

BOLETÍN No. 6

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES - CORBANA

Medidas de bioseguridad para la prevención del marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical (Foc R4T) en fincas bananeras



Leonardo Pérez-Sánchez, Marylin Sánchez, Claudiana Carr, Ricardo Villalta y Mauricio Guzmán
Eje Fitoprotección, Dirección de Investigaciones CORBANA

Medidas de bioseguridad para la prevención del marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical (Foc R4T) en fincas bananeras



Diagramación e impresión:

Grupo Gráfico, San José, Costa Rica. Tel. (506) 22581818

Diagramación: Keren Rojas Fernández

Fotografías de portada:

Recuadro izquierdo: plantas de banano del subgrupo Cavendish (*Musa* AAA) afectadas por Foc R4T en Taiwán (Cortesía M. Dita, EMBRAPA, Brasil).

Recuadros derechos en orden de la parte superior a inferior: aislamiento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 1 (Foc R1) en medio K2 de Komada, macro y microconidios de Foc R1, clamidósporas de Foc R1 en raíces de Gros Michel (*Musa* AAA) y síntomas de Foc R1 a lo interno del cormo en una planta de Gros Michel (Fotos: M. Sánchez, C. Carr y M. Guzmán, CORBANA, Costa Rica).

La Rita de Pococí, Limón, Costa Rica

Agosto de 2019



Medidas de bioseguridad para la prevención del marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical (Foc R4T) en fincas bananeras

Leonardo Pérez-Sánchez, Marylin Sánchez, Claudiana Carr, Ricardo Villalta y Mauricio Guzmán

Contenido

Contenido	I
Lista de figuras	II
Lista de cuadros.....	IV
Prefacio.....	V
Introducción	1
Objetivo de este boletín.....	2
Síntomas del marchitamiento por <i>Fusarium</i>	2
Organismo causal	6
Hospedantes y hospedantes alternativos de Foc.....	7
Musáceas hospedantes.....	7
Heliconias hospedantes alternativos.....	7
Arvenses hospedantes alternativos.....	9
Medios de diseminación del patógeno.....	11
Importancia de Foc R4T	12
Distribución mundial de Foc R4T.....	13
Medidas de bioseguridad	15
Legislación y combate legal de Foc R4T.....	15
Medidas de bioseguridad fuera de la finca.....	16
Resguardo y defensa de linderos de la finca.....	16
Entrada principal de la finca.....	19
Componentes básicos de la entrada principal	20
Medidas de bioseguridad dentro de la finca.....	23
Estacionamiento	23
Cambio de calzado del visitante	23
Construcción de pediluvios	25
Manejo y desinfección de herramientas.....	28
Capacitación del personal, información y rotulación.....	31
Manejo de plantas con síntomas sospechosos de Foc R4T	34
Literatura citada	36



Lista de figuras

- Figura 1.** Patologías generales del mal de Panamá o marchitamiento por *Fusarium* causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 1 en banano Gros Michel cv. ‘Cocos’ (*Musa* AAA) en La Rita, Pococí, Limón, Costa Rica. **A.** Marchitamiento y muerte repentina. **B.** Alteraciones en el crecimiento y muerte progresiva. Foto: M. Guzmán, CORBANA. 3
- Figura 2.** Síntomas de las dos patologías del marchitamiento por *Fusarium* causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 1 en banano Gros Michel cv. ‘Cocos’ (*Musa* AAA) en La Rita, Pococí, Limón, Costa Rica. **A.** Marchitamiento y muerte repentina. **B.** Alteraciones en el crecimiento con marchitamiento y muerte progresiva. **C.** Presencia de síntomas internos en yaguas, cormo, pseudotallo y vena central. Nótese que la fruta no presenta síntomas de la enfermedad. Fotos: M. Sánchez y M. Guzmán, CORBANA. 4
- Figura 3.** Racimos de plantas de banano Gros Michel cv. ‘Cocos’ (*Musa* AAA) afectadas por Foc raza 1 en 28 Millas, Matina, Limón, Costa Rica. Nótese la atrofia en el desarrollo del racimo (frutos pequeños y delgados) y la ausencia de síntomas internos en raquis, corona y frutos. Fotos: M. Sánchez, CORBANA..... 5
- Figura 4.** **A.** Cultivo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (Foc) a partir de haces vasculares de banano Gros Michel (*Musa* AAA) en medio K2 de Komada, con 4 días de crecimiento a 27 °C con luz continua. **B.** Macro y microconidios y **C.** Estructuras de supervivencia (clamidósporas) de Foc raza 1. Fotos: M. Sánchez, M. Guzmán y C. Carr, CORBANA..... 7
- Figura 5.** Musáceas seminíferas potencialmente hospedantes u hospedantes alternativos de Foc R4T. **A.** Abacá (*Musa textilis*) lo cultivan algunos productores de banano de exportación en franjas a orilla de caminos y pequeños productores para vender la fibra extraída de los pseudotallos. **B.** *Musa balbisiana* se utiliza en linderos para reducir la deriva de los fungicidas aplicados por aspersión aérea para el combate de la Sigatoka negra debido a su mayor altura respecto a los cultivares Cavendish y su resistencia natural a esta enfermedad. Banco de germoplasma de CORBANA, La Rita de Pococí, Limón, Cota Rica. Fotos: M. Sánchez, CORBANA. 8
- Figura 6.** Especies de heliconias potencialmente hospedantes u hospedantes alternativos de Foc R4T en América Tropical..... 9
- Figura 7.** Algunas arvenses descritas como hospedantes alternativos de Foc. **A.** Cucaracha (*Commelina diffusa*), **B.** Zacate Honduras (*Ixophorus unicus*), **C.** Zacate Pará (*Panicum purpurascens*), **D.** Cyperacea (*Cyperus luzulae*), **E.** Gamalote (*Paspalum fasciculatum*), **F.** *Chloris inflata*, **G.** *Euphorbia heterophylla*, **H.** *Tridax procumbens* y **I.** *Cyanthilium cinereum*..... 10
- Figura 8.** El patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* puede diseminarse por diversos medios como lo muestra el esquema. Fuente: Modificado de Hwang y Ko (2004) por M. Guzmán, M. Sánchez y M. Dita, CORBANA-EMBRAPA..... 12

- Figura 9.** Ubicación de los países con presencia de Foc R4T en el mundo (rojo), países en alto riesgo (naranja), en riesgo (verde) y el año en que fue oficialmente declarado. Fuente: Modificado de FAO 2017 por J.A. Guzmán, L. Pérez-Sánchez y M. Guzmán, CORBANA. 14
- Figura 10.** Fotografía aérea de finca bananera para identificar los puntos de mayor riesgo. Inicialmente se deben resguardar linderos con calle pública, poblados y entrada principal, como medida de prevención contra Foc R4T. Fuente: E. Bolaños, CORBANA. 17
- Figura 11.** Construcción de canal periférico, siembra de cerca viva y combinación de ambas en los linderos de fincas bananeras como defensa y medida de control de ingreso de personas y animales. Adicionalmente, colocación de rótulos con indicaciones de restricción de acceso. Fotos: L. Pérez-Sánchez y M. Guzmán, CORBANA. 18
- Figura 12.** Ejemplo de entrada principal a una finca bananera con portón para control de ingreso. Adicionalmente, la entrada presenta un vigilante, pediluvio y rótulos alusivos a la prevención de Foc R4T. En este punto o cercano al mismo se puede instalar un arco para desinfección de vehículos y camiones. Foto: L. Pérez-Sánchez, CORBANA. 19
- Figura 13.** Ejemplo de bitácora para el registro de visitantes. El propósito es conocer la trazabilidad del visitante antes de su ingreso y durante su permanencia en la finca. 20
- Figura 14.** Ejemplos de facilidades para desinfección de vehículos, camiones y maquinaria. **A.** Arco de desinfección en finca bananera en Brasil. **B.** Desinfección mediante el uso de bomba manual de espalda en una finca bananera de Costa Rica, nótese el correcto humedecimiento del rodaje del vehículo. **C.** Arco de desinfección en una finca de Costa Rica, nótese la aguja para el control de ingreso. **D.** Dispositivo para fumigación de la parte inferior del vehículo del arco mostrado en C. Fotos: M. Guzmán, CORBANA. 22
- Figura 15.** Se recomienda que los visitantes que se dirijan al campo o deban transitar largas distancias utilicen botas de hule, preferiblemente blancas, para distinguirlos con facilidad del personal de la finca (**A**); los que solo visitarán la planta empacadora o recorrerán distancias cortas pueden usar cubrebotas plásticos (**B**), siempre que no exista riesgo que se rompan por el contacto con el piso. Fotos: M. Sánchez, CORBANA. 24
- Figura 16.** Algunos ejemplos de pediluvios que se pueden utilizar en las fincas para diferentes propósitos: **A.** De concreto en la entrada a la planta empacadora. **B.** Entrada a la plantación. **C.** De bajo costo construido con la base de un estañón plástico de 200 L y **D.** De acero inoxidable y con tapa (flecha color amarillo). Fotos: M. Guzmán, C. Carr y L. Pérez-Sánchez, CORBANA..... 26
- Figura 17.** “Ingrese limpio y salga limpio”. Ejemplo de pediluvio en punto de ingreso a la plantación. El mismo se construyó sobre un puente para evitar su evasión y de dimensiones mínimas para racionalizar el gasto de desinfectante y costo por mantenimiento. Foto: M. Guzmán, CORBANA... 27
- Figura 18.** “No hay desinfección sin limpieza”. Facilidades para eliminación del exceso de suelo del calzado previo al ingreso al pediluvio al salir de la finca, lo que le dará una mayor vida útil a la solución

desinfectante y permitirá una desinfección más efectiva. Se debe evitar que los residuos del lavado vayan a un drenaje y más bien dirigirlos a una fosa sanitaria. Nótese en las fotos inferiores la adaptación de un tipo de cepillo en el lavado para restregar la bota de hule y así facilitar la eliminación de suelo (Finca Agropacuare, Costa Rica). Fotos: D. Bolaños y M. Guzmán, CORBANA. 28

Figura 19. La desinfección de la hoja de las herramientas se puede realizar introduciéndola en recipientes especiales (cuchumbos) para el caso de machetes **(A)**. También es necesario desinfectar puños y cabos, pudiéndose usar para esto trozos de espuma de poliuretano o bombas manuales **(B)** y las hojas de las palas se pueden desinfectar en baldes **(C)**. El trabajador debe usar equipo de protección personal (EPP) durante el proceso. Fotos: M. Sánchez..... 30

Figura 20. Pilas para la desinfección de herramientas. Es conveniente disponer en la finca de infraestructura adecuada para la desinfección de las herramientas de diferentes dimensiones (Finca Monte Bello, Costa Rica). Foto: L. Pérez-Sánchez, CORBANA..... 31

Figura 21. La capacitación se puede llevar a cabo por diferentes medios: talleres, mediante videos, charlas usando ayudas audiovisuales y en el campo mostrando la operación de las medidas de bioseguridad implementadas en la finca. Fotos: M. Sánchez, CORBANA. 32

Listado de cuadros

Cuadro 1. Documentos que regulan el combate legal y la prevención de Foc R4T en Costa Rica. Disponibles en: www.sfe.go.cr y www.corbana.co.cr..... 16

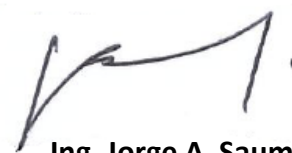
Cuadro 2. Lista de ingredientes activos y dosis de productos desinfectantes que han mostrado ser eficaces para eliminar clamidósporas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en presencia de suelo y material vegetal con efecto residual de más de una semana (Guzmán *et al.* 2018b). 27

Prefacio

Los cultivos de musáceas como el banano de exportación del subgrupo Cavendish (AAA) y otros de importancia local como el 'Criollo' (subgrupo Gros Michel AAA), 'Dátil' (subgrupo Sucrier AA), los plátanos (subgrupo Plantain, 'Falso Cuerno' y 'Dominico', AAB) y los 'Cuadrados' (subgrupo Bluggoe ABB), entre otros; están seriamente amenazados por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T) que provoca la enfermedad conocida como "marchitamiento por Fusarium" o "mal de Panamá". En las décadas de los 50s y 60s el mal de Panamá causó severos daños y ruina en las plantaciones de Gros Michel en América Latina y el Caribe. Foc R4T es una variante más agresiva y se estima que puede afectar hasta el 80 % de los cultivares de musáceas de importancia para el hombre. En los sitios donde está presente es devastadora, afecta la economía y la seguridad alimentaria, situación que lamentablemente lo están experimentando algunos países del Sureste Asiático, Oriente Medio, Oceanía, África y recientemente Suramérica. Se suma a esta problemática, el hecho que no se ha encontrado la manera de erradicarla y lo que se tiene como solución temporal, en el caso del banano de exportación Cavendish, es la resistencia parcial que presentan variantes somaclonales seleccionados en Taiwán, que como no es duradera, los campos deben sembrarse de nuevo después de transcurridos pocos ciclos de cosecha. En aquellos países donde la frontera agrícola es amplia, los productores emigran a nuevos sitios y donde no existe esta posibilidad, deben optar por un cambio de cultivo.

Foc R4T fue recientemente detectado en Suramérica, en la región de La Guajira en Colombia. Esta desafortunada situación representa una seria amenaza para toda América Latina y el Caribe (ALC). Es necesario informar a cada uno de los actores de la cadena de producción de musáceas, para que asuman el rol que les corresponde en cuanto a prevención, con el propósito de salvaguardar la producción de bananos y plátanos de ALC. La consigna debe ser evitar a toda costa la diseminación del patógeno y su ingreso a zonas y países libres de la plaga (exclusión), mediante un incremento significativo de la bioseguridad y paralelamente, prepararse adecuadamente para contenerla ante una eventual entrada.

La publicación de este boletín es una evidencia más del compromiso de CORBANA en la protección de la producción de musáceas de Costa Rica y en sus esfuerzos por la exclusión de Foc R4T de los países de ALC que se encuentran aún libres de la plaga. Además, de apoyar la gestión de erradicación-confinamiento en aquellos donde desafortunadamente ha ingresado o llegue a ingresar.



Ing. Jorge A. Sauma
Gerente General CORBANA

Introducción

En 1876 Bancroft en Australia describió por primera vez los síntomas del marchitamiento por *Fusarium* en banano y la presencia del hongo en el xilema de las plantas afectadas (Ploetz 2018). El mismo autor fue también el primero en reconocer la naturaleza contagiosa de la enfermedad y sugirió el uso de material limpio para el establecimiento de nuevas plantaciones (Pegg *et al.* 1996). Lamentablemente, todavía hoy, el patógeno se sigue dispersando por medio de material de siembra contaminado (cormos) para establecer nuevas plantaciones y por otros medios facilitados por el hombre y sus actividades.

Con la expansión de las siembras de banano Gros Michel para el mercado de exportación y el transporte poco controlado de material de siembra, el patógeno se fue dispersando entre países y dentro de los países. La enfermedad fue apareciendo paulatinamente en diferentes lugares. Los primeros informes de la presencia del marchitamiento por *Fusarium* en América Latina y el Caribe datan de 1890 en Costa Rica y Panamá; de aquí el nombre de “mal de Panamá”. Posteriormente, apareció en Jamaica en 1903, Trinidad en 1907, Cuba en 1908, Guatemala en 1910, Belice en 1913, Honduras en 1916 y en Colombia y Ecuador en 1929 (Ploetz 2018).

El mal de Panamá o marchitamiento por *Fusarium* fue la enfermedad más devastadora que afectó la producción comercial de banano en el hemisferio occidental entre 1900 y 1960. También provocó importantes pérdidas en Abacá en Centroamérica antes de 1956, cuando las siembras de este cultivo cesaron (Stover 1972). Ploetz (2005) estimó en US \$2 billones las pérdidas ocasionadas por el marchitamiento por *Fusarium* durante la era del Gros Michel (equivalente a aproximadamente US \$2,4 billones en 2016, Ploetz 2018). El marchitamiento por *Fusarium* obligó a una búsqueda constante por nuevas tierras para la siembra, usualmente bosques vírgenes, como una forma de escapar del problema.

Para sobrevivir, la industria de exportación se vio forzada a un cambio de variedad, del susceptible Gros Michel a los cultivares Cavendish resistentes (Stover 1972, Ploetz 2006a, Ploetz 2018). Los cultivares Cavendish se han mostrado sumamente resistentes durante muchos años de cultivo en suelos infestados por el patógeno en diferentes partes del mundo; no obstante, en tiempos recientes algunas cosas están cambiando y con mucha celeridad. Una nueva variante del patógeno, conocida como raza 4 tropical (Foc R4T), es capaz de romper la resistencia del Cavendish y de afectar muchos otros cultivares resistentes y susceptibles a las razas 1 y 2 (Moster *et al.* 2017, Ploetz 2018, Dita *et al.* 2018). Dada esta situación, es estrictamente necesario la adopción de medidas bioseguridad para evitar la dispersión de este peligroso patógeno.

Objetivo de este boletín

Orientar a los productores bananeros y de musáceas en general en la adopción e implementación de buenas prácticas agrícolas en bioseguridad para prevenir el ingreso y eventualmente la diseminación de Foc R4T en las fincas.

Síntomas del mantenimiento por Fusarium

Los síntomas del marchitamiento por Fusarium se pueden separar en dos tipos de patologías: **(i)** marchitamiento y muerte repentina y **(ii)** alteraciones en el crecimiento con marchitamiento y muerte progresiva (Sánchez *et al.* 2017). El primero se caracteriza por la aparición repentina de marchitamiento, clorosis y posterior muerte de la planta en poco tiempo (2-3 semanas) y en el segundo, las plantas manifiestan alteraciones en el crecimiento como abultamientos y aberturas en el pseudotallo y malformación de hojas nuevas. En ocasiones la planta puede recuperarse y parecer que está sana, posteriormente, vuelve a manifestar síntomas, llegando a morir en un lapso de 3 a 4 meses (Figura 1).

Conforme la enfermedad incrementa su severidad, las hojas se doblan producto del colapso de los pseudopetiolos formando una falda alrededor de la planta; posteriormente, la planta se marchita por completo y muere. Internamente, los tejidos de la planta se decoloran y se observan haces vasculares obstruidos color café o café rojizo en cormo, pseudotallo, pseudopetiolos y vena central de la hoja (Figura 2) (Alfaro *et al.* 2017, Carr *et al.* 2017, Sánchez *et al.* 2017, Ploetz 2018).

Los frutos de plantas afectadas por Foc no manifiestan ningún tipo de síntoma, como pudriciones, maduración prematura o decoloraciones internas, que sí pueden observarse con otras enfermedades. Lo único que se observa en el racimo de plantas afectadas por Foc es que el desarrollo de los mismos se atrofia debido al colapso de la planta y los frutos quedan pequeños y delgados, sin ningún tipo de síntoma a lo interno del mismo (Figura 3). Se ha visto que cuando la planta florece se vuelve más vulnerable al ataque del patógeno.

El período de incubación de Foc puede ser muy variable. Con la raza 1 de Foc en Gros Michel cv. 'Cocos' (AAA) y en 'Manzano' (AAB), tanto en inoculaciones controladas a nivel de invernadero, como en campo con plantas *in vitro* sembradas en suelos infestados, se han observado los primeros síntomas externos 4 semanas después de la siembra; no obstante algunas plantas han tardado hasta 3 a 4 meses para mostrar los primeros síntomas externos.

Esta variación en el período de incubación para la manifestación de síntomas externos está muy influenciado por diversos factores como: condiciones ambientales, nutrición, vigor de las plantas, condiciones físico-químicas del suelo y la incidencia de otras plagas como nematodos y picudo negro. También se ha observado que muchas de las plantas que no manifiestan síntomas externos en un período determinado al cortarlas presentan síntomas internos a nivel del cormo.



Figura 1. Patologías generales del mal de Panamá o marchitamiento por *Fusarium* causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 1 en banano Gros Michel cv. 'Cocos' (*Musa* AAA) en La Rita, Pococí, Limón, Costa Rica. **A.** Marchitamiento y muerte repentina. **B.** Alteraciones en el crecimiento y muerte progresiva. Foto: M. Guzmán, CORBANA.

CORBANA

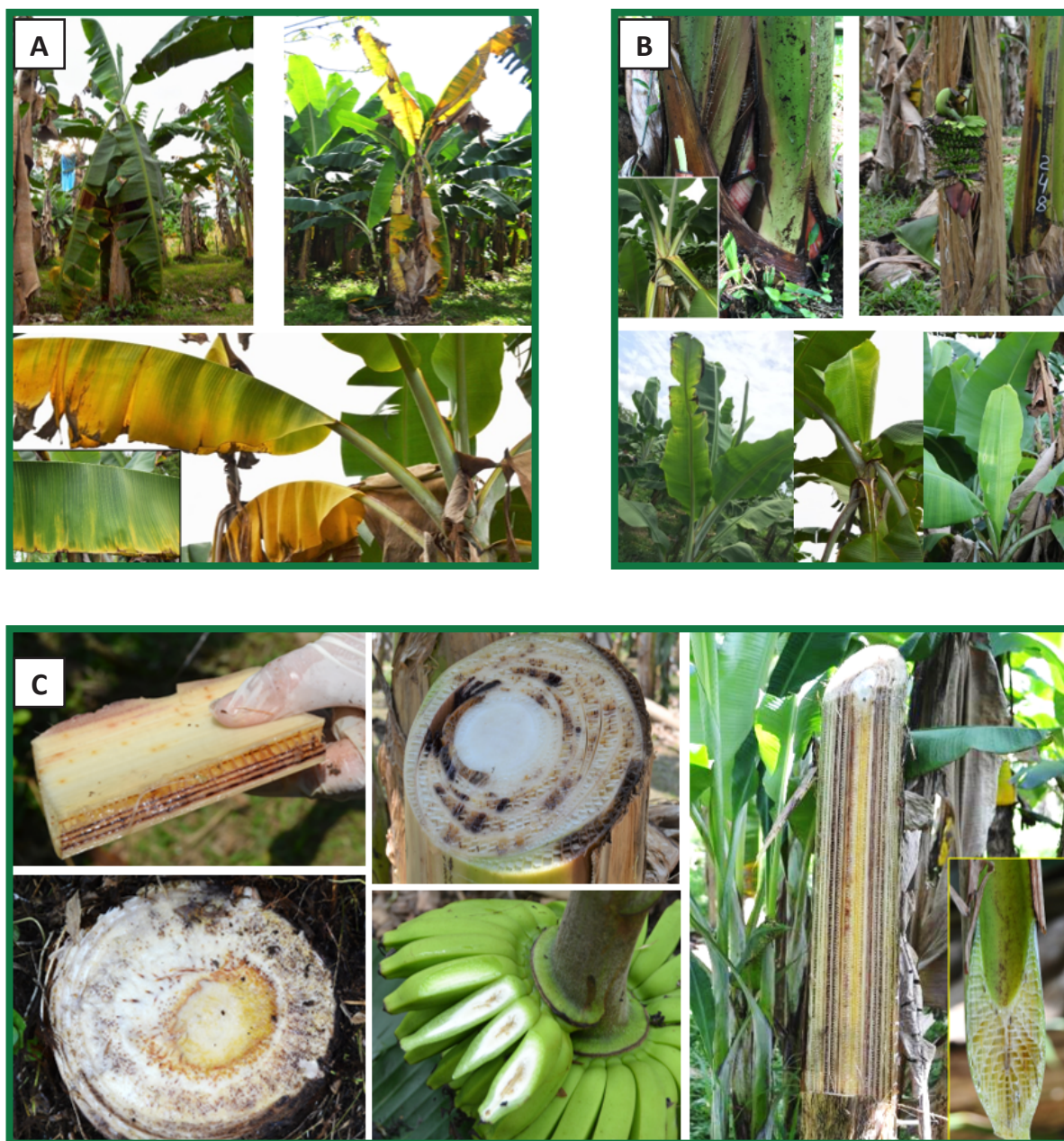


Figura 2. Síntomas de las dos patologías del marchitamiento por *Fusarium* causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1 en banano Gros Michel cv. 'Cocos' (*Musa* AAA) en La Rita, Pococí, Limón, Costa Rica. **A.** Marchitamiento y muerte repentina. **B.** Alteraciones en el crecimiento con marchitamiento y muerte progresiva. **C.** Presencia de síntomas internos en yaguas, cormo, pseudotallo y vena central. Nótese que la fruta no presenta síntomas de la enfermedad. Fotos: M. Sánchez y M. Guzmán, CORBANA.



Figura 3. Racimos de plantas de banano Gros Michel cv. 'Cocos' (*Musa* AAA) afectadas por Foc raza 1 en 28 Millas, Matina, Limón, Costa Rica. Nótese la atrofia en el desarrollo del racimo (frutos pequeños y delgados) y la ausencia de síntomas internos en raquis, corona y frutos. Fotos: M. Sánchez, CORBANA.

CORBANA

Organismo causal

El marchitamiento por *Fusarium* es causado por el hongo de suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc, Figura 4A). Existen diferentes razas patogénicas de Foc, descritas como razas 1, 2, 3 y 4, en concordancia con su habilidad para causar enfermedad a determinados cultivos de *Musa*. La raza 1 fue la responsable de las epidemias en Gros Michel, pero también puede afectar al 'Maqueño' (AAB, subgrupo Mai'a Maoli-Popoulu), 'Silk' (Manzano AAB), 'Pome' (Prata AAB), Pisang Awak (ABB) y Abacá. La raza 2 afecta los bananos de cocción del subgrupo Bluggoe (ABB) conocidos como 'Cuadrados' y la raza 3 a *Heliconia* spp.; aunque, los patógenos de *F. oxysporum* que afectan a las heliconias no están siendo considerados más como *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, dado que este grupo de plantas ya no forman parte de Musaceae; siendo ubicadas actualmente en Heliconiaceae (Ploetz 2018, Shirani-Bidabadi y Sijun 2018).

Hasta los 1980s se conocían básicamente las tres razas antes descritas. A finales de 1980s e inicios de 1990s se describió la raza 4, la cual a su vez se subdividió en dos: la raza 4 subtropical (R4S) que afecta en el subtrópico al 'Cavendish' (bajo estrés ambiental por baja temperatura) y a cultivos susceptibles a las razas 1 y 2; y la raza 4 tropical (R4T) que afecta a los mismos cultivos susceptibles a R4S, tanto en el subtrópico como en el trópico (sin estrés ambiental como factor predisponente). Adicionalmente, diferentes Grupos de Compatibilidad Vegetativa (VCGs, por sus siglas en inglés: VCG0120, 01201, 01202, 01209, 01210, 01211, 01215, 0120/15, 0129/11) han sido asociados con Foc R4S; mientras que solo un VCG (01213/16) con Foc R4T (Buddenhagen 2009, Moster *et al.* 2017, Dita *et al.* 2018, Ploetz 2018). Los síntomas (externos e internos) del marchitamiento por *Fusarium* son básicamente los mismos con todas las razas y VCGs del patógeno en los diferentes cultivos afectados.

Foc se reproduce por medio de macro y microconidios (Figura 4B), los cuales pueden ser diseminados por múltiples medios. Los microconidios se producen dentro de los tejidos enfermos, incluidos los vasos del xilema y se pueden desplazar por medio del sistema vascular (xilema) invadiendo sistémicamente toda la planta. Foc también produce clamidósporas (Figura 4C), las que funcionan como estructuras de resistencia y supervivencia. Las clamidósporas se forman en el tejido enfermo y en descomposición y cuando este cae al suelo pueden permanecer en dormancia y viables hasta por 20 a 40 años (Stover 1962, Simmonds 1966, Buddenhagen 2009, Ploetz 2018). A la fecha, no se ha encontrado ningún tratamiento químico, biológico, ni físico que sea totalmente efectivo para erradicarlo (Ploetz 2006b).

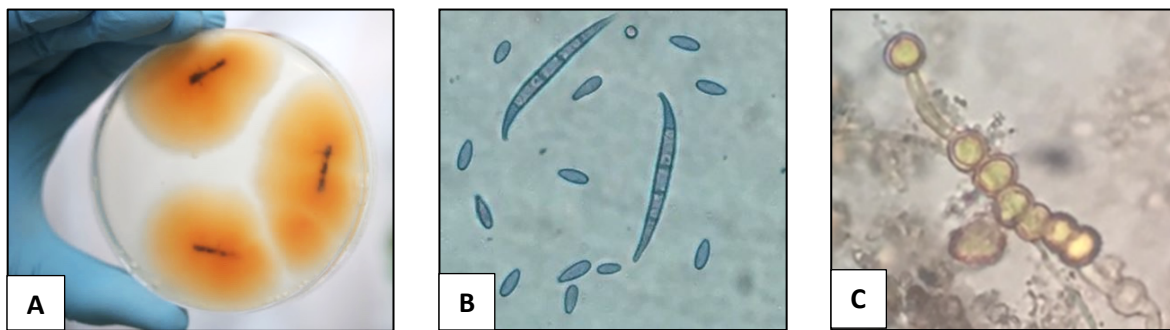


Figura 4. **A.** Cultivo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) a partir de haces vasculares de banana Gros Michel (*Musa* AAA) en medio K2 de Komada, con 4 días de crecimiento a 27 °C con luz continua. **B.** Macro y microconidios y **C.** Estructuras de supervivencia (clamidósporas) de Foc raza 1. Fotos: M. Sánchez, M. Guzmán y C. Carr, CORBANA.

Hospedantes y hospedantes alternativos de Foc

Los hospedantes de Foc están dentro de *Musa*; no obstante, otras especies de plantas como heliconias y arvenses pueden funcionar como hospedantes alternativos. Los protocolos de prevención y manejo de Foc R4T deben tomar en cuenta este aspecto.

Musáceas hospedantes

El patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* afecta *Musa acuminata*, *M. balbisiana*, *M. schizocarpa*, *M. textilis* y sus híbridos (Ploetz y Pegg 1999, Ploetz 2018). Algunas de estas, como *M. textilis* (Abacá) y *M. balbisiana* ('Yute'), se están utilizando como barreras vegetativas (Figura 5) en los linderos de las plantaciones con sitios públicos como carreteras y centros de población para reducir la deriva de agroquímicos. También es frecuente encontrar diversas musáceas como ornamentales en los jardines y zonas verdes de plantaciones bananeras. No obstante, dado que estas plantas pueden funcionar como hospedantes de Foc R4T, es conveniente su eliminación o manejarlas como un cultivo, ya que si su manejo no es adecuado podrían incrementar el riesgo de diseminación de este patógeno.

Heliconias hospedantes alternativos

Algunas especies de heliconias como *Heliconia caribaea*, *H. crassa*, *H. collinsiana*, *H. latispatha*, *H. mariae*, *H. rostrata* y *H. vellerigera* (Figura 6) han sido descritas como hospedantes u hospedantes alternativos de Foc en América tropical, cuando estas plantas

CORBANA

eran consideradas miembros de Musaceae (Waite 1963). Actualmente los aislamientos que afectan a las heliconias no son considerados más como *F. oxysporum* f. sp. *cubense*. Sin embargo, desde el punto de vista preventivo, las heliconias deben considerarse como potenciales hospedantes u hospedantes alternativos de Foc R4T y se debe evitar su presencia y proliferación cerca o dentro de las plantaciones de musáceas.



Figura 5. Musáceas seminíferas potencialmente hospedantes u hospedantes alternativos alternos de Foc R4T. **A.** Abacá (*Musa textilis*) lo cultivan algunos productores de banano de exportación en franjas a orilla de caminos y pequeños productores para vender la fibra extraída de los pseudotallos. **B.** *Musa balbisiana* se utiliza en linderos para reducir la deriva de los fungicidas aplicados por aspersion aérea para el combate de la Sigatoka negra debido a su mayor altura respecto a los cultivares Cavendish y su resistencia natural a esta enfermedad. Banco de germoplasma de CORBANA, La Rita de Pococí, Limón, Cota Rica. Fotos: M. Sánchez, CORBANA.



Figura 6. Especies de heliconias potencialmente hospedantes u hospedantes alternativos de Foc R4T en América Tropical.

Arvenses hospedantes alternativos

Diversas arvenses se han identificado como hospedantes alternativos de Foc (Waite y Dunlap 1953, Pittaway *et al.* 1999) y por lo tanto, potencialmente también de Foc R4T (Figura 7). Algunas en particular se han identificado como hospedantes alternativos de Foc R4T en Australia: la monocotiledónea *Chloris inflata* y las dicotiledóneas *Euphorbia heterophylla*,

CORBANA

Tridax procumbens y *Cyanthilium cinereum* (Hennessy *et al.* 2005); sin embargo, ninguna de ellas desarrolla síntomas cuando son infectadas por el patógeno (Ploetz 2018). La presencia de arvenses hospedantes alternativos del patógeno en las áreas de producción podría ser de alto riesgo y amerita realizar un combate dirigido para reducir sustancialmente su presencia (Figura 7).



Figura 7. Algunas arvenses descritas como hospedantes alternativos de Foc. **A.** Cucaracha (*Commelina diffusa*), **B.** Zacate Honduras (*Ixophorus unicus*), **C.** Zacate Pará (*Panicum purpurascens*), **D.** Cyperaceae (*Cyperus luzulae*), **E.** Gamalote (*Paspalum fasciculatum*), **F.** *Chloris inflata*, **G.** *Euphorbia heterophylla*, **H.** *Tridax procumbens* y **I.** *Cyanthilium cinereum*. Fotos: M. Sánchez y M. Guzmán.

Medios de diseminación del patógeno

Foc R4T es un hongo de suelo que infecta por la raíz e invade el sistema vascular de las plantas; por ende, todo aquello que disperse suelo o movilice plantas o partes de plantas se convierte en un potencial medio de diseminación (Figura 8).

Suelo: es el principal medio natural de diseminación de este patógeno, principalmente en forma de clamidósporas. Partículas de suelo contaminado pueden acarrear por medio de personas, ropa, calzado, maquinaria agrícola, equipos, contenedores, herramientas, material de siembra convencional, sustratos, viento, agua, animales domésticos y silvestres.

Agua: el agua de riego, inundaciones, escorrentía, salpique y los cuerpos de agua como ríos y riachuelos son medios eficientes de diseminación del patógeno. Por este medio se pueden desplazar conidios, clamidósporas, restos vegetales y suelo contaminados, tanto entre plantas vecinas como a grandes distancias.

Material vegetal: el trasiego de plantas y partes de estas contaminadas, entre ellas los cormos e hijos de espada, ha sido históricamente la principal vía de diseminación de Foc entre países y dentro del mismo país (Stover 1972, Stover y Simmonds 1987, Ploetz y Pegg 2000).

Herramientas: todas las herramientas empleadas en la realización de labores culturales pueden diseminar este patógeno de una planta a otra; debe prestarse especial atención a herramientas para deshijar, machetes, palas, chuzas para deshojar, punzones para apuntalar, escaleras para embolsar la fruta, entre otras.

Maquinaria y equipo agrícola: se debe asegurar que la maquinaria y equipo agrícola para preparación de terrenos, la aplicación de agroquímicos y toma de muestras, estén libres de suelo y debidamente desinfectados antes de su entrada y salida de la finca.

Animales e insectos: animales domésticos o silvestres y los insectos como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) pueden diseminar este patógeno de lotes contaminados a limpios. En Australia observaron que los adultos de *C. sordidus* pueden acarrear estructuras viables de Foc R4T en su exoesqueleto (Meldrum *et al.* 2013).

CORBANA

Plantas hospedantes alternativos: el movimiento de plantas que puedan ser hospedantes alternativos del patógeno también puede facilitar la diseminación de la plaga, ya sean estas arvenses, plantas ornamentales u otro tipo de cultivo donde el hongo pueda hospedarse.

Fibras vegetales: artesanías y recuerdos hechos con fibras vegetales, principalmente de musáceas, pueden contener propágulos de Foc, lo mismo que sustratos elaborados de fibras vegetales como coco (*Cocos nucifera*).

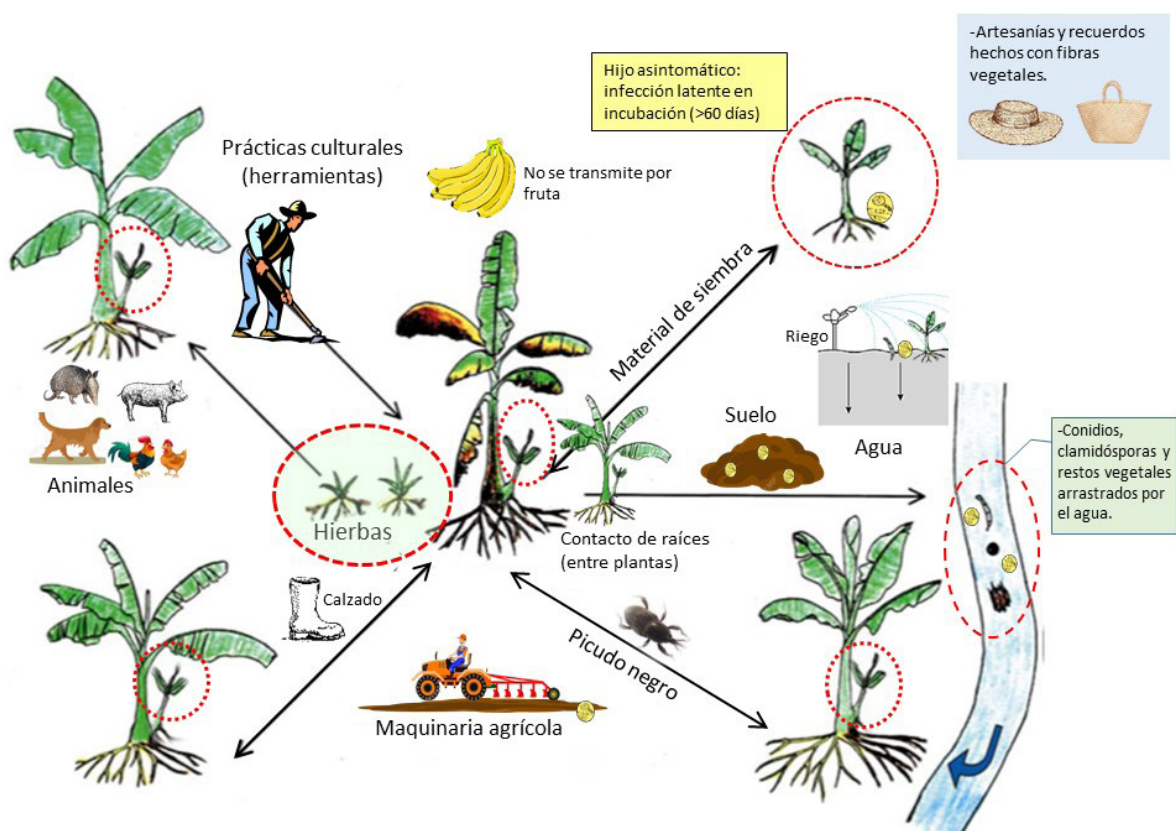


Figura 8. El patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* puede diseminarse por diversos medios como lo muestra el esquema. Fuente: Modificado de Hwang y Ko (2004) por M. Guzmán, M. Sánchez y M. Dita, CORBANA-EMBRAPA.

Importancia de Foc R4T

El patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T) es una variante mucho más agresiva que el que causó la enfermedad conocida como “mal de Panamá” y que devastó entre 1900 y 1960 alrededor de 50 mil hectáreas de banano Gros Michel en Centro

y Sur América, causando pérdidas por unos US \$2.300 millones (Stover 1962). Se estima que Foc R4T puede afectar los cultivares que producen más del 80 % de los bananos consumidos en el mundo (Ploetz 2005). Esto incluye bananos de los subgrupos Sucrier ('Dátil' AA), Cavendish (AAA), Gros Michel (AAA), Silk ('Manzano' AAB), Red ('Red Macabú' AAA), Lakatan (AAA), Ibota ('Yangambí km 5' AAA), Pome ('Prata' AAB), Mai'a Maoli-Popoulu ('Maqueño' AAB), Bluggoe ('Cuadrado' ABB) y posiblemente algunos tipos de plátano (Ploetz y Pegg 2000). Esto supone un alto riesgo para la seguridad alimentaria de una población en crecimiento.

Foc R4T fue identificado en Malasia e Indonesia en 1989, donde destruyó cerca de 5.000 ha de plantaciones de Cavendish (aproximadamente 8 millones de plantas) en las zonas de Riau (300 ha), Halmahera (3.000 ha) y Lampung (1.700 ha) (Nasir *et al.* 2003, Wibowo *et al.* 2011). El patógeno rápidamente se ha diseminado a otros países del Sureste Asiático, Oriente Medio, África y Oceanía, donde ha causado pérdidas millonarias por la destrucción de plantaciones y huertos (Masdek *et al.* 2003, Hwang y Ko 2004). En China, en las provincias del sureste, de 14 ha afectadas en 1998 se pasó a 40.000 ha en 2010 (Li *et al.* 2013) y en Davao, Filipinas, después de unos ocho años de su entrada, se han afectado unas 15.000 ha, estimándose las pérdidas en alrededor de US \$333 millones (Arado 2017). En Australia, Cook *et al.* (2015) estimaron que Foc R4T podría causar pérdidas a la industria que exceden los \$138 millones por año, esto considerando una lenta tasa de diseminación por una detección temprana y la implementación de apropiadas medidas de higiene y cuarentena.

A mediados de mayo 2019 surgieron rumores de un posible brote de Foc R4T en Colombia y a principios de julio de este mismo año, en diversos medios informativos del Ecuador, salió a la luz pública información de la sospecha de Foc R4T en fincas de banano orgánico de La Guajira, Colombia. Luego de varias semanas de incertidumbre, finalmente el 9 de agosto de 2019, las autoridades fitosanitarias de ese país confirmaron el terrible hecho y para ese momento ya se habían erradicado más de 170 ha de cultivo y se tenían bajo cuarentena 6 fincas.

Distribución mundial de Foc R4T

A partir de su identificación inicial en Malasia e Indonesia en 1989, el hongo se ha diseminado rápidamente a otras regiones (Figura 9). Actualmente, se encuentra en las provincias del sur de China, en el territorio norte y en el valle de Tully en Australia, en Taiwán, Filipinas, Omán, Jordania, Líbano, Mozambique, Pakistán, Vietnam, Laos, Myanmar

Medidas de bioseguridad

El marchitamiento por *Fusarium* es una enfermedad particularmente difícil de combatir. El uso de fungicidas es una medida inefectiva e impráctica y la mejor forma de proteger las plantas de banano es evitando el ingreso del patógeno a los campos libres, a través de medidas preventivas (medidas de bioseguridad). La bioseguridad debe verse como un conjunto de buenas prácticas para minimizar el riesgo de introducción de organismos dañinos. En Australia estiman que Foc R4T podría causar pérdidas a la industria que exceden los \$138 millones por año, esto considerando una lenta tasa de diseminación por una detección temprana y la implementación de apropiadas medidas de higiene y cuarentena (Cook *et al.* 2015). Es así que la prevención es la estrategia con la mejor relación costo-beneficio para proteger las fincas e industria bananera de las amenazas de bioseguridad (Pérez-Vicente 2015).

Para evitar el ingreso de este patógeno a países libres, al territorio nacional y a las fincas de banano es imprescindible, en primera instancia, identificar en los puntos de ingreso (aeropuertos, puertos y pasos de frontera) a las personas, maquinaria y artículos que procedan de países donde Foc R4T esté presente, para aplicar medidas fitosanitarias relacionadas con la confiscación, eliminación o desinfección, según corresponda, de lo que implique un riesgo de introducir el patógeno. En segunda instancia e igualmente importante, debe incentivarse la adopción de medidas de bioseguridad en las fincas bananeras y en cualquier otra actividad relacionada con propagación, producción y cultivo de musáceas como: pequeños y medianos productores de plátano, Abacá, 'Dátil', banano orgánico, 'Yute' y 'Cuadrado', centros de propagación de plantas, viveros y jardines botánicos.

A continuación, se describen las medidas de bioseguridad básicas que se recomienda implementar en fincas dedicadas al cultivo de banano y otras musáceas para evitar el ingreso de Foc R4T (Guzmán *et al.* 2018a, Guzmán *et al.* 2018b). Su correcto seguimiento y responsable acatamiento puede hacer la diferencia entre mantenerse libre del problema o tener que lidiar con esta terrible plaga.

Legislación y combate legal de Foc R4T

Foc R4T es una plaga de importancia cuarentenaria y por lo tanto en países libres la exclusión constituye la principal táctica de combate. La exclusión consiste en evitar la entrada del patógeno en un área no invadida y la principal acción para el logro de este objetivo es la

CORBANA

creación de medidas de orden legal emitidas por el estado y ejecutadas por organismos gubernamentales. En Costa Rica se han elaborado una serie de documentos legales que declaran a Foc R4T como una plaga de importancia cuarentenaria. Por lo tanto, se han establecido decretos y medidas fitosanitarias de acatamiento obligatorio por el sector productivo y otros sectores relacionados que implican riesgo de introducción y diseminación de la plaga. Los principales documentos que deben ser revisados y consultados por los involucrados se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Documentos que regulan el combate legal y la prevención de Foc R4T en Costa Rica. Disponibles en: www.sfe.go.cr y www.corbana.co.cr.

Documento	Contenido	Fecha de emisión
ARP-004-2016	Análisis de riesgo de plagas por plaga, <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> raza 4 tropical (Foc R4T), marchitez por <i>Fusarium</i> raza 4 tropical.	Agosto 2016
Decreto Ejecutivo N° 40364-MAG	Disposiciones generales para la prevención del hongo <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> raza 4 tropical (Foc R4T), agente causal de la marchitez por <i>Fusarium</i> en cultivares Cavendish y otras musáceas de importancia económica y social.	28 de marzo de 2017
Resolución N° 004-2017-NR-SFE	Servicio Fitosanitario del Estado, Departamento de Normas y Regulaciones, requisitos fitosanitarios para la importación de artículos reglamentados asociados con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> raza 4 tropical (Foc R4T)	7 de agosto de 2017
Resolución-DSFE 004-2019	Establece las medidas fitosanitarias para la prevención de la introducción de la marchitez por <i>Fusarium</i> (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> raza 4 tropical - Foc R4T) a lo interno del país.	18 de junio de 2019

Medidas de bioseguridad fuera de la finca

Resguardo y defensa de linderos de la finca

Es necesario realizar un estudio minucioso de los linderos y colindancias de la finca para proteger con medidas de bioseguridad los sitios vulnerables al ingreso no controlado de personas y animales (Figura 10). En primera instancia se recomienda acondicionar la entrada principal de la finca. Además, resguardar los linderos con pueblos y frentes de calle pública

con cercas con alambre de púas, cercas vivas o canales de cintura de dimensión grande, con el propósito de dirigir el ingreso de visitantes, empleados y sus vehículos por un único sitio de entrada. Estas acciones aseguran que toda persona que pretenda ingresar a la finca se someta antes a medidas de bioseguridad para minimizar el riesgo de entrada de Foc R4T. Complementariamente, se deben colocar en el sitio único de entrada y linderos, rótulos que prohíban el ingreso de particulares a la finca (Figura 11). Paulatinamente, cuando las circunstancias lo requieran, se debe proteger el resto de las colindancias, hasta abarcar todo el perímetro de la propiedad.

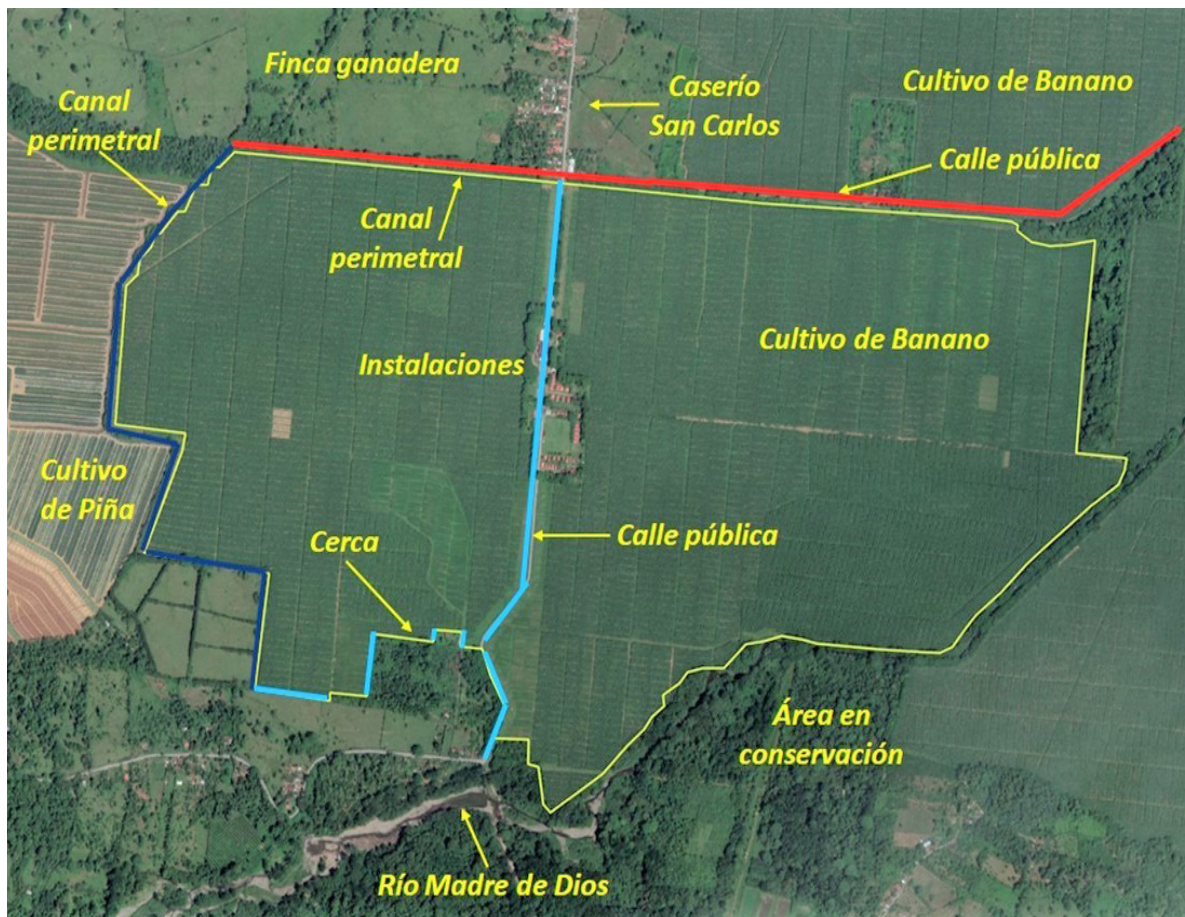


Figura 10. Fotografía aérea de finca bananera para identificar los puntos de mayor riesgo. Inicialmente se deben resguardar linderos con calle pública, poblados y entrada principal, como medida de prevención contra Foc R4T. Fuente: E. Bolaños, CORBANA.

CORBANA



Figura 11. Construcción de canal periférico, siembra de cerca viva y combinación de ambas en los linderos de fincas bananeras como defensa y medida de control de ingreso de personas y animales. Adicionalmente, colocación de rótulos con indicaciones de restricción de acceso. Fotos: L. Pérez-Sánchez y M. Guzmán, CORBANA.

Entrada principal de la finca

Se recomienda adecuar un lugar para establecer la entrada principal a la finca. Este sitio se convierte en el primer filtro y el más importante para minimizar el riesgo de ingreso de Foc R4T (Figura 12). Por esta entrada debe ingresar, sin excepción, todo el personal laboral y los visitantes. Se debe entender por visitante a toda persona que no labore en la finca o que no lo haga de manera permanente, aunque trabaje para la misma empresa. La administración de la finca debe instruir a los trabajadores para que ingresen únicamente por la entrada principal, excepto cuando por fuerza mayor se deba habilitar un acceso secundario únicamente para ellos y este sitio debe contar con un pediluvio y un área de desinfección de herramientas.

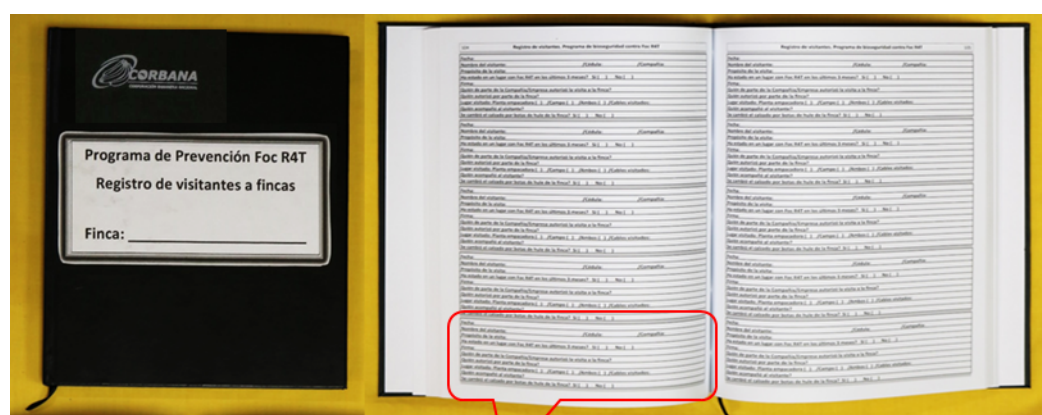


Figura 12. Ejemplo de entrada principal a una finca bananera con portón para control de ingreso. Adicionalmente, la entrada presenta un vigilante, pediluvio y rótulos alusivos a la prevención de Foc R4T. En este punto o cercano al mismo se puede instalar un arco para desinfección de vehículos y camiones. Foto: L. Pérez-Sánchez, CORBANA.

CORBANA

Componentes básicos de la entrada principal

1. Portón de control de ingreso y rótulo que prohíba la entrada a particulares.
2. Casetilla de vigilancia y vigilante de ingreso. En este sitio es conveniente colocar información sobre el marchitamiento por Fusarium que justifique, al visitante y a los trabajadores de la finca, la aplicación de acciones fitosanitarias para evitar la entrada de Foc R4T. El vigilante debe estar instruido en las medidas de bioseguridad que se deben aplicar en dicho punto, las cuales se mencionan a continuación:
 - a. Velar que todas las personas, sin excepción, se desinfecten el calzado en el pediluvio antes de ingresar a la finca y cuando salen de ella.
 - b. Registrar en la bitácora a los visitantes que desean ingresar a la finca (Figura 13). Asegurarse que los datos solicitados se anoten correctamente.



Registro de visitantes		
Programa de bioseguridad contra Foc R4T		
A.		
Fecha: _____		
Nombre del visitante: _____	Cédula: _____	Compañía: _____
Propósito de la visita: _____		
¿Ha estado en un lugar con Foc R4T en los últimos tres meses? Sí () No ()		
Firma: _____	Teléfono: _____	Correo: _____
¿Quién autorizó la visita a la finca por parte de la Compañía o Empresa?		
¿Quién autorizó la visita por parte de la finca?		
Sitios visitados: Planta empacadora () Campo () Ambos () Cables visitados: _____		
¿Quién acompañó al visitante? _____		
B.		
¿Cuál fue el país visitado que presenta Foc R4T?		
¿Hace cuánto tiempo visitó ese país?		
¿Estuvo en una finca de musáceas? Sí () No () Planta empacadora () Campo ()		

Figura 13. Ejemplo de bitácora para el registro de visitantes. El propósito es conocer la trazabilidad del visitante antes de su ingreso y durante su permanencia en la finca.

- c. No permitir el ingreso a la finca de visitantes que en los últimos tres meses hayan estado en países con Foc R4T; excepto que su ingreso sea estrictamente necesario y en cuyo caso deben someterse a un protocolo especial de bioseguridad (desinfección de calzado, uso de botas o cubrebotas de la finca, ropa limpia, no ingresar herramientas ni equipos; pero si fuese imprescindible introducirlos, estos deben desinfectarse adecuadamente).
 - d. El vigilante debe revisar que toda maquinaria o equipo agrícola (tractores, retroexcavadoras, bomba de espalda, motoguadañas) así como el vehículo que los transporta estén limpios de suelo. Posteriormente, informar a la administración de su llegada para que se autorice su entrada. Es necesario que en el contrato de servicio se incluya una cláusula que exija el envío a la finca de estos equipos limpios y desinfectados con los productos recomendados (Cuadro 2). Asimismo, cuando ellos cumplieron con su trabajo en la finca deben salir limpios y desinfectados.
 - e. Punto de desinfección de vehículos. En este sitio se debe contar mínimo con una bomba de mochila con el producto recomendado para la desinfección de vehículos. Eventualmente y de manera ideal, se puede construir un rodiluvio o instalar un arco de desinfección. La aspersion del desinfectante no debe limitarse solamente a mojar las llantas de los vehículos, se debe asperjar también el guardabarros, chasis y carrocería donde se deposita suelo.
3. Pediluvio para desinfección de calzado. Es obligación de todos los trabajadores de la finca y de los visitantes desinfectar su calzado adecuadamente antes de ingresar a las instalaciones o al campo y también cuando salen de la finca. El pediluvio debe contar con un depósito para verter los residuos de la limpieza semanal.
 4. Facilidades para desinfección de vehículos, camiones y maquinaria. Los medios de transporte y la maquinaria pueden ser un eficiente medio de transporte de propágulos de Foc, por lo tanto, es muy conveniente establecer en la finca facilidades para su desinfección. Esto se puede llevar a cabo utilizando bombas manuales o de motor o estableciendo arcos de desinfección. Idealmente la totalidad del vehículo debe ser desinfectado, dando especial énfasis al rodaje, guardabarros y parte inferior del mismo (Figura 14).

CORBANA



Figura 14. Ejemplos de facilidades para desinfección de vehículos, camiones y maquinaria. **A.** Arco de desinfección en finca bananera en Brasil. **B.** Desinfección mediante el uso de bomba manual de espalda en una finca bananera de Costa Rica, nótese el correcto humedecimiento del rodaje del vehículo. **C.** Arco de desinfección en una finca de Costa Rica, nótese la aguja para el control de ingreso. **D.** Dispositivo para fumigación de la parte inferior del vehículo del arco mostrado en C. Fotos: M. Guzmán, CORBANA.

Medidas de bioseguridad dentro de la finca

Estacionamiento

La finca debe contar con una zona específica para el estacionamiento de vehículos de visitantes y empleados (vehículos automotores, motocicletas y bicicletas). Se debe construir preferiblemente con piso de lastre, asfalto o concreto y delimitado (cercado) para asegurar el tránsito de las personas por los puntos de ingreso autorizados.

Cambio de calzado del visitante

Todo visitante debe realizar el cambio de calzado por botas de hule suministradas por la finca, para prevenir el ingreso de Foc R4T y otros patógenos de banano. Las botas deben entregarse limpias y desinfectadas al visitante (Figura 15). Para alcanzar este objetivo se recomiendan los siguientes pasos:

1. Adecuar un sitio seguro aledaño al parqueo o entrada principal de la finca para realizar el cambio de calzado.
2. Este sitio debe disponer de los siguientes componentes: un pediluvio a su entrada y una banca, un espacio para guardar las botas de préstamo, una estantería con espacios numerados para colocar las pertenencias del visitante, un mostrador y una pila para la limpieza y desinfección de las botas. Es muy conveniente que fuera de este sitio se coloque una pila para eliminar el exceso de suciedad y lavar las botas cuando se regresa del campo.
3. A la entrada, el visitante debe desinfectar su calzado en el pediluvio.
4. Entregar al visitante un par de botas de hule limpias y desinfectadas (preferiblemente botas de color diferente al negro y de caña alta) dentro de una bolsa plástica cerrada, una bolsa adicional y una ficha.
 - a. La bolsa plástica se retira antes de entregar las botas.
 - b. La bolsa plástica se coloca en la estantería donde se pondrá el calzado que porta el visitante.
 - c. La bolsa plástica y las botas están rotuladas con un mismo número.
 - d. En la bolsa adicional se coloca el calzado del visitante.
 - e. La ficha se usa para retirar las pertenencias del visitante luego de su visita.

CORBANA



Figura 15. Se recomienda que los visitantes que se dirijan al campo o deban transitar largas distancias utilicen botas de hule, preferiblemente blancas, para distinguirlos con facilidad del personal de la finca **(A)**; los que solo visitarán la planta empacadora o recorrerán distancias cortas pueden usar cubrebotas plásticos **(B)**, siempre que no exista riesgo que se rompan por el contacto con el piso. Fotos: M. Sánchez, CORBANA.

5. Se coloca en la estantería el calzado del visitante y otras pertenencias que no se pueden llevar al campo (herramientas, instrumentos y equipo agrícola).
6. Al final de la visita, el visitante debe limpiar las botas de hule en la pila establecida para este propósito y luego debe pasar por el pediluvio.
7. El visitante entrega la ficha al encargado para la devolución de su calzado y otras pertenencias.
8. El visitante cambia las botas de hule por su calzado y devuelve la bolsa plástica donde estaba guardado el mismo y las botas de hule que le fueron prestadas.
9. A la salida, el visitante debe desinfectar de nuevo su calzado en el pediluvio del recibidor.
10. El encargado al final de la visita debe:
 - a. Desinfectar por fuera y por dentro la bolsa plástica donde estaba el calzado del visitante y colocarla en un recipiente seguro para su posterior desecho. Esta bolsa no se puede rehusar.
 - b. Limpiar y desinfectar por fuera y por dentro las botas de hule. Secarlas y guardarlas en su bolsa original y cerrarla adecuadamente a la espera de prestarlas de nuevo.
11. Usar amonio cuaternario, glutaraldehído o un yodóforo en solución como desinfectante para el pediluvio, las botas de hule y la bolsa (Cuadro 2).

Construcción de pediluvios

El pediluvio es la barrera sanitaria más adecuada e importante para prevenir el ingreso de Foc R4T a la finca, pero también ayuda a eliminar otras plagas como Moko (*Ralstonia solanacearum*), pudriciones suaves de cormo y pseudotallo (Erwinias) y nematodos. Los pediluvios deben construirse en sitios estratégicos tales como: la entrada principal de la finca y planta empacadora, entre la planta empacadora y el campo, y en otros sectores específicos que así lo requieran según la conformación de la finca (Figura 16). Es altamente recomendado asegurarse que los trabajadores que transportan la fruta o que realizan otro tipo de labores y que visitan la planta empacadora pasen por el pediluvio cada vez que retornan al campo durante su jornada de trabajo.

Los pediluvios, como mínimo, deben tener las siguientes dimensiones: **(i)** en sitios con supervisión constante 1,00 m de largo por 0,50 m de ancho y 0,08 m de alto (40 L de capacidad), para que permita contener una espuma de 5,10 cm de alto y al menos 30 L de solución desinfectante. **(ii)** Pediluvios de mayores dimensiones son deseables, sobre todo en puntos de alto tránsito y de poca supervisión, aunque el consumo de solución desinfectante es mayor. En estos puntos se recomienda que el pediluvio sea de 2 a 3 metros de largo por 0,75 m de ancho y 0,08 m de alto, con barreras a los lados para evitar que los esquiven o salten. Además, si el pediluvio es de concreto se debe lujar para evitar filtraciones y con un orificio de 5 cm en uno de sus vértices conectado a un tubo de PVC con una llave de paso, que a su vez se une a un depósito donde se colectan los desechos para su correcta disposición final cada vez que se limpie (Figura 17). La limpieza del pediluvio y el cambio de la solución desinfectante debe realizarse como mínimo una vez por semana y durante la semana debe reponerse diariamente el producto gastado. Los pediluvios deben contar con un techo que reduzca las pérdidas por evaporación de la solución o la dilución por efecto de la lluvia. Es conveniente colocar la espuma dentro de un saco (como los de embalaje de fertilizante) para alargar su vida útil y lavarse cada vez que se limpie el pediluvio.

En los pediluvios se deben utilizar productos desinfectantes de probada eficacia y a las dosis recomendadas (Cuadro 2). Para mantener la solución desinfectante activa, se recomienda eliminar el exceso de suciedad del calzado previo al ingreso al pediluvio ya sea por medio de lavado o cepillado (Figura 18). Asimismo, reponer el nivel de la solución cada vez que sea necesario; los pediluvios deben limpiarse y lavarse por completo una vez por semana.

CORBANA



Figura 16. Algunos ejemplos de pediluvios que se pueden utilizar en las fincas para diferentes propósitos: **A.** De concreto en la entrada a la planta empacadora. **B.** Entrada a la plantación. **C.** De bajo costo construido con la base de un estañón plástico de 200 L y **D.** De acero inoxidable y con tapa (flecha color amarillo). Fotos: M. Guzmán, C. Carr y L. Pérez-Sánchez, CORBANA.



Figura 17. “Ingreso limpio y salga limpio”. Ejemplo de pediluvio en punto de ingreso a la plantación. El mismo se construyó sobre un puente para evitar su evasión y de dimensiones mínimas para racionalizar el gasto de desinfectante y costo por mantenimiento. Un pediluvio de estas características requerirá la reposición de la solución desinfectante una o dos veces por día, dependiendo del tránsito de personal y las condiciones ambientales. Foto: M. Guzmán, CORBANA.

Cuadro 2. Lista de ingredientes activos y dosis de productos desinfectantes que han mostrado ser eficaces para eliminar clamidósporas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* en presencia de suelo y material vegetal (Guzmán *et al.* 2018b).

Ingrediente activo	Dosis recomendada (mg/L)	
	Efecto residual hasta por siete días	
	Para desinfección de herramientas	Para pediluvios y desinfección de equipos agrícolas
Amonio cuaternario	2.000	4.000
Yodóforo	2.000	4.000
Glutaraldehido	1.000	3.000

CORBANA



Figura 18. “No hay desinfección sin limpieza”. Facilidades para eliminación del exceso de suelo del calzado previo al ingreso al pediluvio al salir de la finca, lo que le dará una mayor vida útil a la solución desinfectante y permitirá una desinfección más efectiva. Se debe evitar que los residuos del lavado vayan a un drenaje y más bien dirigirlos a una fosa sanitaria. Nótese en las fotos inferiores la adaptación de un tipo de cepillo en el lavado para restregar la bota de hule y así facilitar la eliminación de suelo (Finca Agropacuare, Costa Rica). Fotos: D. Bolaños y M. Guzmán, CORBANA.

Manejo y desinfección de herramientas

Las herramientas agrícolas pueden ser un medio eficiente de diseminación de Foc R4T. Experimentos de campo demuestran que, aunque en baja frecuencia, es posible diseminar Foc por medio de herramientas y que los síntomas se manifiestan a partir de tres meses de

haber sido inoculadas las plantas con alguna herramienta contaminada con conidios o clamidósporas del hongo, en labores como deshija, deshoja y cosecha (Villalta 2017, CORBANA, Costa Rica, comunicación personal). Los aspectos más importantes en el manejo preventivo de herramientas para evitar la diseminación de este patógeno se indican a continuación:

1. Las herramientas deben ser de uso exclusivo de la finca. La administración de la finca debe proveer al trabajador la herramienta que será usada para realizar la labor asignada.
2. Los trabajadores al final de la jornada no pueden llevarse la herramienta a sus hogares para así evitar contaminación externa. En este sentido, se recuerda que la gran mayoría de las musáceas comestibles que se producen en el país son susceptibles a Foc R4T, pero también el Yute (*Musa balbisiana* BB), Abacá (*Musa textilis*) y algunas arvenses pueden funcionar como hospedantes alternativos como Gamalote (*Paspalum fasciculatum*), zacate Honduras (*Ixophorus unisetus*), zacate Pará (*Panicum purpurascens*), Cyperus (*Cyperus luzulae*) y Cucaracha (*Commelina diffusa*).
3. Las herramientas deben desinfectarse antes de llevarlas al campo.
 - a. Se sugiere desinfectarlas al final de la jornada laboral para no atrasar el inicio de labores del día siguiente.
 - b. No solo la hoja de la herramienta debe desinfectarse (por ejemplo: machete, pala o chuza de deshoja), sino también el mango y el cabo o varilla (Figura 19); además, los artículos complementarios como cubierta, lima, espátula de la pala, cuerda y estacas del palero, chuzo, bolsa para el mecate y escalera del parcelero que apuntala y embolsa los racimos.
 - c. La desinfección de herramientas también puede realizarse por inmersión. Se puede utilizar para esto una pila pequeña para la desinfección de herramientas de cortas dimensiones como machetes, chuzos para apuntalar, espátulas, entre otros, y una pila larga, para herramientas como palas y chuzas de deshoje (Figura 20). Las pilas pueden fabricarse de materiales diversos, según las posibilidades: de metal, plástico (cortando por la mitad y longitudinalmente estañones de 200 L de capacidad), de concreto o bien de PCV (cortando por la mitad tubos de longitud y diámetro variable).

CORBANA



Figura 19. La desinfección de la hoja de las herramientas se puede realizar introduciéndola en recipientes especiales (cuchumbos) para el caso de machetes (A). También es necesario desinfectar puños y cabos, pudiéndose usar para esto trozos de espuma de poliuretano o bombas manuales (B) y las hojas de las palas se pueden desinfectar en baldes (C). El trabajador debe usar equipo de protección personal (EPP) durante el proceso. Fotos: M. Sánchez.

Registros de la operación de desinfección

Es conveniente llevar un registro actualizado de todas las actividades relacionadas con la desinfección de vehículos, calzado, maquinaria, equipo y herramientas. Se debe registrar el producto utilizado, las dosis del mismo y la persona responsable de la operación. En la bodega de la finca debe existir siempre en inventario suficiente desinfectante para el aprovisionamiento diario en las labores que se requiere; además, el desinfectante debe manejarse con las medidas de protección personal requeridas y almacenarse correctamente.



Figura 20. Pilas para la desinfección de herramientas. Es conveniente disponer en la finca de infraestructura adecuada para la desinfección de las herramientas de diferentes dimensiones (Finca Monte Bello, Costa Rica). Foto: L. Pérez-Sánchez, CORBANA.

Capacitación del personal, información y rotulación

Buena parte del éxito de una campaña de prevención contra Foc R4T reside en la capacitación que reciban los administrativos y trabajadores de la finca. La capacitación del personal permitirá colocar en su correcta dimensión la amenaza que representa Foc R4T a los cultivos de musáceas y el impacto que podría tener en las empresas productoras, los empleos y en la economía familiar. Así mismo, la capacitación promoverá la implementación de acciones fitosanitarias necesarias que, a su vez, creará una cultura preventiva que permitirá reducir de manera significativa el riesgo de ingreso de este patógeno a la finca (Figura 21). La capacitación en la finca se basa en los siguientes aspectos:

1. Trabajadores de nuevo ingreso (inducción):

CORBANA

- a. Informar sobre las generalidades de este patógeno y la enfermedad que provoca.
- b. Brindar las instrucciones para el acatamiento obligatorio de las medidas de bioseguridad establecidas en la finca.
- c. Inducir sobre las acciones preventivas particulares que debe acatar el nuevo trabajador en la realización de las labores que desempeñará en la finca.



Figura 21. La capacitación se puede llevar a cabo por diferentes medios: talleres, mediante videos, charlas usando ayudas audiovisuales y en el campo mostrando la operación de las medidas de bioseguridad implementadas en la finca. Fotos: M. Sánchez, CORBANA.

2. Capacitación a trabajadores permanentes

- a. La capacitación debe realizarse en “cascada”, de los mandos más altos (gerentes) a los medios (capataces) y de estos últimos a los colaboradores de planta empacadora y de campo.
- b. Se sugiere crear brigadas de trabajadores que velen por la capacitación de los empleados de primer ingreso y por los permanentes. Adicionalmente, la

brigada debe asegurar la correcta operación de las medidas de bioseguridad establecidas en la finca.

- c. La capacitación y el refrescamiento frecuente sobre aspectos de prevención de Foc R4T son claves para mantener un nivel aceptable de bioseguridad. En este sentido, se puede aprovechar la reunión de trabajadores que se lleva a cabo durante la distribución de las labores diarias. Asimismo, tomando espacios breves de la programación de radio que se escucha en la planta empacadora para brindar noticias cortas sobre Foc R4T y recordar las medidas de bioseguridad.
3. Los mandos superiores tienen la responsabilidad de comunicar información actualizada sobre Foc R4T a todos los trabajadores de la finca. La creación de una cultura sobre el manejo preventivo de este patógeno solo se logrará si se fundamenta en el conocimiento.
4. Debe realizarse una capacitación especial dirigida a deshijadores, cosechadores o cortadoras y a deshojadores sobre la sintomatología de Foc R4T. Esto es debido a que ellos recorren regularmente toda el área de producción, visitan cada planta individualmente y podrían dar una alerta temprana de plantas sospechosas. A los deshijadores se les facilitaría observar un agrietamiento anormal de yaguas, a los cortadores racimos anormales o síntomas a lo interno del pseudotallo y a los deshojadores advertir amarillamiento de hojas bajas, ambos son síntomas típicos de esta enfermedad.
5. Colocación de rótulos que limiten el acceso a la finca y otros que brinden información alusiva a Foc R4T.
 - a. Rótulos que prohíban el acceso de particulares a la finca deben colocarse en las entradas y en sitios vulnerables, como linderos con calle pública, con pueblos y en sitios de paso no autorizados.
 - b. Colocación de rótulos de acatamiento obligatorio de las medidas de bioseguridad. Por ejemplo, cada pediluvio debe estar acompañado de un rótulo que indique la obligatoriedad de la desinfección del calzado.
 - c. Colocación de rótulos informativos alusivos a la prevención de Foc R4T.
 - i. Dirigidos a visitantes y trabajadores explicando el motivo de la implementación de las acciones preventivas, por ello deben colocarse al costado de pediluvios o en los sitios donde se realiza el cambio de calzado del visitante por botas de hule de la finca.

CORBANA

- ii. Dirigidos propiamente a los trabajadores, para que estén enterados de temas generales del patógeno y de la sintomatología que presenta la enfermedad.
 - iii. Los rótulos deben colocarse en los sitios más visitados por los trabajadores; se sugiere ponerlos cerca de la hoja de informe de planilla u hoja que indica el pago semanal, en la pizarra de avisos generales, en comedores y en salas de reuniones.
6. La capacitación efectiva y frecuente dará los siguientes resultados:
 - Incrementará el grado de conciencia sobre la amenaza de Foc R4T.
 - Reducirá el rechazo a acatar las medidas de bioseguridad.
 - Aumentará el nivel de implementación de las medidas de bioseguridad de la finca contra Foc R4T.
 - Establecerá una cultura preventiva.
 7. Valorar la conveniencia del uso de redes sociales y medios de comunicación colectiva propios del lugar para enviar mensajes alusivos a la prevención de Foc R4T.

Manejo de plantas con síntomas sospechosos de Foc R4T

Es fundamental establecer un procedimiento seguro para el manejo de cualquier planta que se informe como sospechosa de estar afectada por Foc R4T, para minimizar el riesgo de diseminación involuntaria del patógeno en la finca u otras áreas. En este sentido, se deben considerar las siguientes recomendaciones (**ver nota aclaratoria al final**):

1. El trabajador de campo o el capataz deben avisar de manera inmediata al nivel de mando superior o a la gerencia de la finca sobre la presencia de cualquier planta sospechosa. Se deben tomar en consideración los siguientes aspectos:
 - a. Evitar acercarse a menos de 5 m de la planta.
 - b. Encerrar la planta sospechosa dentro de un círculo de 5 m de radio delimitado con cinta amarilla o mecate (piola), para evitar que otras personas ingresen en el área de la planta.
 - c. No cortar ninguna parte de la planta sospechosa (hojas, pseudotallo, hijos, racimos).
 - d. Debe anotarse la ubicación exacta de la planta sospechosa. En fincas comerciales de banano debe indicarse el número de cable, el número de torre, el lado del cable y la distancia dentro del boquete o gaveta donde se encuentra la planta.

2. El gerente o el mando superior de la finca debe inspeccionar la planta sospechosa y proceder de la siguiente manera:
 - a. Evitar acercarse a menos de 2,5 m de la planta.
 - b. Anotar los síntomas externos: presencia de marchitamiento, aberturas y abultamientos en el pseudotallo, hojas bajas amarillas, agobiadas o necrosadas, malformación de hojas nuevas.
 - c. Tomar fotos de buena calidad de la planta sospechosa.
 - d. Corroborar la ubicación en el campo: número de cable, número de torre, el lado del cable y la distancia del cable al sitio donde se encuentra la planta.
 - e. Georreferenciar la planta.
 - f. Indicar la variedad y edad de la plantación e indicar el material de siembra utilizado en el establecimiento de la plantación.
 - g. Desinfectarse el calzado antes de abandonar el área cercana a la planta sospechosa e inspeccionar en los alrededores de la misma por la posible presencia de otras plantas con síntomas similares.
3. El gerente o el mando superior debe dar la orden de delimitar la planta sospechosa en un círculo de 5 m de radio, preferiblemente, con una cinta ancha de polietileno de color amarillo.
4. Se debe dar la instrucción de suspender la realización de labores culturales en el boquete, o todo el cable, dependiendo de la gravedad del caso, hasta que funcionarios de las autoridades competentes lleven a cabo una inspección oficial.
5. El diagnóstico de campo, la toma de la muestra y el análisis debe ser llevado a cabo solo por personal autorizado y laboratorios oficiales, como está establecido por ley en Costa Rica.

Nota aclaratoria:

En Costa Rica, la toma de muestras y su análisis está regulado por ley en la **Resolución-DSFE 004-2019** del 18 de junio de 2019, emitida por la Dirección Ejecutiva del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), la cual “Establece las medidas fitosanitarias para la prevención de la introducción de la marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical - Foc R4T) a lo interno del país”. Dicha resolución define en el punto 1.5.2.1. “La toma de muestras sospechosas las deberá realizar únicamente las autoridades del SFE con el fin de determinar la ausencia/presencia de la plaga en el país. El SFE podrá contar con el apoyo de CORBANA para la toma de muestras y los análisis de laboratorio. El resultado oficial será emitido por el SFE”.

En caso de cualquier planta sospechosa se debe informar a: Corporación Bananera Nacional (CORBANA, tel. 4002 4600, email: prevencionfocr4t@corbana.co.cr) o al Servicio Fitosanitario del Estado (SFE, tel. 2549 3400, email: focr4t@sfe.go.cr).

Literatura citada

- Alfaro, F; Sanchez, M; Carr, C; Guzmán, M. 2017.** Síntomas del marchitamiento por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1) en plantas jóvenes de banano Gros Michel (*Musa* AAA) desarrolladas en invernadero. Sección de Fitoprotección, Dirección de Investigaciones CORBANA. Hoja divulgativa n°14 – 2017.
- Arado, J. 2017.** Panama disease-resistant banana research ongoing. Consultado en marzo 2019. Disponible en: www.sunstar.com.ph/davao/local-news/2017/03/03/panama-disease-resistant-banana-research-ongoing-529046
- Buddenhagen, IW. 2009.** Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and history of introduction of 'Tropical Race 4' to better manage banana production. *Acta Horticultura* 828: 193-204.
- Carr, C; Sanchez, M; Alfaro, F; Villalta, R; Sandoval, J; Guzmán, M. 2017.** Marchitez por *Fusarium* o mal de Panamá del banano y otras musáceas. Sección de Fitoprotección, Dirección de Investigaciones CORBANA. Hoja divulgativa n°11 – 2017.
- Cook, DC; Taylor, AS; Meldrum, RA; Drenth, A. 2015.** Potential economic impact of Panama disease (tropical race 4) on the Australian banana industry. *Journal of Plant Diseases and Protection* 122 (5/6): 229-237.
- Dita, MA; Waalwijk, C; Buddenhagen, IW; Souza Jr, MT y Kema, GHJ. 2010.** A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana fusarium wilt pathogen. *Plant Pathology* 59: 348–357.
- Dita, MA; Barquero, M; Heck, D; Mizubiti, E.SG; Staver, C. 2018.** Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs towards sustainable disease management. *Frontiers in Plant Science* 9: 1-21. doi: 10.3389/fpls.2018.01468
- FAO. s.f.** The Global programme on banana Fusarium wilt disease (Programme summary). Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7956e.pdf>. Consultado en agosto de 2019.
- Guzmán, M; Pérez, L; Villalta, R; Carr, C; Sandoval, J. 2018a.** Marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical (Foc R4T) una seria amenaza para la producción de bananos y plátanos de Costa Rica y el mundo. Recomendaciones para prevenir el ingreso de Foc R4T en fincas bananeras de Costa Rica. Sección de Fitoprotección, Dirección de Investigaciones CORBANA. Hoja divulgativa n°6 – 2018 (setiembre).

- Guzmán, M; Pérez, L; Villalta, R; Carr, C; Sandoval, J. 2018b.** Marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical (Foc R4T) una seria amenaza para la producción de bananos y plátanos: recomendaciones para prevenir el ingreso del patógeno en fincas bananeras. CORBANA 44 (64): 1-8.
- Hennessy, C; Walduck, G; Daly, A; Padovan, A. 2005.** Weed hosts of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in northern Australia. Australasian Plant Pathology (34): 115–117.
- 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.
- Li, CY; Mostert, G; Zuo, CW; Beukes, I; Yang, QS; Shen, O; Kuang, RB; Wei, YR; Hu, CH; Rose, L; Karangwa, P; Yang, J; Deng GM; Liu, SW; Gao, J; Viljoen, A; Yi, GJ. 2013.** Diversity and Distribution of the Banana Wilt Pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in China. Fungal Genom Biol 3(2): 1-6.
- Masdek, N; Mahmood, M; Molina, A; Hwang, SC; Dimiyati, A; Tangaveli, R. y Omar, I. 2003.** Global significance of *Fusarium* wilt: Asia. Abstracts of Papers 2nd. International Symposium on *Fusarium* wilt on banana. PROMUSA-INIBAP/EMBRAPA. Salvador de Bahía, Brasil. 22 - 26 Sept.
- Meldrum, RA; Daly, AM; Tran-Nguyen, LTT; Aitken, EAB. 2013.** Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana plantations?. Australasian Plant Pathology. 42:543-549.
- Moster, D; Molina, AB; Danielss, J; Fourie, G; Hermano, C; Chao, CP; Fabregar, E; Sinohin, VG; Masdek, N; Thangavelu, R; Li, C; Yi, G; Moster, L ; Viljoen, A. 2017.** The distribution and host range of the banana *Fusarium* wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, in Asia. PLoS ONE 12(7): e0186030. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181630>
- Nasir, N; Jumjunidang, R; Eliesti, F. 2003.** The occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 in Indonesia. Research Institute for Fruits west Sumatra, Indonesia. Program and Abstracts of 2nd International Symposium on *Fusarium* wilt on banana. Salvador de Bahía, Brasil. 22 - 26 Sept.
- Pegg, KG; Moore, NY; Bentley, S. 1996.** *Fusarium* wilt of banana in Australia: a review. Australasian Journal of Agricultural Research 47: 637-650.

CORBANA

- Pérez-Vicente, L. 2015.** Las mejores prácticas para la prevención de la raza 4 tropical de la marchitez por *Fusarium* y otras enfermedades exóticas en fincas bananeras. *Fitosanidad* 19 (3): 243-250.
- Ploetz, R; Pegg, KG. 2000.** Fusarium wilt. In: Jones DR. (ed). *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. CAB International, Wallingford, UK. 143-159 p.
- Ploetz, RC. 2005.** Panama disease, an old nemesis rears its ugly head: Part 1, the beginnings of the banana export trades. *Plant Health Progress* December 2005. doi: 10.1094/PHP-2005-1221-01-RV.
- Ploetz, RC. 2006a.** Panama disease, an old nemesis rears its ugly head: Part 2, the Cavendish era and beyond. *Plant Health Progress* March 2006. doi: 10.1094/PHP-2006-0308-01-RV.
- Ploetz, RC. 2006b.** Fusarium Wilt of Banana Is Caused by Several Pathogens Referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology* 96: 653-656.
- Ploetz, RC. 2018.** Fungal Diseases of the Root, Corm and Pseudostem. In Jones DR. ed. *Handbook of diseases of banana, abaca and enset*. Wallingford, UK, CABI publishing. Pags. 207-228.
- PROMUSA. 2018.** TR4 present in the UK. Consultado en 9 julio 2019. Disponible en: <http://www.promusa.org/blogpost580-TR4-present-in-the-UK>
- Sanchez, M; Carr, C; Alfaro, F; Guzmán, M. 2017.** Síntomas del marchitamiento por *Fusarium* en banano Gros Michel (*Musa* AAA) (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1). Sección de Fitoprotección, Dirección de Investigaciones CORBANA. Hoja divulgativa nº13 – 2017.
- Shirani-Bibabadi, S; Sijun, S. 2018.** Banana Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) control and resistance, in the context of developing wilt-resistant bananas within sustainable production systems. *Horticultural Plant Journal* 4 (5): 208-2018.
- Simmonds, NW. 1966.** Bananas. Longman, London. 512 p.
- Stover, RH. 1962.** Fusarium wilt (Panama disease) of bananas and other *Musa* species. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK. 117 p.

Stover, RH. 1972. Banana, Plantain and Abaca diseases. Commonwealth Mycological Institute, UK. 316 p.

Stover, RH; Simmonds, NW. 1987. Bananas. 3 ed. Longman Scientific and Technical. Harlow, UK. 468 p.

Waite, BH; Dunlap, VC. 1953. Preliminary host range studies with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Plant Disease Reporter 37: 79-80.

Wibowo, A; Subandiyah, S; Sumardiyono, C; Sulistyowati, L; Fegan, M. 2011. Occurrence of tropical race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Indonesia. Plant Pathology J. 27 (3): 280-284.



Bananos.
¡Un alimento esencial!

EVITEMOS
JUNTOS EL

~~Fusarium
Raza 4 Tropical~~



Estimado viajero

Necesitamos su atención por favor:

El hongo **Fusarium Raza 4 Tropical** (Foc R4T) es capaz de destruir los cultivos de banano y plátano en América Latina y el Caribe.

La enfermedad se encuentra en el Sureste Asiático, África, Oriente Medio y Colombia. Para prevenir su ingreso a otros países de la región es necesario adoptar estrictas medidas de prevención.

Si usted viaja a algún país del Sureste Asiático, África, Oriente Medio o Colombia recuerde:

1. **NO** visitar fincas de ninguna clase, ni áreas donde haya plantas de banano.
2. **NO** regrese con souvenirs fabricados con material vegetal de banano.
3. Si visita alguna finca deseche el calzado y la ropa que utilizó antes de regresar a su país.

¡Gracias por ayudarnos a proteger la producción de banano y plátano de la región!



CORBANA

