



**Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para la
prevención y el manejo de la marchitez por Fusarium de las
Musáceas en América Latina y el Caribe - ATN/RF-18761-RG**

Producto 8.2 Memorias capacitaciones y talleres

2023





Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un programa de cooperación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Lorena Mojica, Mónica Betancourt, Gaudy Ortiz, Marcela Machuca, Sandra Alzate y Tatiana Miranda basado en las capacitaciones ofrecidas en 2023 por el proyecto ATN/RF-18761-RG Prevención y manejo de la marchitez por Fusarium de las Musáceas financiado por FONTAGRO y BID Invest.

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a: mbetancourt@agrosavia.co

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Índice de Contenido

<i>Agradecimientos</i>	5
Introducción	7
Antecedentes	9
Talleres: Diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por Foc R4T	11
<i>Fusarium en banano: la enfermedad y sus desafíos en contención, prevención y manejo frente a nuevas incursiones en ALC</i>	16
<i>Gestión del riesgo fitosanitario para mitigar el impacto de Foc R4T en Colombia</i>	17
<i>Estado actual de R4T en América Latina y el Caribe – Casos Perú y Venezuela</i>	18
<i>Historia de la raza 1 en Colombia: Distribución y caracterización</i>	19
<i>La experiencia de la contención y manejo de FocR4T en Colombia</i>	20
<i>Control biológico para el manejo de enfermedades en banano, experiencias en investigación desde la Universidad</i>	22
<i>Diagnóstico de Foc R4T: Contexto oficial y nuevas estrategias de diagnóstico desde la investigación</i>	23
<i>Introducción de materiales resistentes a Colombia – Protocolos, manejo y evaluación</i>	24
<i>Plataforma diagnóstica para la detección de fitopatógenos en musáceas</i>	25
<i>Esquema de aseguramiento sanitario para musáceas, aportes desde la investigación</i>	26
<i>Síntomas de enfermedades en musáceas e identificación en campo</i>	27
<i>Resultados de trabajos de investigación con control biológico desde Agrosavia</i>	28
<i>Montaje de pruebas de resistencia, métodos y experiencias de Agrosavia</i>	29
Capacitaciones a productores de musáceas	31
<i>Importancia de Foc R4T en Musáceas: Identificación, prevención, control y resultados de investigación</i>	32
<i>Bioseguridad contra Foc R4T en cultivos de plátano</i>	33
<i>Importancia de moko en musáceas: identificación, prevención y avances de resultados de investigación</i>	35
Capacitación a estudiantes de Colegios Técnicos Profesionales - CTPs de zonas rurales de Costa Rica	38
<i>Marchitez por Foc R4T: “un viejo enemigo nos amenaza nuevamente”</i>	39
<i>Propagación in vitro como una herramienta para la prevención de la marchitez por Fusarium y otras enfermedades.</i>	40

<i>Protocolo de reproducción in vitro de musáceas</i>	41
Visita técnica a Ecuador para acompañar las acciones de Agrocalidad e INIAP contra Foc R4T	43
<i>Visita técnica a Ecuador</i>	44
<i>Factores de predisposición para el comportamiento de Foc R4T</i>	45
<i>Vigilancia y acciones preventivas contra FocR4T</i>	46
Lecciones aprendidas	47
Conclusiones	47
Referencias	48
Biografía de los participantes	49

Agradecimientos

La estructuración, convocatoria y ejecución de las capacitaciones, implicó un trabajo colaborativo de los todos los países asociados a esta cooperación, por lo tanto, se da especial agradecimiento a los líderes del proyecto a nivel regional: Pedro Terreo (INIAP Ecuador), Gil Eduardo de Diego Salas (Costa Rica – INTA Costa Rica), David Ramos (IDIAP Panamá), Francisco Fitoria (INTA Nicaragua) y Luis Matos (IDIAF República Dominicana). Adicionalmente se extienden los agradecimientos a todas las instituciones que acompañaron y siguieron los eventos como ICA, Agrocalidad, CDHP, Universidad de la Salle, Universidad EAFIT y Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

También se agradece a las asociaciones de productores de banano en Colombia, Augura y Asbama por su acompañamiento y participación en las diferentes actividades.

Para el caso de Costa Rica se agradecer al Ing. Minor Cedeño Vindas, Asesor Nacional Modalidad Agropecuaria de la Dirección de Educación Técnica y Capacidades Emprendedoras (DETCE), del Ministerio de Educación Pública (MEP) de Costa Rica. Por su papel como asesor nacional de la modalidad agropecuaria, fue posible la coordinación con 5 Colegios Técnicos Profesionales (CTP's) del país que poseen laboratorios de Micropropagación.

Instituciones participantes



Introducción

El cultivo de banano es uno de los principales rubros de exportación de algunos países de América Latina y el Caribe (ALC) como Ecuador, Costa Rica, Colombia, Nicaragua, Costa Rica, Perú, México, Guatemala, entre otros, y por tanto es pilar fundamental de la economía. Asimismo, el cultivo de plátano es base de la dieta diaria de la población y de generación y diversificación de ingresos (Altendorf, 2019).

Con la detección de *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* Raza 4 Tropical, en adelante *Foc* R4T, en Colombia (2019), Perú (2021) y Venezuela (2023) la región enfrenta un patógeno con efectos devastadores sobre los cultivos, gran capacidad de dispersión y difícil manejo que se constituye en una gran amenaza para la seguridad alimentaria y el bienestar económico de los países. Las estrategias para hacer frente a esta amenaza van desde la exclusión en países que aún no tienen la enfermedad, hasta la contención y manejo en Colombia y Perú que ya han detectado el patógeno en su territorio. Es así, que la generación de un diálogo regional ampliado entre los actores de la cadena de valor, cobra especial importancia para hacer frente a la problemática actual.

En este sentido, el proyecto ATN/RF-18761-RG *Prevención y manejo de la marchitez por Fusarium de las Musáceas* ha generado una serie de capacitaciones en Colombia, Costa Rica, Panamá, Nicaragua, República Dominicana y Ecuador que permitan dar a conocer sus avances en investigación sobre epidemiología y manejo de *Foc* R4T, metodologías de diagnóstico para la identificación del patógeno, prácticas de bioseguridad y manejo del suelo con énfasis en control biológico y evaluación de materiales promisorios por su resistencia.

Las capacitaciones han permitido ampliar el diálogo entre los diferentes actores de la cadena: Organizaciones Nacionales para la Protección Fitosanitaria, Instituciones Nacionales de Investigación e Innovación Agropecuaria, asociaciones de productores, comercializadores, empresas privadas, Organizaciones no Gubernamentales, entidades gubernamentales, academia e instituciones de educación técnica profesional (ETP).

A continuación, se describen las 29 capacitaciones presenciales realizadas por el proyecto durante 2023. Estos eventos se ajustaron a cuatro estructuras determinadas por el perfil de asistentes y los recursos disponibles en los espacios de capacitación:

- 1.) Talleres teórico prácticos regionales concentrados en el Centro de Investigación Tibaitatá con enfoque en diagnóstico, bioseguridad e introducción de materiales a los países de la región orientados a técnicos, investigadores y académicos de las ONPF e INIAs de la región.
- 2.) Capacitaciones a productores de musáceas en diferentes territorios colombianos con énfasis en reconocimiento de síntomas y reporte a las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria - ONPF

- 3.) Capacitaciones a estudiantes de Colegios Técnicos Profesionales - CTPs de zonas rurales de Costa Rica
- 4.) Visita técnica a Ecuador para acompañar el proceso técnico de vigilancia, identificación de síntomas en campo y toma de muestras compartiendo la experiencia colombiana con Agrocalidad e INIAP, Ecuador.

Los talleres se enmarcan en los compromisos del marco lógico del proyecto, específicamente el Producto 8: Talleres de capacitación regionales sobre los componentes asociados al proyecto: 1) diagnóstico molecular de Foc R4T, 2) prácticas de manejo y bioseguridad para Foc R4T y 3) evaluación de la resistencia frente a Foc R4T de los materiales. Adicional a los talleres regionales cada país desarrollará talleres o capacitaciones presenciales en las principales zonas productoras de banano o plátano de su país, procurando la participación del sector productivo, académico y de investigación de tal forma que se pueden cumplir con el número de beneficiarios capacitados del proyecto. La coordinación general del proyecto procurará y gestionará la participación de expertos entre países dentro de los talleres locales.

Debe aclararse que para el año 2023, dada la rotación del personal en algunos de los INIAs responsables del proyecto el Taller regional No. 2 previamente programado para la temática de: Prácticas de manejo y bioseguridad para *Foc* R4T, se amplió a los temas de bioseguridad, diagnóstico, contención, manejo e introducción de materiales resistentes con el objetivo de nivelar el conocimiento de los investigadores líderes y aumentar el impacto del taller. Esto nos permitió cumplir el objetivo inicialmente planteado, pero además aumentar la profundidad del taller regional.

Antecedentes

La Marchitez por Fusarium provocada por *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense Raza 4 Tropical (*Foc* R4T) es considerada una de las enfermedades más destructivas de las musáceas (plátano y banano), dado que causa necrosamiento de los haces vasculares generando marchitamiento y muerte de la planta y es altamente agresivo en los materiales de banano de exportación. *Fusarium* es un patógeno que se caracteriza por su rápida y fácil dispersión en campo y forma estructuras de resistencia que le permiten permanecer en el suelo por más de 30 años ocasionando la pérdida productiva de los mimos y obligando a los productores y en especial a los países a la aplicación de estrictas y costosas normas de bioseguridad (Dita *et al.*, 2018).

En el año 2019 ante el primer reporte en Colombia de la presencia de la enfermedad, todas las Organizaciones de Protección Fitosanitaria de la región de América Latina y el Caribe y las organizaciones de investigación, así como gremios y sector público y privado encendieron sus alarmas y empezaron a ejecutar acciones para la exclusión de la enfermedad de sus territorios. Ese mismo año Fontagro lideró la estructuración de una agenda de investigación para hacer frente a la enfermedad en la región y se definieron los temas estratégicos a corto, mediano y largo plazo que debían desarrollarse desde las Organizaciones de Protección Fitosanitaria (ONPFs), los Institutos de Investigación (INIAs, Corbana, Cenibanano, entre otros) y el sector privado para hacer frente a la enfermedad. La agenda estructurada puede revisarse en el documento: Agenda para la prevención y el manejo de brotes de la raza 4 tropical de Fusarium (R4T) en el cultivo de musáceas en América Latina y el Caribe (ALC). Betancourt *et al.*, 2020¹. A partir de esta agenda numerosas iniciativas en la región se han apoyado en su estructura para la financiación de proyectos y articulación de acciones.

En este documento se presentan el resumen ejecutivo de las capacitaciones desarrolladas en el año 2023, las cuales fueron programadas con el objetivo de divulgar los principales avances en investigación desarrollados a nivel regional y fortalecer las capacidades de los diferentes actores involucrados en la cadena de valor de musáceas; considerando los ejes temáticos más importantes dentro de la estrategia de prevención y manejo de *Foc* R4T: a) Bioseguridad, b) Diagnóstico, c) Bioprotección, d) Introducción de materiales resistentes.

¹ <https://publications.iadb.org/es/agenda-para-la-prevencion-y-el-manejo-de-brotes-de-la-raza-4-tropical-de-fusarium-r4t-en-el-cultivo>

Desafío

Los desafíos frente a *Foc R4T* son múltiples en la región latinoamericana, sin embargo, en el marco de este ciclo de capacitaciones el desafío más importante está en generar capacidades a nivel de toda la cadena de valor de musáceas, fortalecer redes de información y lograr que los avances obtenidos en cada país o institución de investigación pueden ser aprovechados por todos los países.

Equipo de Trabajo

1. AGROSAVIA e ICA Colombia:

- 👩‍🌾 Mónica Betancourt Vásquez
- 👩‍🌾 Sindy Lorena Mojica Ramos
- 👩‍🌾 Gustavo Rodríguez
- 👩‍🌾 Mauricio Soto Suárez
- 👩‍🌾 Luisa Fernanda Izquierdo
- 👩‍🌾 Andrea Amalia Ramos
- 👩‍🌾 Juliette Catalina Quintero
- 👩‍🌾 Juan Camilo Gómez Henao
- 👩‍🌾 Sandra Lorena Carmona
- 👩‍🌾 Sandra Alzate
- 👩‍🌾 Marcela Machuca
- 👩‍🌾 Magda Gómez

2. INTA, Costa Rica:

- 👩‍🌾 Gaudy Ortiz Rivera.
- 👩‍🌾 Hugo Yoel Montero González.
- 👩‍🌾 Gil Eduardo de Diego Salas
- 👩‍🌾 Cristina Chacón Vargas

3. IDIAP, Panamá:

- 👩‍🌾 David Ramos

4. INIAF, República Dominicana:

- 👩‍🌾 Luis Matos

5. INIAP, Ecuador:

- 👩‍🌾 Pedro Terrero

6. INTA, Nicaragua:

- 👩‍🌾 Francisco Fitoria

Agenda Taller Regional: Diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por *Foc* R4T (2023)



EVEN TO PRESENCIAL



AGROSAVIA 30
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por *Fusarium* Raza 4 tropical

AGENDA DÍA 1

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO SOBRE *Foc* R4T

8:00 a.m. *Inauguración del Curso. Mesa de instalación*

8:30 a.m. *Fusarium en banano: La enfermedad y sus desafíos en contención, prevención y manejo frente a las nuevas incursiones en América Latina y el Caribe*
Miguel Angel Dita Rodríguez – Alianza CIAT – Bioversity

9:30 a.m. *El estado actual de *Foc* R4T en América Latina y el Caribe e iniciativas desde investigación en países afectados*
Juan Carlos Rojas – INIA (Perú)
Rafael Mejías – UCV ; Elba Vallejo – INIA (Venezuela)

11:00 a.m. *Gestión del riesgo fitosanitario para mitigar el impacto de *Foc* R4T en Colombia*
Andrea Amalia Ramos- ICA (Colombia)

11:30 a.m. *Historia de la Raza 1 en Colombia: distribución y caracterización*
Liliana Hoyos – UNAL (Colombia)

12:15 p.m. *La experiencia en la contención y manejo de *Foc* R4T en Colombia.*
Antonio Gonzalez – Agrovid SAS





Diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por Fusarium Raza 4 tropical

AGENDA DÍA 1

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO SOBRE Foc R4T

1:00 p.m.

Almuerzo

2:00 p.m.

Agenda de investigación para Foc R4T y otras enfermedades de Cenibanano

Sebastián Zapata Henao – CENIBANANO (Colombia)



2:45 p.m.

Control biológico para el manejo de enfermedades en banano, experiencias en investigación desde la Universidad

Valeska Villegas – EAFIT (Colombia)



3:30 p.m.

Diagnóstico de Foc R4T: contexto oficial y nuevas estrategias de diagnóstico desde la investigación

Mauricio Soto-Suárez – Agrosavia (Colombia)



4:30 p.m.

Cierre día 1





AGROSAVIA 30
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por Fusarium Raza 4 tropical

AGENDA DÍA 2

MATERIALES GENÉTICOS DE MUSÁCEAS: INTRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN

8:00 a.m. **Introducción de materiales resistentes a Colombia y protocolos, manejo y evaluación**

Gustavo Rodríguez, Magda Gómez – Agrosavia (Colombia)

8:45 a.m. **Plataforma diagnóstica para la detección de fitopatógenos en musáceas**

Jorge Evelio Angel Díaz – ICA (Colombia)

9:45 a.m. **Esquema de aseguramiento sanitario para musáceas, aportes desde la investigación**

Mónica Betancourt Vásquez – Agrosavia (Colombia)

11:00 a.m. **Práctica 1: - Visita a invernadero de cuarentena**

Gustavo Rodríguez – Agrosavia (Colombia)

1:00 p.m. **Almuerzo**

2:30 p.m. **Práctica 2: Laboratorio de cultivo de tejidos**

Magda Gómez – Agrosavia (Colombia)

4:30 p.m. **Cierre día 2**





AGROSAVIA 30
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por Fusarium Raza 4 tropical

AGENDA DÍA 3

DIAGNÓSTICO DE Foc R4T DEL CAMPO AL LABORATORIO

8:00 a.m. *Teórico: Síntomas de enfermedades en musáceas e identificación en campo*
Taller de identificación: Moko, Virus, Foc R4T
Mónica Betancourt Vásquez – Agrosavia (Colombia)

8:45 a.m. *Práctica 3.*
Identificación de síntomas de enfermedades y métodos de monitoreo en campo

9:30 a.m. *Práctica 4.*
Montaje de cultivos monospóricos Aislamiento de ADN de Foc

11:00 a.m. *Práctica 5.*
Diagnóstico de Foc R4T marcadores y técnicas
- PCR en punto final
- PCR en tiempo real
- Secuenciación de genomas usando tecnología OXFORD nanopore

4:30 p.m. *Cierre día 3*





AGROSAVIA/30
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por Fusarium Raza 4 tropical

AGENDA DÍA 4

CONTROL BIOLÓGICO Y PRUEBAS DE RESISTENCIA A Foc R4T

- 8:00 a.m. **Resultados de trabajos de investigación con control biológico desde Agrosavia**
Luisa Fernanda Izquierdo – Agrosavia (Colombia)
- 9:45 a.m. **Montaje de pruebas de resistencia, métodos y experiencias de Agrosavia**
Rommel León – Agrosavia (Colombia)
- 10:30 a.m. **Práctica 6.**
Aislamiento de microorganismos benéficos directamente de suelos
Montaje de pruebas antagonistas a nivel in-vitro frente a Foc R4T
- 12:00 p.m. **Práctica 7.**
Montaje de ensayos de control biológico y resistencia en invernadero
Inoculación
- **Aplicación de benéficos**
- **Medición de variables**
- 4:00 p.m. **Acto de clausura, entrega de certificados y compartir**

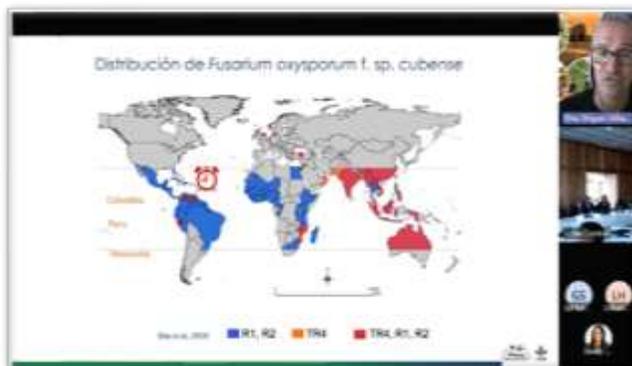


Número de talleres desarrollados: 4

Total personas capacitadas en esta modalidad: 35

Fusarium en banano: la enfermedad y sus desafíos en contención, prevención y manejo frente a nuevas incursiones en ALC

Miguel Dita, Alliance of Bioversity International and CIAT



El marchitamiento de las musáceas provocado por *Foc* R4T se considera la enfermedad más importante de las musáceas. Es un patógeno importante porque afecta a muchos cultivares de *Musa* spp. desde el banano de exportación, hasta cultivares importantes para la seguridad alimentaria como los plátanos.

El patógeno inicia de forma difícilmente detectable y permanece en el suelo por largos periodos de tiempo por lo que genera importantes pérdidas para la industria bananera de la región y un gran impacto social a nivel de seguridad alimentaria. En este sentido, es clave aumentar la influencia política con datos generados a partir de la investigación.

América Latina y el Caribe es altamente vulnerable a la infección por *Foc* R4T, no solo por variables técnicas como la propagación clonal y los sistemas de monocultivo que conforman un corredor de variedades susceptibles, sino por variables institucionales, sociales y políticas.

El impacto de *Foc* R4T está documentado en casos como el de China, cuyo primer reporte fue en 1996 y para el 2013 sumaba 100.000 hectáreas erradicadas por la enfermedad, Mozambique donde la finca con el primer reporte de la enfermedad en 2013, se declaró en bancarrota en 2015 dejando sin empleo a mil personas o el caso de Filipinas, donde de las 15.000 hectáreas afectadas, 11.000 pertenecían a pequeños productores.

Este panorama demanda ampliar las disciplinas que generan investigación a perfiles socioeconómicos y antropológicos para generar datos que incrementen la inversión en la generación de estrategias para hacer frente a esta amenaza.

Es necesario repensar las estrategias ahora que hay tres reportes del patógeno en la Región con énfasis en la vigilancia del material de siembra, el manejo de las condiciones que predisponen los cultivos a la infección, el mejoramiento de las condiciones de bioseguridad y el diagnóstico temprano.

Es necesario cambiar el paradigma de manejo integrado a uno que contemple las dimensiones, sociales, institucionales y políticas

Gestión del riesgo fitosanitario para mitigar el impacto de Foc R4T en Colombia

Andrea Amalia Ramos – ICA, Colombia

Foc R4T es una enfermedad cuarentenaria con estatus fitosanitario *presente* en 17 fincas de dos departamentos del territorio colombiano. El enfoque de gestión de riesgos fitosanitarios es un proceso que involucra y orienta los esfuerzos de los sectores público y privado de manera sistemática, integral y coordinada para reducir los riesgos en la sanidad vegetal y manejar adecuadamente las emergencias fitosanitarias y sus efectos que se compone de cinco pasos:



- Identificación del riesgo. Entre 2010 y 2015 se hizo la declaratoria de plaga cuarentenaria para *Foc*. En 2017 se realizó una evaluación del riesgo por medio de un proceso de vigilancia activa el patógeno en la que se declaró ausente y en 2019 se declaró la emergencia fitosanitaria con el primer reporte en una finca de La Guajira.

El objetivo del proceso de vigilancia oficial es recopilar y registrar información sobre la presencia o ausencia de una plaga mediante el uso de encuestas monitoreo u otros procedimientos

- Prevención. Por medio de vigilancia general y específica con enfoque de detección temprana.

- Vigilancia y monitoreo. La prevención en primera barrera está a cargo de la Subgerencia de Protección fronteriza, y en segunda barrera de la Subgerencia de protección vegetal que cuenta con 7 laboratorios para diagnóstico de *Foc* R4T por

PCR Convencional, PCR en tiempo real, genes SIX y PCR Digital.

- Intervención. Enmarcada en alianzas con gremios, agencias internacionales y centros de investigación. El área cuarentenada en Colombia por *Foc*R4T asciende a 17 fincas con un área de 3176.5 ha.

- Comunicación del riesgo. Eventos de capacitación grupales y personalizados.

La prospectiva de la gestión del riesgo para *Foc* R4T gira en torno a la ejecución de acciones en frontera, el mejoramiento de los sistemas de vigilancia epidemiológica, ajustes normativos, fortalecimiento de capacidades para la producción de semilla sana, materiales promisorios por su resistencia, bioseguridad para todo tipo de productor y un enfoque de resiliencia con el escalonamiento de investigaciones en campo, manejo alternativo de cuarentenas, esquemas de convivencia con el patógeno, aprovechamiento productivo de las áreas afectadas y seguimiento a la normatividad vigente.

Estado actual de R4T en América Latina y el Caribe – Casos Perú y Venezuela

Juan Carlos Rojas- INIA, Perú; Rafael Mejias- UCV, Venezuela; Elsa Vallejo – INIA, Venezuela



Perú cuenta con 160.000 hectáreas sembradas en musáceas. *FocR4T* se detectó en abril 021 en la Costa norte del país.

Cuando ocurrió el primer reporte, SENASA empezó interviniendo áreas de 15mX15m alrededor de los focos, generando impactos socioeconómicos severos en pequeños

productores de banana orgánica que llevó a cambiar el área de intervención a una de 5X5. A mayo de 2023, SENASA ha intervenido 157 focos en un área de 15.5 ha.

Los esfuerzos de manejo se han concentrado en la producción de semilla de calidad, el manejo de condiciones predisponentes como la humedad, la diversificación de los materiales de siembra, enfoque de manejo agroecológico, manejo territorial de las cosechas y bioseguridad con énfasis en pequeños productores.

Para el caso de Venezuela, el primer reporte se llevó a cabo por la UCV- Universidad Central de Venezuela y el IVIC- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, financiado por el

IICA y con el acompañamiento del INSAI. Se muestreó una zona en la que productores identificaron algunos síntomas de marchitez circundantes a un lago endorreico que funciona como sistema de riego de la región muestreada. En 2023 el INSAI declaró la presencia de *FocR4T* en los estados de Aragua (10°11'8"N; 67°34'51"W), Carabobo (10°14'24"N; 67°48'51"W) y Cojedes (9°37'44"N;68°55'4"W).

El establecimiento de alianzas interinstitucionales es clave para abordar la problemática de FocR4T desde diferentes enfoques: tecnológicos, políticos, institucionales y socioeconómicos



De su parte, el INIA ha concentrado sus esfuerzos en la evaluación de microorganismos antagonistas con miras a establecer estrategias de control biológico de *Foc R4T*, programas de mejoramiento mediante la evaluación de materiales irradiados en fincas afectadas por el patógeno y programas de manejo en campo con énfasis en control de

factores condicionantes, bioseguridad y fertilización.

Historia de la raza 1 en Colombia: Distribución y caracterización

Liliana Hoyos- Universidad Nacional, Sede Medellín, Colombia.

El hongo *Fusarium odoratissimum* f. sp. *cabense* (Foc R4T) se divide en cuatro razas de acuerdo con su patogenicidad sobre cultivares de banano. Foc R4T afecta principalmente al cultivar Cavendish, así como a especies susceptibles a la raza 1 y 2.



Las plantaciones comerciales de banano corresponden a híbridos binomiales de *Musa acuminata* al cual pertenece el grupo Cavendish. Así como la diversidad del hospedero es alta, la diversidad del patógeno lo es, *Foc* es un hongo que tiene un ciclo asexual en el que no hay recombinación, pero con estrategias de diversificación como la heterocariosis, una condición en la que la célula tiene diferentes núcleos generados por anastomosis, que a su vez tiene cromosomas móviles responsables de su alta patogenicidad.

Cuando se habla del término *forma especial* se hace referencia a la patogenicidad por grupo

Uno de los principales desafíos de Colombia es introducir diversidad

determinado de hospederos, así mismo, la raza se refiere a la patogenicidad diferencial por rangos de variedad del hospedero que en otros sistemas se llama patotipos.

La identificación del patógeno se hace bajo los parámetros de la Subcomisión Internacional de Taxonomía, construida con el concepto de especie de Taylor y es independiente del proceso de diagnóstico que hacen las ONPFs.

La Universidad Nacional de Colombia está trabajando en la categorización espectral de cultivares de Gros Michel susceptibles a *Fusarium* raza 1 (Macías – Echeverry et al., 2022) y las perspectivas de trabajo se dirigen a la realización de diagnósticos no destructivos en tiempo real, mediante estrategias de inteligencia artificial y modelamiento matemático con énfasis en el estudio del hospedero.

La experiencia de la contención y manejo de FocR4T en Colombia

Antonio Gonzalez - Grupo AGROVID, Colombia



El éxito de la contención de *Foc R4T* radica en la detección oportuna del patógeno que debe consistir en un proceso rutinario de monitoreo realizado por la ONPF de cada país. Los sistemas de siembra de ALC se hacen principalmente en tres bolillo o triángulo, presencia de canales de drenaje e infraestructura que dificultan los procesos de monitoreo comparados con las condiciones de los cultivos de Australia donde se detectó *Foc R4T* desde 1997, con velocidades de monitoreo de 4 Km/h.

A partir de 2019 se iniciaron trabajos para el mejoramiento de los protocolos de monitoreo de plantaciones de banano adoptados de los esquemas australianos, en conjunto con el Instituto Agropecuario – ICA y AUGURA. Se implementaron recorridos en forma de *u* con los botalones de la finca como referencia

aumentando la cobertura de vigilancia con rendimientos de hasta 25 ha vigiladas/persona/día. Para el caso de Colombia, en caso de detección de plantas

“La clave del control de Foc R4T es el monitoreo y la vigilancia permanente”



sospechosas con *Foc R4T*, existe un procedimiento establecido por el ICA que contempla acciones como el reporte inmediato a la ONPF, la demarcación de un área de mínimo 10 m a la redonda que evite el tránsito, evitar movilización de suelo y material vegetal por personal diferente a los funcionarios de la ONPF y dar estricto cumplimiento a los protocolos

de desinfección de herramienta y elementos de protección personal de los trabajadores.

Agenda de investigación para Foc R4T y otras enfermedades de Cenibananó

Laura Arango Palacio^{1,3}, Liliana María Hoyos Carvajal², Daniel Felipe Ospina Galeano^{2,3}, Andrés Mauricio Pinzón Núñez³, Sebastián Zapata Henao³.

¹ Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Medellín, Colombia.

² Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

³ Cenibananó- AUGURA.



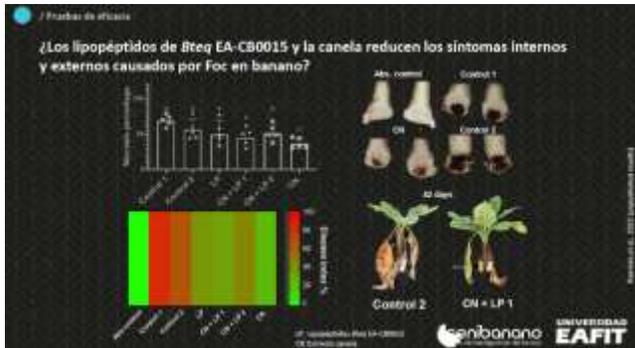
La marchitez de las musáceas afecta seriamente la producción de banano en Colombia. Actualmente, las estrategias de manejo están enfocadas en protocolos de contención y bioseguridad para prevenir su propagación a otros territorios declarados libres de la enfermedad, siendo la desinfección la estrategia más efectiva. En ese orden de ideas, el

objetivo del presente estudio, fue evaluar a nivel *in vitro* 8 desinfectantes a base de amonio cuaternario como mecanismo de prevención frente a estructuras reproductivas y de resistencia de *Foc* raza 1. Del mismo modo, determinar la influencia de la materia orgánica y la textura frente a la acción de los desinfectantes. Para ello, se evaluaron desinfectantes a 1200 ppm y 2000 ppm en un tiempo de 30 segundos tanto en ausencia y presencia de suelo, realizando interacción suelo en inóculo e interacción suelo en desinfectante, además se realizaron ensayos con diferentes clases texturales y prácticas de nivelación con la adición de suelo. En ausencia de suelo, los desinfectantes inhibieron la población del patógeno un 100%, en cuanto a la interacción suelo inóculo, tanto para las estructuras reproductivas como de resistencia la eficiencia fue del 100% en todos los desinfectantes evaluados. En la interacción suelo desinfectante, sólo el QAC_c (cloruro de alquil dimetil bencil amonio al 1%) y QAC_d (cloruro de di (octil decil) dimetilamonio al 1% + cloruro de benzalconio al 13,5%) controlaron un 100% el patógeno. Cabe anotar que la presencia de materia orgánica influye en la acción biocida del desinfectante, disminuyendo su eficacia en el control de la enfermedad, del mismo modo se observó que las texturas finas presentaron un mayor efecto reductor de la concentración, en comparación a las demás texturas evaluadas.

La resolución ICA No. 00017334 de 2019 establece el plan de seguridad y vigilancia fitosanitaria para la marchitez por *Fusarium* en Colombia.

Control biológico para el manejo de enfermedades en banano, experiencias en investigación desde la Universidad

Valeska Villegas -Universidad EAFIT, Colombia



Múltiples trabajos han evidenciado la efectividad de géneros como *Trichoderma*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, cepas no patogénicas de *Fusarium* spp., entre otros, en el manejo de *Foc* R4T. La forma de acción puede ser directa a través de la antibiosis (metabolitos secundarios, enzimas líticas,

compuestos orgánicos volátiles), parasitismo o competencia; y de forma indirecta induciendo resistencia local o sistémica, promoción del crecimiento vegetal, o cambios favorables en la microbiota del suelo.

Ejercicios de bioprospección realizados desde 2008 han logrado la colecta de 2080 bacterias aisladas de la filósfera y rizósfera de plantas de banano y plátano. A partir de estas colecciones, se ha demostrado que los metabolitos secundarios microbianos producen antibiosis directa contra hongos patógenos, el complejo *Bacillus subtilis*, que incluye las especies *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. velezensis* y *B. tequilensis*, es conocido por sus propiedades antifúngicas, debido a metabolitos como policétidos (PK), sideróforos y péptidos no ribosómicos (NRP). Los lipopéptidos cíclicos (LP), aislados de *Bacillus tequilensis* EA-CB0015, son biomoléculas que tienen una actividad destacada contra *Fusarium* spp.

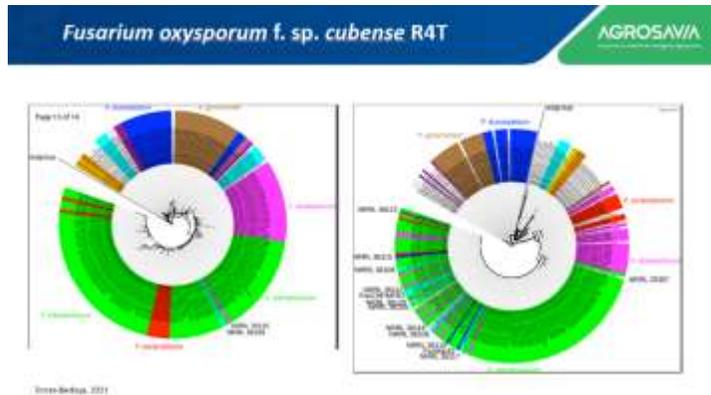
Se trabaja en el escalamiento industrial de un biopesticida con base en extracto de canela y aislados de *B. tequilensis*

De otra parte, el efecto antifúngico de los extractos de plantas implica interacciones hidrofóbicas con la membrana del organismo huésped, alteraciones de la estructura celular y afecciones de las vías metabólicas. El extracto de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) es conocido por su efecto antifúngico sobre el género *Fusarium*, el cual se asocia con una mayor producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), alteraciones morfológicas e inhibición del crecimiento. Ramírez et al. (2023) evidenciaron las alteraciones de la bioenergética mitocondrial en *Foc* relacionadas con el efecto inhibitorio de lo que parece ser una combinación sinérgica de lipopéptidos de *B. tequilensis* EACB0015 con un extracto metanólico de canela con resultados promisorios contra este patógeno.

Diagnóstico de Foc R4T: Contexto oficial y nuevas estrategias de diagnóstico desde la investigación

Mauricio Soto. Agrosavia, Colombia

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* (Foc) raza 4 tropical (R4T) causante de la marchitez vascular en musáceas, representa una amenaza para la industria bananera mundial. Reportes recientes del patógeno en Colombia (2019), Perú (2021) y Venezuela (2023), demuestran la importancia de



fortalecer los protocolos de vigilancia epidemiológica, detección y diagnóstico para contener su dispersión en América Latina y el Caribe. El diagnóstico/detección de R4T está basado en la observación de síntomas en campo, análisis microbiológicos y técnicas de biología molecular. Desde hace más de una década se han desarrollado métodos basados en PCR convencional y PCR cuantitativa para la detección de R4T. Estos métodos están optimizados, en su mayoría, para identificar el patógeno a partir de plantas sintomáticas y posterior aislamiento del hongo.

Es necesario que exista una estrecha comunicación entre ONPF, INIAs y empresas privadas que permita un diagnóstico efectivo de la enfermedad para el control oportuno

Con la llegada de R4T a América Latina, es necesario estandarizar los protocolos de detección del patógeno y verificar que los marcadores pueden amplificar las variantes del hongo presentes en esta región. Los trabajos de Agrosavia se han enfocado en tres objetivos (i) estandarizar diferentes metodologías basadas en PCR en un laboratorio de referencia para la región (ii) dotar a países de la región con ADN de controles positivos para la detección de R4T, y (iii) estandarizar en cada país metodologías de detección de R4T teniendo en cuenta las diferencias en disponibilidad de reactivos, consumibles y equipos de laboratorio.

Introducción de materiales resistentes a Colombia – Protocolos, manejo y evaluación

Gustavo Rodríguez- Agrosavia, Colombia



FocR4T no solo afecta a las variedades del subgrupo Cavendish, sino también a un grupo considerable de variedades de musáceas importantes para la seguridad alimentaria y para la generación de ingresos de los pequeños productores como los plátanos tradicionales colombianos. Por el tipo de patógeno, su rápida dispersión y sus niveles de

persistencia en el suelo, la opción con mayor probabilidad de éxito para su manejo es la introducción y el uso de materiales mejorados. En el mundo, no existen cultivares comerciales resistentes a *Fusarium R4T*, con niveles similares de resistencia de los que presenta Cavendish a *Foc R1*, sin embargo, hay una serie de materiales promisorios que deberán ser evaluados para garantizar al sector productivo su promesa de valor.

Para este proceso de introducción, es clave que los países cuenten con procedimientos que aseguren que el germoplasma importado se encuentre libre de plagas de importancia cuarentenaria. Para garantizar la eficacia del diagnóstico, es necesario que el material de propagación pase por un periodo de cuarentena comprendida por dos etapas: 1.) etapa de aclimatación-endurecimiento en la que el material se siembra en bandejas para facilitar la adaptación a las condiciones de invernadero de cuarentena por un tiempo aproximado de 1,5 meses; y 2.) una fase de vivero de 5 meses en la que el material se trasplanta a bolsas con sustrato estéril para facilitar la detección de enfermedades.

El movimiento del germoplasma siempre implica riesgos de introducción de plagas o enfermedades, en especial de patógenos asintomáticos como virus, viroides y fitoplasmas

Todos los instructivos y procedimientos del ICA para el funcionamiento de la cuarentena se encuentran armonizados con las NIMF de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF/FAO).

Plataforma diagnóstica para la detección de fitopatógenos en musáceas

Jorge Evelio Ángel – ICA, Colombia

El ICA es el garante de la sanidad en la producción agropecuaria de Colombia.

Desde el enfoque de gestión del riesgo, se ejercen acciones en frontera, vigilancia epidemiológica, capacidad diagnóstica, bioseguridad para pequeños y medianos productores incluyendo fincas plataneras, ajustes

normativos, introducción de materiales promisorios, estudios sobre la genética del patógeno y fortalecimiento de capacidades para la producción de semillas sana.

En términos de la capacidad diagnóstica y para dar cumplimiento a su misión de prevenir, controlar y reducir riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales, cuenta con 8 laboratorios más un laboratorio móvil de diagnóstico agropecuario – LAMA dotado con equipos para diagnóstico molecular y unas cámaras de contención para trabajo en condiciones bioseguras contra *Foc R4T* pertenecientes a la Dirección técnica de análisis y diagnóstico agrícola.

A partir del 2019 se reporta *Foc R4T* en Colombia y debido a las similitudes de los síntomas en campo

de las razas 1, 2 y 4, se hace necesario implementar un serie estrategias para la detección molecular del hongo basadas en aislamiento, extracción de ADN, PCR y qPCR. A partir del micelio se inician las pruebas moleculares, la de mayor confiabilidad es la de Aguayo et al. (2017). Cuando esta prueba resulta positiva, se hacen pruebas de PCR y q PCR entre las que destaca Dita et al. (2010), Carvalhais et al. (2019), Aguayo et al. (2017) y Matthews et al. (2020).

En 2022 el ICA realizó diagnóstico de *FocR4T* en 6087 muestras de tejido vegetal y estima procesar 6022 muestras en 2023 en el marco de un robusto esquema de vigilancia y monitoreo



Esquema de aseguramiento sanitario para musáceas, aportes desde la investigación

Mónica Betancourt Vásquez – Agrosavia, Colombia

La producción de musáceas se ve continuamente enfrentada a los riegos sanitarios, lo cual se incrementa por la baja disponibilidad de semilla de buena calidad en todos los pies latinoamericanos, además de la falta de protocolos que garanticen los criterios mínimos de calidad de la semilla: genética, física, fisiológica y sanitaria.

Agrosavia ha desarrollado un esquema de aseguramiento sanitario para musáceas (plátano y banano) que contempla las fases de producción e indexación. El esquema prevé la instalación de huertos madres a partir de material *in-vitro* para disminuir el riesgo de la presencia de enfermedades transmitidas por semilla, la conformación de núcleos de producción de semilla de forma intensiva a partir de túneles, cámaras térmicas y un esquema fuerte de diagnóstico para hongos, bacterias y virus.



Este esquema permite garantizar la sanidad de los materiales entregados en los procesos de producción de semilla de Agrosavia, pero además es el primer paso para disminuir el riesgo de la dispersión de Foc R4T en el territorio nacional.

La alta incidencia de Moko en las plantaciones de banano y plátanos en ALC, son un termómetro de lo que podría pasar con Foc R4T, por lo tanto, es urgente la aplicación de esquemas de aseguramiento sanitario a todo nivel

Dentro del esquema de aseguramiento sanitario se revisan los huertos de producción al menos cada 15 a 20 días, con diagnóstico para las enfermedades más limitantes y protocolos de erradicación o manejo para enfermedades y/o plagas de menor impacto.

Los principales patógenos para los cuales se hace diagnóstico son: *Ralstonia solanacearum*, Raza 2, *Fusarium oxysporum* f s. sp. *cubense* Raza 1 y Raza 4, Virus: CMV, BSV.

Síntomas de enfermedades en musáceas e identificación en campo

Mónica Betancourt Vásquez – Agrosavia, Colombia



El marchitamiento de las musáceas provocado por *Foc R4T* se considera la enfermedad más importante de las musáceas. *Fusarium* es un hongo vascular que penetra por las raíces y causa la marchitez progresiva de la planta hasta causar la muerte. Generalmente una planta afectada

no llega a producción. *Foc R4T* es un patógeno importante porque afecta a muchos cultivares de *Musa* spp., desde el banano de exportación, hasta cultivares importantes para la seguridad alimentaria como los plátanos y produce los mismos síntomas que raza 1 en variedades susceptibles.

El patógeno inicia de forma difícilmente detectable y permanece en el suelo por largos periodos de tiempo. Una vez que esté en una zona es muy difícil de manejar, dado que puede sobrevivir en plantas asintomáticas y arvenses, se distribuye en material de siembra asintomático por partículas de agua y suelo y tiene un largo periodo de latencia, es decir se hace evidente después de mucho tiempo del inicio de la presencia del patógeno.

Los síntomas externos iniciales se presentan en las hojas maduras, con amarillamiento progresivo de los bordes hacia el interior del foliolo. En estados avanzados se observa necrosis en las láminas foliares con clorosis profunda y hojas caídas en forma de ruana alrededor del pseudotallo.

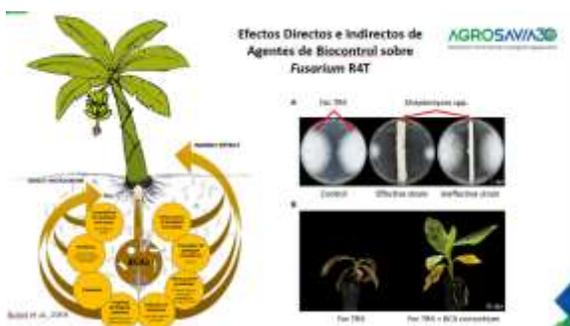
El patógeno inicia de forma inicialmente indetectable y permanece en el suelo por largos periodos de tiempo

Una característica diagnóstica es que, aunque la planta esté marchita, se conserva erecta. A nivel interno, la necrosis es de tipo continua en los haces vasculares, con presencia de manchas negras o tilosas.

Epidemiológicamente las características más importantes de la enfermedad son: 1) Producción de estructuras de resistencia que pueden sobrevivir por largos periodos de tiempo en el suelo, 2) Las epidemias pueden hacerse evidentes mucho tiempo después de que el patógeno ha incursionado en el cultivo, 3) El patógeno puede sobrevivir en plantas asintomáticas y arvenses, 4) se disemina fácilmente por partículas de suelo y por fuentes de agua, 5) puede ser diseminado por material de siembra.

Resultados de trabajos de investigación con control biológico desde Agrosavia

Mauricio Soto Suárez – Agrosavia, Colombia



El control biológico es una estrategia del manejo integrado en la que se hace uso de microorganismos benéficos y sus metabolitos para el control de plagas y enfermedades de los cultivos. Los principales microorganismos utilizados en control biológico son el hongo *Trichoderma* spp. y las bacterias esporuladas *Bacillus* spp. cuyas

altas tasas reproductivas y capacidad de sobrevivencia a condiciones ambientales adversas los convierten en potenciales alternativas en el manejo de enfermedades de la importancia de *Foc* R4T.

Para establecer la eficiencia de algunos productos comerciales a base de estos microorganismos sobre el control de *Foc* R1 se evaluaron cuatro bioplaguicidas comerciales a base de *Trichoderma* spp., dos a base de *Bacillus* spp., y tres productos promisorios utilizados en banano y clavel. Se realizaron pruebas de antagonismo *in vitro* con la cepa IB de *Foc* raza 1, encontrando eficacias para *Trichoderma* entre el 78% y el 85% y en el caso de *Bacillus* entre el 48% y el 73%.

En invernadero se realizaron cuatro aplicaciones de los bioplaguicidas y se evaluó la población de microorganismos en el suelo en tres momentos: antes de transplante, 7 DDT y 15 DDT y dos veces por semana se evaluó incidencia y severidad del ataque del patógeno. Adicionalmente, se evaluó la mitigación del daño en la planta a través de algunas variables de respuestas fisiológica.

Los resultados para el control de *Foc* R1 con *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. señalan que el control biológico es una estrategia eficiente y sostenible para los sistemas productivos de musáceas en Colombia.

Algunos tratamientos presentaron hasta el 71% de eficacia sobre la incidencia del patógeno y resultados promisorios sobre severidad. En inspección visual de síntomas internos algunos tratamientos presentaron hasta el 80% de plantas sanas y en verificación a nivel molecular se encontraron tanto plantas sanas como plantas asintomáticas. A nivel de respuesta fisiológica se destacaron algunos tratamientos de forma diferencial de acuerdo con la variable evaluada. Los trabajos futuros estarán enfocados en evaluar la eficacia de estos bioplaguicidas sobre el control de *Foc* R4T.

Montaje de pruebas de resistencia, métodos y experiencias de Agrosavia

Rommel León– Agrosavia, Colombia

La producción de banano en Colombia está limitada al uso de unas pocas variedades, lo cual, genera riesgos importantes frente a la presencia de patógenos y el desarrollo de epidemias. *Foc* ha reducido severamente la producción de banano y plátano en las regiones tropicales del mundo. La Raza 4 Tropical (R4T) fue detectada en Colombia en el 2019 y es virulenta para todos los cultivares de banano tipo Cavendish, lo que representa la mayor parte de la producción de banano en el país. Se necesita con urgencia resistencia genética a *Foc* R4T y evaluar los plátanos tradicionales del país frente a la enfermedad.



El programa de mejoramiento de musáceas en Colombia se ha alimentado de la experiencia de CIRAD, Francia y EMBRAPA, Brasil y se ha desarrollado en alianza con Cenibanano. Se ha trabajado con material aclimatado de Dominico, Dominico Hartón, Hartón, Bananito, Manzano, Popocho, Controles: Cavendish (Williams y Valery) desarrollando experimentos bajo condiciones controladas en infraestructura establecida en una finca afectada y a campo abierto.

Los plátanos tradicionales colombianos son susceptibles a Foc

Entre los proyectos desarrollados por este programa están incluidos: evaluación de los genotipos del CIRAD sometidos a la inoculación, siembra en campo para evaluar los genotipos de banano frente a *Foc* R4T, evaluación de adaptabilidad de los genotipos del CIRAD en Antioquia, evaluación de productos biocontroladores en clones inoculados con *Foc* R4T, evaluación de cepas con potencial biocontrolador en clones inoculados con *Foc* R4T, evaluación de métodos de inoculación alternativos, evaluación de los plátanos tradicionales de Colombia frente a *Foc* R4T, evaluación de la viabilidad del polen en condiciones de altas temperaturas y revisión con EMBRAPA de la estrategia de selección de plantas de musáceas inoculadas con *Foc* R4T.

A la fecha no hay cultivares de banano que presenten resistencia total a la enfermedad, por lo que se recomienda seguir con el programa de mejoramiento genético como parte de una estrategia a mediano y largo plazo. Para el caso de los plátanos tradicionales de Colombia se observó susceptibilidad a *Foc* R4T en condiciones controladas.



Figura 1. Taller diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por *Foc R4T*. Mayo de 2023.



Figura 2. Taller diagnóstico, Contención y Manejo del Marchitamiento por *Foc R4T*. Abril de 2023

Capacitaciones a productores de musáceas



Actualización técnica en identificación, diagnóstico, prevención y manejo de FocR4T

Dirigido a productores y asistentes técnicos

- 8:00 a.m. *Recepción de participantes*
- 8:30 a.m. *Inauguración del evento: Representante AGROSAVIA Representante ICA*
- 8:45 a.m. *Importancia de Foc R4T en Musáceas: Identificación, prevención, control y resultados de investigación.*
- 9:30 a.m. *Bioseguridad contra Foc R4T en cultivos de plátano y banano*
- 10:30 a.m. *Importancia de moko en musáceas: identificación, prevención y resultados de investigación*
- 12:15 p.m. *Análisis de estudios de caso: evento sospechoso de Foc R4T. Presentación de caso hipotético Explicación metodológica: - Objetivos - Actividades a desarrollar - Alcance de la jornada*
- 1:30 p.m. *Casos de análisis por equipo (2) · Definición de actores y sus roles · Paso a paso en caso de una situación sospechosa de Foc R4T · Análisis de riesgo y acciones específicas · Discusión entre los participantes*
- 3:30 p.m. *Presentación de los resultados del trabajo por cada equipo – Cierre del evento*



Número de talleres desarrollados: 17

Total personas capacitadas en esta modalidad: 540

Importancia de Foc R4T en Musáceas: Identificación, prevención, control y resultados de investigación

Gustavo Rodríguez, Lorena Carmona, Sandra Alzate, Mauricio Soto, Julio Becerra, Tatiana Miranda, Mónica Betancourt, Eliseo Polanco, Rommel León, Alejandro Jaramillo, Isabel Moreno.



Hacia 1960 aproximadamente 40.000 ha del clon Gros Michael habían sido destruidas por la marchitez por *Fusarium* y las pérdidas reportadas ascendieron a US\$ 400 millones.

Colombia cuenta con más de 52.000 hectáreas de banano de exportación que están en riesgo con la detección de *Foc R4T*

en La Guajira en 2019. Este patógeno es un hongo del suelo que afecta el tejido vascular de las plantas, penetrando fundamentalmente por raíces y heridas. La dispersión en campo está asociada a movimiento de suelo, agua y residuos vegetales y es favorecida por la circulación de animales de granja y salvajes, insectos, plantas arvenses, artesanías confeccionadas con tejido vegetal, el establecimiento de nuevas siembras a partir de hijos asintomáticos, calzado, maquinaria agrícola y herramientas.

Los síntomas diagnósticos de *FocR4T* son amarillamiento de las hojas desde el borde con síntomas iniciales en las hojas más viejas, hoja apical deformada, aborto del racimo, planta con forma de ruana o paragua, síntomas internos sin consistencia acuosa, necrosis continua, manchas cafés o negras oscuras llamadas de bolsones. La planta muerta permanece erecta y los hijos visiblemente sanos. El período de incubación en campo es en promedio de 5 a 7 meses, por lo que la planta puede estar infectada sin mostrar síntomas.

“La dispersión en campo está asociada a movimiento de suelo, agua y residuos vegetales”

El proceso para la vigilancia y diagnóstico fitosanitario de *Foc R4T* en cultivos de banano y plátano consiste en monitoreo constante de la plantación, delimitación y toma de muestra de la planta sospechosa y envío de la muestra para confirmación en los laboratorios de diagnóstico de la ONPF de cada país. Según la Resolución 11912 de 2019 del ICA, se deberá implementar el protocolo de contención para la delimitación de las áreas de control a partir de la planta enferma: A) Zona infestada (400 m²); B) Zona de aislamiento y control y, C) Zona de observación (2,56 ha). Todas las plantas de la Zona A y B deben ser erradicadas. En la Zona C se adelantarán observaciones para verificar la ocurrencia de nuevos casos.

Bioseguridad contra *Foc R4T* en cultivos de plátano

Gustavo Rodríguez, Lorena Carmona, Sandra Alzate, Mauricio Soto, Julio Becerra, Tatiana Miranda, Mónica Betancourt, Eliseo Polanco, Rommel León, Alejandro Jaramillo, Isabel Moreno.



La marchitez por *Fusarium* es una enfermedad que afecta el sistema productivo de las musáceas debido a la presencia del

hongo *Foc R4T*, patógeno vascular que se dispersa por diferentes medios, principalmente por suelo, tejido vegetal (raíces, colinos y plantas acompañantes), agua, animales domésticos o salvajes, calzado, herramientas o maquinaria agrícola. Por ello, la premisa para la exclusión de *Foc R4T*, fincas productoras de musáceas, sigue siendo: “Entre limpio y salga limpio”, es decir, el calzado que va a ser desinfectado dentro del pediluvio debe, en la medida de lo posible, estar libre de residuos de suelo o tejido vegetal para una mayor acción y efectividad del desinfectante.

Las normas de bioseguridad a implementar en una finca productora de plátano son las mismas que las requeridas en una finca bananera, y están reguladas por la normatividad que generó el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mediante la Resolución 17334 de 2019, que establece el plan de bioseguridad y vigilancia para la protección del cultivo contra *Foc R4T*. Sin embargo, en dependencia del alcance de la actividad comercial y la disponibilidad de los recursos económicos puede ajustarse cada instalación, a fin de cumplir con la norma. Entre las acciones que se deben regular en las fincas productoras se encuentra medidas como:

“Entre limpio, salga limpio”

- Protección de los linderos: con la adecuación de una entrada y salida única y la delimitación de la finca con postes, cercas vivas o cintas de demarcación.
- Adecuación de la zona externa: esta debe incluir un área para parqueadero de los vehículos y un área para el registro de visitantes que incluya información sobre el lugar de procedencia, el objeto de su visita y la actividad que desarrollará

- Adecuación del área de ingreso de personas: aquí se contará con un área sucia o de ingreso desde el exterior, donde se hará cambio de calzado externo, y de un área limpia donde se usará calzado para uso exclusivo en la finca. Esta área permite el ingreso a la producción mediante el paso por pediluvios que contiene desinfectantes en concentraciones adecuadas como Amonio cuaternario (1.200 ppm), glutaraldehído o cloruro de benzalconio.

Es importante que durante los recorridos se realice la limpieza del calzado en un pediluvio con agua antes de ingresar al pediluvio con desinfectante. Así mismo, al salir del cultivo y antes de ingresar al área limpia, se recomienda la limpieza adecuada del calzado con el uso de cepillos o elementos que permitan retirar los residuos de suelo o tejido vegetal.

- Adecuación de rodiluvios: para los vehículos automotores (motos, carros, etc) que ingresen o salgan de la finca es necesario un área de desinfección de las ruedas y partes que puedan contener residuos de suelo. La desinfección es necesaria realizarla con un desinfectante, previa eliminación de los residuos y, en la medida de lo posible, utilizar equipos como aspersores, bombas o hidrolavadoras que permitan una mejor limpieza de las superficies y penetración del desinfectante.
- Protocolos de manejo y desinfección de herramientas: que incluyan registro de uso y un área de almacenamiento y control.

Otras acciones de bioseguridad que se pueden implementar en fincas son: 1) Evitar el traslado de material vegetal (cormos) o suelo a otras fincas, 2) Manejo adecuado de malezas o vegetación acompañante, en especial, aquellas que pueden ser hospederos alternos de *Foc* como *Commelina diffusa* y 3) manejo de animales domésticos como perros, gatos, gallinas o pájaros, entre otros. También, se pueden implementar medidas de bioseguridad como: 4) Uso de trajes de bioseguridad o de uso exclusivo en la finca, tanto para personal como para visitantes, y 5) Adecuación de placa huella al interior del cultivo y en las zonas de tránsito principal

La bioseguridad contra *Foc R4T* es una prioridad para el sistema productivo de las musáceas, por ello, es importante usar las herramientas que la ONPF nacional ha dispuesto dentro de su esquema de vigilancia fitosanitaria como son: la desinfección de vehículos en puntos de control, y la asistencia a las capacitaciones periódicas sobre *Foc R4T*. La premisa siempre será: “Entrar limpio y salir limpio”.

Importancia de moko en musáceas: identificación, prevención y avances de resultados de investigación

Gustavo Rodríguez, Lorena Carmona, Sandra Alzate, Mauricio Soto, Julio Becerra, Tatiana Miranda, Mónica Betancourt, Eliseo Polanco, Rommel León, Alejandro Jaramillo, Isabel Moreno.



Ralstonia solanacearum, conocida como moko, es una de las enfermedades vasculares de mayor importancia en el banano a nivel mundial y fue detectado por primera vez en Colombia en 1954.

Los síntomas más característicos de la enfermedad son: amarillamiento en el borde de las hojas jóvenes de la planta y marchitez generalizada, a diferencia de *Foc*, los hijos de las plantas afectadas presentan síntomas en etapas muy tempranas, haces vasculares afectados en el raquis del racimo y a nivel interno, infección de los haces vasculares desde el centro hacia el exterior.

Con frecuencia ocurren infecciones mixtas entre moko, *Foc* R4T y bacteriosis y puede ocurrir que el enmascaramiento de los síntomas produzca una detección tardía de otras enfermedades. Así, cualquier tipo de planta con síntomas sospechosos debe reportarse a la ONPF para proceder con el diagnóstico molecular que será el método más efectivo para determinar el patógeno y el consecuente manejo.

Las vías de diseminación del moko son muy variadas. Puede ocurrir por herramientas contaminadas, material vegetal infectado, arrastre de suelo infectado por el agua o la maquinaria agrícola, vectores como el picudo negro o incluso, animales domésticos.

En la Resolución ICA número 092770 de 2021, se establecen las medidas fitosanitarias para prevenir la diseminación de Moko del plátano y banano en Colombia

En Colombia, el manejo de la enfermedad parte de la vigilancia fitosanitaria realizada por el ICA y cuenta con la Resolución N. 92770 de 2021 donde se establecen las medidas sanitarias para el manejo, principalmente en términos de bioseguridad.



Figura 3. Capacitación a productores. Municipio de Cértegui, Chocó (Colombia).
Noviembre de 2023



Figura 4. Capacitación a productores. Municipio de Andes, Antioquia (Colombia).
Noviembre de 2023



Figura 5. Capacitación a productores. Municipio de Anserma, Caldas (Colombia).
Noviembre de 2023



Figura 6. Capacitación a productores. Municipio de Moñitos, Córdoba (Colombia).
Noviembre de 2023



Figura 7. Capacitación a productores. Municipio de Dibulla, La Guajira (Colombia).
Diciembre de 2023



Figura 8. Capacitación a productores. Zona bananera, C.I Caribia, Magdalena (Colombia).
Diciembre de 2023

Capacitación a estudiantes de Colegios Técnicos Profesionales - CTPs de zonas rurales de Costa Rica

Capacitación a estudiantes de Colegios Técnicos Profesionales - CTPs de zonas rurales de Costa Rica

8:00 a.m. *Charla 1: Marchitamiento por Fusarium Raza 4 Tropical – Foc R4T – o “mal de Panamá”: un viejo enemigo nos amenaza nuevamente.*
Leonardo Pérez Sánchez. Departamento de Fitoprotección, CORBANA.

9:00 a.m. *Charla 2: Propagación in vitro como una herramienta para la prevención de la marchitez por Fusarium y otras enfermedades.*
Gaudy Ortiz Rivera. Departamento de Laboratorios del INTA, Costa Rica.

10:00 a.m.

- Reducción de cormos
- Preparación y limpieza de cámara de flujo laminar e instrumental
- Generalidades de técnica aséptica
- Introducción in vitro de explantes de musáceas
- Etapa de multiplicación in vitro de material vegetal de musáceas y etapa de desarrollo.
- Aclimatación de vitroplantas
- Preguntas y respuestas

Logos: Alliance Bioversity & CIAT, INIAP, IICA, SUGURO, ASBAMA, ICA, idap, INTA, CORBANA.

Lugar y fecha de la capacitación:

Fecha	Lugar
10 de mayo	CTP Puerto viejo de Saraquí
6 de junio	CTP Valle de la Estrella
8 y 9 de junio	CTP Santa Rosa de Pocosol
15 de junio	CTP San Mateo
22 y 23 de junio	CTP Talamanca

Total personas capacitadas: **467**

Marchitez por Foc R4T: “un viejo enemigo nos amenaza nuevamente”.

Leonardo Pérez Sánchez. Departamento de Fitoprotección, CORBANA.



En la presentación a cargo de los funcionarios de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), se habla acerca de las generalidades de esta enfermedad, que aún no está presente en Costa Rica y se enfatiza la importancia de aplicar medidas de exclusión para evitar su ingreso. Se habla acerca de las diferentes razas del

hongo y que no es posible diferenciar morfológicamente entre sus formas especiales. Se mencionan los centros de origen de los bananos y plátano y donde apareció esta enfermedad por primera vez y como se ha ido expandiendo a nivel mundial.

Con el uso de imágenes se explican las dos patologías del Marchitamiento por *Fusarium*: 1. Muerte repentina y 2. Distorsión del crecimiento y muerte progresiva. De igual manera, empleando fotografías se muestran los principales síntomas en la planta. Se muestran imágenes de la devastación que se ha dado en plantaciones de Filipinas. Se explican los métodos de diseminación del *Foc* R4T. Mencionan que ya está presente en América, específicamente en Colombia, y lo cerca que está de nuestro país.

La adopción de medidas de bioseguridad en la prevención de Foc R4T es la clave en la exclusión de la enfermedad en países que como Costa Rica aun no tienen el patógeno en su territorio.

Se presenta las medidas que se pueden aplicar para evitar el ingreso de *Foc* R4T en fincas. Primero se explica cómo se puede propagar la enfermedad: herramientas, equipo, maquinaria agrícola, calzado, semilla contaminada, animales domésticos, entre otros. Posteriormente se explica cómo evitar esta diseminación: resguardo de linderos de la finca con una única entrada y salida, desinfección de herramientas y complementos, calzado y herramientas exclusivas, uso de desinfectantes (tipos y concentraciones), además brindan los contactos a nivel país para dar la alerta ante una planta sospechosa.

Propagación in vitro como una herramienta para la prevención de la marchitez por Fusarium y otras enfermedades.

Gaudy Ortiz Rivera. Departamento de Laboratorios, INTA, Costa Rica.

A los estudiantes, profesores y público en general que asisten a la charla se les explica la definición de cultivo de tejidos vegetales, el cual consiste en un conjunto de técnicas y procedimientos que permiten el cultivo de células, tejidos y órganos empleando medios nutritivos artificiales con el objetivo de regenerar una planta, manteniendo condiciones controladas de luz, temperatura, nutrición y asepsia.



Se habla acerca de las etapas de la reproducción *in vitro* que son, a grandes rasgos, las etapas de: introducción, multiplicación, desarrollo y endurecimiento (aclimatación). Se

“La producción de vitroplantas es una estrategia eficaz para asegurar la calidad sanitaria del material de siembra en la prevención de la entrada y diseminación de Foc R4T”

menciona la importancia de la calidad del material madre, el cual en el caso de musáceas debe cumplir con todos los lineamientos y protocolos de exclusión para *Foc R4T*. Se hace especial énfasis durante la presentación a ejemplos con musáceas. Se habla de las principales ventajas de las plantas micropropagadas que, entre otras cosas, evita la

diseminación de plagas y enfermedades por tratarse de un material sano y además uniforme, reduce el volumen de traslado de la semilla, permite reducir la aplicación de pesticidas, se logra una mayor producción y una propagación más rápida conservando la identidad genética del material madre.

Se explica mediante un diagrama el proceso de reproducción *in vitro* en musáceas. Se habla detalladamente del proceso de aclimatación de las vitroplantas y se muestran fotografías de fincas de productores que han sembrado de manera exitosa plantas *in vitro*. Se brindan los contactos del laboratorio para futuras consultas o solicitud de material. Como material adicional se proporcionan 6 videos elaborados por el INTA a los profesores para que los puedan proyectar a sus estudiantes durante sus clases de taller o especialidad técnica. En estos videos se detalla desde el proceso de selección de hijos (semilla) en campo, proceso de reducción de semilla, introducción de explante, multiplicación, desarrollo y finalmente el proceso de aclimatación en invernadero.

Protocolo de reproducción in vitro de musáceas.

Gaudy Ortiz Rivera. Departamento de Laboratorios, INTA, Costa Rica.



Los Colegios Técnicos Profesionales donde se realizaron estas actividades debían cumplir un requisito: contar con un laboratorio de Micropropagación equipado y en funcionamiento. A estos colegios se les brindó el protocolo de reproducción *in vitro* de musáceas que emplea el INTA Costa para estos cultivos. Se les explicó de manera práctica el proceso de reducción de cormos, técnica aséptica, la extracción e inoculación del explante en medio de cultivo (introducción *in vitro*), se les proporcionó material vegetal con el que se efectuaron las etapas de multiplicación y de aclimatación. También se aportaron videos de todas las etapas del protocolo para que sean usados como herramienta didáctica.

Dichos materiales seguirán siendo aprovechados por los colegios para enseñar a más estudiantes. Además, el contar con el protocolo les permitirá convertirse en centros de producción de semilla sana de musáceas en su zona de influencia. El INTA Costa Rica ha continuado con el seguimiento al material *in vitro* entregado a los colegios y el que fue aclimatado, para asegurar el éxito en la implementación del protocolo.

En el contexto de la amenaza por *Foc R4T* es necesario considerar las fuentes de dispersión del patógeno y minimizar los riesgos asociados a factores antropogénicos como el uso de material vegetal infectado, riesgo que se reduce con el uso de material vegetal producido mediante cultivo de tejidos vegetales.

INTA, Costa Rica hizo entrega de material en video de todas las etapas del protocolo de reproducción in vitro de musáceas para contribuir al desarrollo de capacidades en prevención y exclusión de Foc R4T en el territorio costarricense.



Figura 9. Capacitaciones en Protocolo de reproducción *in vitro* de musáceas, Costa Rica. Fase de campo. Fotos: Gaudy Ortíz.



Figura 10. Capacitaciones en Protocolo de reproducción *in vitro* de musáceas, Costa Rica. Fase de laboratorio. Fotos: Gaudy Ortíz.

Visita técnica a Ecuador para acompañar las acciones de Agrocalidad e INIAP contra Foc R4T



Visita técnica a Ecuador para acompañar las acciones de Agrocalidad e INIAP contra Foc R4T

Octubre 2 **Presentación de los equipos de trabajo – Acciones de Agrocalidad**
Agrosavia, Agrocalidad, INIAP

Octubre 3 - **Charla: Factores de predisposición para el comportamiento de FocR4T**

- **Charla: Vigilancia y acciones preventivas contra Foc R4T**

- **Visita a cultivo de Formosana en Hacienda Musatec – Santa Elena**

Juan Camilo Gómez – Magda Gómez, Agrosavia

Octubre 4 **Recorrido en finca para observar las actividades de vigilancia de Agrocalidad, Tres Postes- Guayas**

Juan Camilo Gómez, Magda Gómez – Agrosavia; Fanny Tenorio - Agrocalidad

Octubre 5 **Visita a lote experimental de Formosana – Provincia de Los Ríos**

Juan Camilo Gómez, Magda Gómez – Agrosavia; Fanny Tenorio – Agrocalidad; Danilo Vera - INIAP



Total personas capacitadas en esta modalidad: 92

Visita técnica a Ecuador

Juan Camilo Gómez y Magda Gómez – Agrosavia, Colombia

La problemática de *Foc* R4T en Latinoamérica y el Caribe demanda acciones conjuntas entre los diferentes actores de la cadena de producción. La interacción regional e institucional fortalece los procesos de detección temprana de la enfermedad y puede ser determinante en la velocidad de reacción ante una eventual aparición del patógeno en territorios como el ecuatoriano donde aun no se detecta. En este sentido, Agrosavia, INIAP y Agrocalidad concertaron una visita técnica de expertos para asesorar las acciones de vigilancia, monitoreo, prevención y evaluación de materiales con promesa de resistencia a *Foc* R4T realizadas por estas instituciones ecuatorianas.

Durante la primera semana de octubre de 2023 se realizaron charlas magistrales en las que se presentaron los resultados de investigación de Agrosavia y la experiencia colombiana en la contención del patógeno en los departamentos de La Guajira y Magdalena, Colombia.

También se realizaron recorridos a fincas productoras para observar la implementación de medidas de bioseguridad y los esquemas de vigilancia y monitoreo de la ONPF en campo, así como a la finca experimental de INIAP donde se evalúa el comportamiento de Formosana como estrategia de manejo varietal de la enfermedad.



Figura 11. Visita técnica de expertos de Agrosavia a Ecuador. Octubre de 2023.

Factores de predisposición para el comportamiento de Foc R4T

Juan Camilo Gómez, Magda Gómez, Gustavo Rodríguez – Agrosavia, Colombia



La marchitez de las musáceas causada por *Foc R4T* es la enfermedad más devastadora para el cultivo de banano a nivel mundial. Su aparición en Colombia en el año 2019 ha generado alertas al sector productivo para establecer estrategias orientadas a la contención, bioseguridad y manejo integrado de la enfermedad.

Uno de los elementos clave para poder establecer recomendaciones de manejo es conocer los factores de orden edáfico que favorecen la expresión e incidencia de la enfermedad. Para ello, se realizó un muestreo de suelo en 8 fincas cuarentenadas con presencia confirmada del patógeno, las cuales presentaban distintos niveles de incidencia de la enfermedad.

Se tomaron muestras físicas, químicas y biológicas del suelo a dos profundidades de muestreo (0-5 y 5-20 cm) para un total de 200 muestras entre todas las fincas evaluadas. Se determinó con base en las áreas de erradicación un muestreo de la zona B (zona adyacente al foco detectado) y zona C (zona en producción) y se compararon las propiedades del suelo en ambas zonas para determinar las posibles diferencias estadísticas entre ellas.

La combinación de diferentes estrategias es la forma más eficaz de hacer frente a Foc R4T

Los resultados demostraron que los suelos de las zonas adyacentes a la enfermedad presentaron menor pH y contenidos de P, Ca y B en cuanto a las propiedades químicas. Con relación a las propiedades físicas la conductividad hidráulica saturada (Ksat) presentó valores inferiores a 0,8 cm/h en suelos afectados por el patógeno, mientras que lotes productivos estuvieron alrededor de 1,2 cm/h, lo cual demuestra que el drenaje deficiente es un factor predisponente de la enfermedad. Para las propiedades biológicas, en suelos afectados por el patógeno se encontró menor cantidad, diversidad y actividad de microorganismos comparados con lotes productivos. Estos factores se deben tener en cuenta para el manejo de suelos supresivos frente a la enfermedad y el manejo debe ir orientado a corregir estas limitantes edáficas.

Vigilancia y acciones preventivas contra FocR4T

Juan Camilo Gómez, Magda Gómez, Mónica Betancourt – Agrosavia, Colombia

América Latina y el Caribe (ALC) constituye en el mundo la región exportadora más importante para el banano, dado que se estima que el 25% del total de la producción se origina en esta región con un volumen de producción anual de aproximadamente 54 millones de toneladas entre los años 2016 a 2018 y alrededor de 500.000 hectáreas del cultivo. Por esta razón, el reciente reporte de la presencia de *FocR4T* en Colombia (2019), Perú (2021) y Venezuela (2023), representa una amenaza importante para la producción de este cultivo a nivel regional.



Para el 2023 en Colombia la enfermedad se encuentra reportada en 17 fincas concentradas en el departamento de La Guajira, con un área total en vigilancia por parte del ICA de 2313,48 ha, que corresponde al total del área sembrada en esta región del país. Sin embargo, estas áreas representan menos del 0,5% de cultivos de musáceas (plátanos y bananos) afectados en Colombia. El trabajo de contención, erradicación y manejo en Colombia se considera exitoso, porque a lo largo de los años el patógeno se ha mantenido contenido a la zona Caribe de Colombia, sin reportarse aún en la zona bananera más importante de Colombia, es decir la zona de Urabá o región del Pacífico, que alberga a más de 500.000 familias que dependen de esta industria y cerca de 50.000 ha sembradas.

La experiencia colombiana ha permitido ganar terreno en la lucha de la región contra FocR4T

Una de las condiciones que ha permitido mantener este estatus y la contención exitosa se debe al compromiso de los productores afectados, que, al pertenecer a grandes grupos económicos con fincas grandes tipo exportación, han podido sostener los costos de las inversiones en bioseguridad y manejo de

los predios afectados. Colombia también ha avanzado de manera importante en su agenda de investigación, lo cual ha permitido ganar tiempo frente a los efectos que podría tener el efecto en el país. A la fecha, ya se han introducido materiales resistentes y se cuenta con avances en control biológico y manejo integrado de la enfermedad.

Lecciones aprendidas

Durante el año 2023 se generó un diseño curricular estándar para las capacitaciones realizadas que se replicó de acuerdo con el perfil de los asistentes. La totalidad de las capacitaciones fueron presenciales dados los contenidos del programa que exigían un componente práctico que maximizara el impacto.

Para este informe está pendiente el reporte de algunas cifras de personas capacitadas en Nicaragua, República Dominicana, Panamá y Costa Rica que por diversas razones no pudieron ser sistematizadas, en este sentido, el proyecto generará un espacio en la reunión de apertura de 2024 para recopilar la información con los líderes nacionales y consolidar el indicador del proyecto a 2023.

Finalmente, mediante el diálogo en diferentes escenarios, se evidenció que muchos actores de la cadena productiva de las musáceas no dimensionan la magnitud de la problemática de *Foc R4T*, particularmente en zonas geográficamente retiradas de los focos reportados. Por esta razón, la estrategia de comunicación del riesgo será intensificada en 2024 de la mano de las ONPF para llegar, particularmente, a productores de musáceas que aun no identifiquen esta problemática como un motivo para modificar prácticas productivas.

Conclusiones

Al 30 de diciembre de 2023 el proyecto ha capacitado un acumulado de 5925 personas en 76 eventos de capacitación que han contado con la participación de 21 países a nivel mundial.

Es necesario intensificar la comunicación del riesgo de dispersión de *Foc R4T* tanto en países que tienen el problema reportado, como los países que aun están en la fase de exclusión de la enfermedad.

Referencias

Altendorf, S (2019) c. La marchitez del banano por *Fusarium* Raza 4 Tropical: ¿Una creciente amenaza al mercado mundial del banano? La reciente difusión y el posible impacto futuro de esta calamidad en el comercio mundial del banano pag 13 – 21. En: FAO. (2019). Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Dita M, Barquero M, Heck D, Mizubuti ESG and Staver CP (2018). *Fusarium* Wilt of Banana: Current Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management. *Front. Plant Sci.* 9: 1468.doi:0.3389/fpls.2018.01468

Macías-Echeverri, E., Hoyos-Carvajal, L. M., Botero-Fernández, V., Zapata-Henao, S. and Marín-Ortiz, J. C. (2022). Spectral behavior of banana with *Foc* R1 infection: Analysis of Williams and Gros Michel clones. *Agronomía Colombiana*, 40(3), 372–382. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n3.103969>

Biografía de los conferencistas



Mónica Betancourt Vásquez – Agrosavia, Colombia

Ingeniera agrónoma de la Universidad de Caldas, Ph. D. en Ciencias Agrarias de la Universidad politécnica de Madrid con experiencia en diagnóstico y caracterización biológica y molecular de patógenos de plantas, énfasis en epidemiología, evolución de virus de plantas y manejo integrado de enfermedades en cultivos de plátano, mora, maracuyá, tomate de árbol, lulo, caña de azúcar y papa. Docente de fitopatología, microbiología y biología molecular, actualmente se desempeña como investigadora Ph. D. de Agrosavia.



Miguel Angel Dita - CIAT Bioversity Alliance

Ingeniero agrónomo de la Universidad Central de Las Villas (Cuba) con Maestría en Biotecnología de Plantas de la misma Universidad y Ph. D. en patología de plantas de la Universidad Federal de Viçosa de Brasil. Becario postdoctoral en Biotecnología de plantas en el Instituto de Agricultura Sostenible IAS-CSIC en España y en Patología molecular de plantas en la Universidad de Wageningen en Países Bajos. Más de veinte años de experiencia en Fitopatología, trabajando en diferentes países, como Cuba, Brasil, España, Holanda, Costa Rica, Nicaragua, Panamá, Honduras, Colombia y Perú.



Antonio González - Grupo Agrovid SAS

Ingeniero Agrónomo de la Universidad del Magdalena y Maestría en Ciencias Agrarias de la misma institución. Especialista en Agricultura de precisión. Se ha desempeñado como investigador de Cenibanano y actualmente ocupa el cargo de Jefe del departamento de Bioseguridad de Servicios Administrativos Bananeros SAS (SAB)..



Sebastian Zapata Henao- AUGURA, CENIBANANO

Ingeniero Agropecuario, Magister en Ciencias Agrarias con trabajo en Desarrollo de estrategias de control del fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc) a partir de la diversidad microbiana. Actualmente se desempeña como Director del Centro de Investigaciones del Banano- CENIBANANO.



Andrea Amalia Ramos - ICA, Colombia

Ingeniera agrónoma de la Universidad de Nariño, Magister y Doctora en Ciencias Agrarias en la línea de Entomología. Directora técnica de Sanidad Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Tiene más de 28 años de experiencia en fitosanidad.



Juan Carlos Rojas - SENASA, Perú

Ingeniero Agrónomo, con estudios de posgrado en agricultura sustentable con énfasis en fruticultura tropical y Gerencia de proyectos. Experiencia en producción e investigación orgánica en cultivos tropicales con énfasis en musáceas, raíces y tuberosas y en el Diseño y desarrollo de proyectos de producción de banano orgánico, de transferencia, investigación e Innovación en Perú, Ecuador, República Dominicana, Costa Rica y Honduras.



Mauricio Soto Suárez– Agrosavia, Colombia

Doctor en Biología por la Universidad de Perpignan, Francia. Investigador con experiencia de 20 años en las áreas de Biología Molecular y Fitopatología. Sus intereses de investigación incluyen la detección, diagnóstico y análisis de la estructura poblacional de patógenos, la caracterización de determinantes genéticos que causan la enfermedad y la búsqueda de alternativas al uso de agroquímicos para el control de enfermedades.



Rafael Mejías - UCV, Venezuela

Ingeniero agrónomo. Investigador en Fitopatología de la Universidad Central de Venezuela. Hizo parte del equipo que realizó el primer reporte de FocR4T en Venezuela en 2023.



Elba Vallejo- INIA, Venezuela

Ingeniera Agrónoma en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - INIA de Venezuela. Dra. en Biotecnología agrícola vegetal. Trabaja en mutaciones inducidas en plantas.



Liliana Hoyos - UNAL Sede Medellín, Colombia

Ingeniera agrónoma magíster en fitopatología, Doctora en biología. Profesora de la Universidad Nacional de Colombia, Coordinadora del laboratorio de Sanidad vegetal e investigadora en tópicos de manejo de enfermedades de plantas y su detección por métodos convencionales y espectroscopía reflectancia.



Valeska Villegas- EAFIT, Colombia

Ingeniera Química con Maestría en Biotecnología Vegetal del Imperial College de Londres y Doctora en Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. Profesora del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad EAFIT. Sus actividades de investigación se han centrado en la producción de biopesticidas y biofertilizantes para diferentes cultivos agrícolas.



Rommel Igor León - Agrosavia, Colombia

Ingeniero Agrónomo, M.Sc. en agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Investigador con más de 10 años de experiencia en las áreas de hortalizas, raíces y tubérculos y desde 2016 se desempeña en Agrosavia como investigador en proyectos orientados a la identificación de genotipos superiores a través de recursos fitogenéticos, programas de mejoramiento genético, manejo integrado de la productividad y ecofisiología del estrés en cultivos de raíces, tubérculos, hortalizas y frutales.



Gustavo Rodríguez- Agrosavia, Colombia

Ingeniero Agrónomo M.Sc. en Ciencia del Suelo y PhD en Ciencias Agrícolas de la Universidad Central de Venezuela. Ha desarrollado trabajos de investigación en frutales tropicales y subtropicales con énfasis en manejo integrado del sistema productivo, nutrición del cultivo, manejo de fertilización, salud y calidad de suelos; ecofisiología vegetal y buenas prácticas agrícolas en cultivos de plátano, banano, maracuyá, piña, mango, aguacate y durazno. Investigador PhD. de Agrosavia.



Gaudy Ortíz Rivera- INTA, Costa Rica

Ingeniera en Biotecnología y licenciada en Ingeniería en Biotecnología de ese mismo centro de estudios. Funcionaria del INTA Costa Rica. Es coordinadora del Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Estación Experimental Los Diamantes. Cuenta con 15 años de experiencia en cultivo de tejidos vegetales, principalmente en musáceas (banano, plátano, abacá) y raíces tropicales (yuca, camote, Dioscoreas y Aráceas comestibles). Desarrolla investigaciones tendientes a establecer protocolos de reproducción *in vitro* de cultivos de interés.



Leonardo Pérez Sánchez- CORBANA, Costa Rica

Ingeniero agrónomo fitotecnista con experiencia en investigación, extensión agrícola, capacitación y enseñanza en cultivos de musáceas, por alrededor de 36 años. Se ha desempeñado en investigación aplicada y transferencia de tecnología principalmente en fisiología de la producción, apoyo a la producción y calidad de la fruta. En los últimos 5 años ha estado a cargo del Programa de Prevención el marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical (*Foc* R4T) de CORBANA.



Jorge Evelio Ángel- ICA, Colombia

Ingeniero agrónomo Ph.D. Lider nacional de Diagnóstico Molecular Vegetal.



Juan Camilo Gómez - Agrosavia, Colombia

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, con experiencia en el planteamiento y ejecución de proyectos de investigación. Con competencias en fitopatología en cultivos frutales y hortalizas de clima caliente; experiencia en el manejo de los software estadísticos InfoStat, R y SAS. Desde 2015 es Investigador Máster de Agrosavia.



Sandra Lorena Carmona - Agrosavia, Colombia

Agrónoma M. Sc. Ciencias Agrarias especializada en la línea de investigación de Fisiología de Cultivos. Experiencia en áreas de fitopatología y control biológico, enfocada en cultivos de hortalizas. Desde el año 2019 ha brindado su apoyo en actividades relacionadas con el diagnóstico, secuenciación, control biológico y evaluación de bioseguridad para Foc R4T del banano en Colombia. Investigadora M.Sc. de Agrosavia.



Magda Gómez- Agrosavia, Colombia

Ingeniera Agrónoma, M.Sc. en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitopatología. Experiencia en Diagnostico, identificación y manejo de patógenos de suelo y foliares en hortalizas y frutales, reconocimiento de síntomas, aislamiento, purificación, identificación y caracterización de patógenos, pruebas de patogenicidad, estandarización de protocolos de infección para *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y *Sclerotium cepivorum* y manejo de cuarentena posentrada de materiales de Musáceas a Colombia, con potencial de resistencia a Foc R4T

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org