas han sido infectados por el FOC, ya no existen medidas protectoras ni terapéuticas (Dita et al., 2018; Ploetz, 2015b; Stover, 1962). Ningún fungicida puede proteger los bananos de la infección ni curar eficazmente la enfermedad una vez que las plantas se han infectado. Desafortunadamente, el FOC reside en una ubicación protegida, el xilema del hospedante, y no existen productos eficaces que puedan controlar las infecciones sistémicas. Los fumigantes del suelo (por ejemplo, el bromuro de metilo-cloropicrina) y otras medidas no químicas (por ejemplo, las inundaciones) pueden eliminar el FOC de los suelos infestados, pero son costosos y tienen una eficacia temporal, ya que los suelos tratados vuelven a ser colonizados por el patógeno con rapidez.

En general, solo se pueden plantar cultivares resistentes en suelos infestados con el FOC (Ploetz, 2015b). No existen sustitutos resistentes a la R4T aceptables para los cultivares de Cavendish hasta la fecha. Desafortunadamente, los bananos que resisten la R4T dan pequeños racimos que no cumplen con las normas sensoriales ni estéticas que requieren las exportaciones y no existen sustitutos resistentes a la R4T de los cultivares de Grand Nain u otros cultivares de Cavendish de exportación. Las mejores opciones para producir bananos para consumo fresco en suelos infestados por R4T son selecciones de somaclones de Giant Cavendish (líneas VGCTC), Dwarf Cavendish (Guijiao N° 9) y otros cultivares de Cavendish tolerantes a la R4T (Hwang y Ko, 2004; Wei et al. 2018), aunque no son completamente resistentes y suelen no estar ampliamente disponibles. Por ejemplo, una selección superior de VGCTC 218 que funciona bien en suelos infestados de R4T se produce aparentemente en Mindanao (Filipinas). Es importante mencionar que las selecciones somaclonales presentan ciclos de producción más prolongados, menor peso de los racimos y atados que son difíciles de embalar en las cajas estándar de 15 o 18 kilogramos.

Hasta que se encuentren mejores sustitutos que los cultivares de Cavendish ampliamente disponibles, existirá la necesidad crítica de impedir la expansión de la R4T en el hemisferio occidental y restringir los brotes cuando ocurran en una determinada región o plantación. Algunas medidas clave para su gestión son los esfuerzos de colaboración regional y la concientización sobre el posible impacto de la R4T una vez que se haya propagado por una determinada área (Montiflor et al., 2019). A nivel de los establecimientos agrícolas, en cuanto se confirma la R4T, se debe restringir el acceso a las plantas afectadas, idealmente mediante cercos y fosos alrededor de las capas de hierba afectadas y adyacentes a las capas de hierba no sintomáticas (Dita et al., 2018). Además, el acceso a las plantaciones afectadas debe restringirse mediante cercos y lavapiés con desinfectante.

## FITOSANIDAD

Deben cumplirse rigurosas medidas fitosanitarias cuando se haya confirmado la presencia del patógeno. Cuando resulte posible debe utilizarse agua de pozo (perforado) para el riego, ya que las aguas superficiales, como las de ríos y lagunas, se contaminan con el patógeno con facilidad.

Cuando la contaminación de las aguas superficiales represente una preocupación, se pueden descontaminar de la siguiente forma:

1. Procesos físicos, como el uso de filtros lentos de arena, la sedimentación y la destilación
2. Procesos biológicos, como carbón activado biológicamente
3. Procesos químicos, como la floculación y la cloración
4. Ósmosis inversa

Todos los trabajadores de los establecimientos agrícolas deben contar con calzado limpio a su disposición y debe controlarse estrictamente el tránsito de entrada y salida de las plantaciones. El siguiente video de YouTube describe estrategias para asegurarse de que se utilice calzado limpio: Bioseguridad en establecimientos agrícolas – Gestión del calzado <https://www.youtube.com/watch?v=FlxbM4Zb6es>.

Es necesario limpiar a fondo y desinfectar todos los vehículos, el calzado y el resto de la maquinaria y las herramientas que ingresen y egresen de las plantaciones. La eficacia de los diferentes desinfectantes es muy variada (Meldrum et al., 2013). Los compuestos de amoníaco cuaternario suelen ser eficaces, pero hasta los mejores productos no son eficaces de inmediato.

## ¿Hacia dónde vamos?

Los productores de banano se enfrentan a tiempos difíciles, ya que la R4T modifica profundamente la producción de Cavendish. Si no se implementan medidas preventivas, la R4T presenta problemas importantes para que los países productores de banano de ALC puedan mantener las operaciones esenciales de sus propias empresas para conservar la cadena de abastecimiento de banano en todo el mundo. Los llamados a la acción incluyen la implementación de políticas gubernamentales para evitar la diseminación de la enfermedad en otros países, la participación del sector privado, las inversiones a largo plazo para ayudar a implementar prácticas fitosanitarias y los enfoques científicos para asegurar la continuidad del negocio en las plantaciones. Las acciones sobre las medidas fitosanitarias deben incluir a los pequeños productores y las PYME de la cadena de abastecimiento, además de a la sociedad en su conjunto. Las posibles acciones de gestión sugeridas son:

### Sector privado

1. Idealmente, todas las plantaciones deben ser seguras (no permitir el ingreso no autorizado) y contar con un único punto de ingreso. Deben implementarse protocolos de desinfección rigurosos para los vehículos, el calzado, las herramientas, etc. que entren y salgan de las plantaciones.

- En aquellos lugares en los que hay R4T, la producción continuada se torna extremadamente difícil. Las condiciones fitosanitarias deben ser excelentes (por ejemplo, acceso restringido a las plantaciones, agua de riego limpia, material de siembra sin patógenos, aislamiento de la hierba afectada, desinfección e insumos higienizados, en especial, de riego).
- Vigilancia frecuente de las plantaciones en busca de plantas sospechosas o sintomáticas (la fusariosis del banano no debería desarrollarse en los cultivares de Cavendish).
- Deben implementarse protocolos claros respecto de las muestras que se tomen para diagnóstico, además de una cadena de mando para tales muestras (a quién y de qué forma realizar los envíos o mandar por correo).
- Contar con material de siembra libre de patógenos es una necesidad imperiosa. Cuando no se encuentra R4T en la zona, la exclusión resulta esencial. Debe ponerse en práctica la movilización segura de germoplasma de banano utilizando plántulas derivadas de cultivos de tejido del material clasificado con virus. Para asegurarse de evitar la enfermedad, debe controlarse y restringirse el acceso a las plantaciones.
- Se deben identificar las prioridades de investigación o trabajo para los próximos 5 y 10 años relacionadas al control integrado de R4T en los campos de agricultores y plantaciones de banano en el continente americano.

#### Organismos fitosanitarios nacionales

- Idealmente, los puertos de entrada internacional deben contar con perros sabuesos para excluir el material de siembra extranjero. Contar con personal entrenado y máquinas de rayos X es un activo útil adicional.
- En la mejor situación, cada país debería tener un laboratorio de detección molecular especializado en el que se pudieran procesar las muestras de plantas sospechosas para detectar R4T.
- Vigilancia frecuente de las zonas de producción en busca de plantas sospechosas.
- Se debe contar con una clara cadena de mando respecto de las muestras y protocolos de muestreo.
- Capacitación para permitir que el personal de las plantaciones pueda identificar los síntomas de fusariosis del banano y habilitar un muestreo adecuado para la realización del diagnóstico. También puede resultar necesario capacitar al personal de los laboratorios de diagnóstico.
- Cuando no sea posible continuar con la producción multiciclo (cuando ocurra una infestación extendida), debe accederse a somaclones y someterlos a prueba en estrecha colaboración con el sector privado para lograr un buen desempeño y la aceptación del mercado.

### CUADRO A: SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD DE PANAMÁ

#### Hojas amarillentas

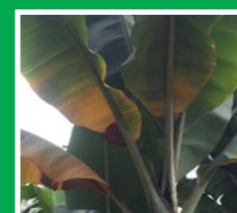
Es probable que ocurra primero en las hojas más bajas y viejas, y desde los bordes de la hoja y hacia la vena central. Puede que la planta pierda su color verde saludable.

#### Hojas marchitas

Las hojas afectadas se marchitan y caen, y luego forman un manto de hojas muertas alrededor de las plantas afectadas. Algunas de las hojas podrían ponerse amarillas o seguir verdes y erguidas.

#### Tallos agrietados

Las grietas suelen nacer en la base de la planta y extenderse un par de capas hacia adentro del tallo. En etapas más avanzadas de la enfermedad aparecen más arriba y más profundo en el tallo.



**Etapas tempranas de la infección por R4T: bordes de las hojas amarillos**

© Departamento de Agricultura y Pesca



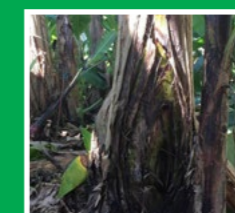
**Etapas avanzadas de la infección: manto de hojas marchitas alrededor del tallo**

© Departamento de Agricultura y Pesca



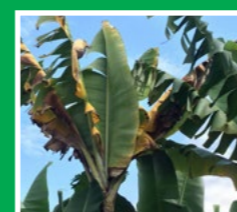
**Etapas tempranas de la infección por R4T: toda la hoja está amarilla y los bordes se ponen color café**

© Departamento de Agricultura y Pesca



**A veces puede ocurrir una división del tallo**

© Departamento de Agricultura y Pesca



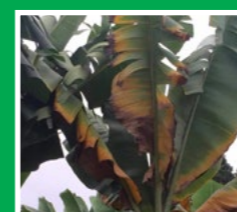
**Etapas intermedias de la infección: más hojas café y hojas que comienzan a marchitarse**

© Departamento de Agricultura y Pesca



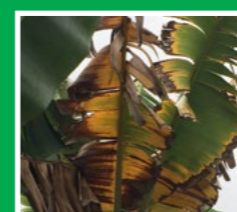
**Síntoma interno de la R4T de Panamá: decoloración rojiza amarillada del pseudotallo interno. Nota: Si piensa que la planta se encuentra infectada con la R4T de Panamá, no la corte para buscar la decoloración en el interior.**

© Departamento de Agricultura y Pesca



**Etapas avanzadas de la infección: las hojas se marchitan y caen alrededor del pseudotallo**

© Departamento de Agricultura y Pesca



**Etapas avanzadas de la infección: bordes de las hojas color café y más amarillo**

© Departamento de Agricultura y Pesca

#### Fuentes:

Gobierno de Queensland, (sin fecha). "Panama disease tropical race 4 (TR4)". Obtenido en: <https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/crop-growing/priority-pest-disease/panama-disease>  
 Gobierno de Queensland y Horticulture Innovation Australia (2015). "Panama disease tropical race 4: Identifying and reporting suspect plants". Obtenido en: <https://www.youtube.com/watch?v=DheDd8JIUE>



## Referencias

- Carvalho LC, Henderson J, Rincon-Florez VA, O'Dwyer C, Czislowski E, Aitken EAB and Drenth A (2019). "Molecular diagnostics of banana fusarium wilt targeting secreted-in-xylem genes". *Front. Plant Sci.* 10:547. doi: 10.3389/fpls.2019.00547
- Crawford A, Kueffner S (2020) "Disease is ravaging the \$25 billion banana industry". *Bloomberg News*. <https://www.bloomberg.com/news/features/2020-05-22/the-25-billion-banana-industry-is-being-ravaged-by-disease> (obtenido el 22 de mayo de 2020).
- Dita MA, Waalwijk C, Buddenhagen IW, Souza MT Jr, Kema GHJ (2010). "A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana fusarium wilt pathogen". *Plant Pathol.* 59: 348-357. doi: 10.1111/j.1365-3059.2009.02221.x
- Dita M, Barquero M, Heck D, Mizubuti ESG, Staver CP (2018). "Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management". *Front. Plant Sci.* 9:348-357. doi: 10.3389/fpls.2018.01468
- Hwang S-C, Ko W-H (2004). "Cavendish banana cultivars resistant to fusarium wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan". *Plant Disease* 88:580-588
- Magdama F, Monserrate-Maggi L, Serrano L, Sosa D, Geiser DM, Jimenez-Gasco MdM (2019). "Comparative analysis uncovers the limitations of current molecular detection methods for *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense race 4 strains". *PLoS ONE* 14(9): e0222727. doi: 10.1371/journal.pone.0222727
- Meldrum RA, Daly AM, Tran-Nguyen LTT, Aitken EAB (2013). "The effect of surface sterilants on spore germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4". *Crop Protect.* 54:194-198
- Montiflor MO, Vellema S, Digal LN (2019). "Coordination as management response to the spread of a global plant disease: a case study in a major Philippine banana production area". *Front. Plant Sci.* 10:1048. doi: 10.3389/fpls.2019.01048
- Ndayihanzamaso P, Karangwa P, Mostert D, Mahuku G, Blomme G, Beed F, Swennen R, & Viljoen A. (2020). The development of a multiplex PCR assay for the detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense lineage VI strains in East and Central Africa. *European Journal of Plant Pathology* (2020).
- Ordoñez N, Salacinas M, Mendes O, Seidl MF, Meijer HJG, Schoen CD, Kema GHJ (2019). "A loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay based on unique markers derived from genotyping by sequencing data for rapid in planta diagnosis of Panama disease caused by tropical race 4 in banana". *Plant Pathol.* 68:1682-1693. doi: 10.1111/ppa.13093
- Ordoñez N, Seidl MF, Waalwijk C, Drenth A, Kilian A, Thomma BPHJ, et al. (2015). "Worse comes to worst: bananas and Panama disease—when plant and pathogen clones meet". *PLoS Pathog.* 11:e1005197. doi: 10.1371/journal.ppat.1005197
- Ploetz R (1994). "Panama disease: return of the first banana menace". *Int. J. Pest Manage.* 40:326-336. doi: 10.1080/09670879409371908
- Ploetz RC (2006). "Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense". *Phytopathology* 96:653-656. doi: 10.1094/PHYTO-96-0653
- Ploetz RC (2015a). "Fusarium wilt of banana". *Phytopathology* 105:1512-1521. doi: 10.1094/PHYTO-04-15-0101-RVW
- Ploetz RC (2015b). "Management of fusarium wilt of banana: a review with special reference to tropical race 4". *Crop Prot.* 73 (Supp. C):7-15. doi: 10.1016/j.cropro.2015.01.007
- Ploetz RC, Correll JC (1988). "Vegetative compatibility among races of *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense". *Plant Dis.* 72:325-328
- Gobierno de Queensland, (sin fecha). "Panama disease tropical race 4 (TR4)". Obtenido en: <https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/crop-growing/priority-pest-disease/panama-disease>
- Gobierno de Queensland y Horticulture Innovation Australia (2015). "Panama disease tropical race 4: Identifying and reporting suspect plants". Obtenido en: <https://www.youtube.com/watch?v=DheDd8JIIUE>
- Reardon T, Bellemare M, Zilberman D (2020). "How COVID-19 may disrupt food supply chains in developing countries". *International Food Policy Research Institute, Washington DC* <https://www.ifpri.org/blog/how-covid-19-may-disrupt-food-supply-chains-developing-countries> (obtenido el 2 de abril de 2020).
- Smith MK, Whaley AW, Searle C, Langdon PW, Schaffer B, Pegg KG (1998). "Micropropagated bananas are more susceptible to fusarium wilt than plants grown from conventional material". *Aust. J. Agric. Res.* 49:1133. doi: 10.1071/A98013
- Stover R (1962). "Fusarial wilt (Panama disease) of bananas and other *Musa* Species". *Commonwealth Mycological Institute, Kew, Reino Unido*
- Wei, S.-I., Huang, S.-m., Wei, L.-p., Wei, D., Li, C.-s., Qin, L.-y., Tian, D.-c., Zhang, J.-z., Zhou, W., Long, S.-f. & Yang, L. (2016). "Breeding on new banana variety Guijiao 9 resistant or tolerant to *Fusarium wilt* (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense, race 4) and its high-yield cultivation technologies". *J. Southern Agric.* 47:530-536. doi: 10.3969/j.issn.2095-1191.2016.04.530

## Glosario

### Cultivar

Grupo de plantas seleccionadas artificialmente por diversos métodos a partir de un cultivo más variable, con el propósito de fijar en ellas caracteres de importancia para el obtentor que se mantengan tras la reproducción.

### Germoplasma

[1] Conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras.

[2] Recursos genéticos vivos, como semillas o tejidos, que se mantienen con el propósito de reproducir y preservar animales y plantas, y otros usos de investigación.

### Infección críptica

Patógeno(s) que mantiene(n) un estilo de vida persistente en la planta sin causar síntomas aparentes.

### Monocultivo

Práctica agrícola consistente en cultivar un solo cultivo en toda una explotación o zona (FAO).

### Pseudotallo

Un tallo falso hecho de las bases enrolladas de las hojas, que pueden tener 2 o 3 m de altura como en el plátano o banano.

### Somaclon

Planta cuya variación observada han sido producida después del cultivo de tejidos vegetales. Los reordenamientos cromosómicos u otras mutaciones son una fuente importante de esta variación.

### Xilema

También conocido como leña o madera, es un tejido vegetal lignificado de conducción que suministra líquidos de una parte a otra de las plantas vasculares. Transporta agua, sales minerales y otros nutrientes desde la raíz hasta las hojas de las plantas.

### PARA MÁS INFORMACIÓN, VISITAR LOS SIGUIENTES SITIOS:

#### Información general:

<https://www.youtube.com/watch?v=onPpPeTGESE>

#### Cooperación australiano-filipina:

<https://www.youtube.com/watch?v=GAZGa1v7u8A>

#### Información regional (OIRSA):

<http://www.musalit.org/seeMore.php?id=14819>

#### Planes nacionales de contingencias

<http://www.fao.org/3/a0450e/a0450e.pdf>

#### Manual técnico, FAO

[https://urldefense.proofpoint.com/v2/url?u=http-3A\\_\\_www.fao.org\\_fileadmin\\_templates\\_banana\\_documents\\_Docs-5FResources-5F2015\\_TR4\\_13ManualFusarium.pdf&d=DwMFaQ&c=sJ6xIWYx-zLMB3EPkvcnVg&r=xjGIAo9lVrIXl-rHg7j9Bw&m=1QdAbAV9qCLT4I8meJ6E-SmGWL0MIJPI5W69wOn4R-Q&s=IrbkOfBPO9\\_DfsUdCr6ogiQNCcR6rbzNLFx0QfBo4o&e=](https://urldefense.proofpoint.com/v2/url?u=http-3A__www.fao.org_fileadmin_templates_banana_documents_Docs-5FResources-5F2015_TR4_13ManualFusarium.pdf&d=DwMFaQ&c=sJ6xIWYx-zLMB3EPkvcnVg&r=xjGIAo9lVrIXl-rHg7j9Bw&m=1QdAbAV9qCLT4I8meJ6E-SmGWL0MIJPI5W69wOn4R-Q&s=IrbkOfBPO9_DfsUdCr6ogiQNCcR6rbzNLFx0QfBo4o&e=)

#### Información y cifras sobre la banana, FAO

<http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/bananas/bananafacts/en/#.XqNe28hKhPY>

#### APSnet

<https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Documents/2005/PanamaDisease1.pdf>

# Continuemos la conversación

---



-  [idbinvest.org/blog](https://idbinvest.org/blog)
-  [idbinvest.org/linkedin](https://idbinvest.org/linkedin)
-  [idbinvest.org/twitter](https://idbinvest.org/twitter)
-  [idbinvest.org/facebook](https://idbinvest.org/facebook)



Asuntos ambientales,  
sociales y de  
gobernanza



Agronegocios