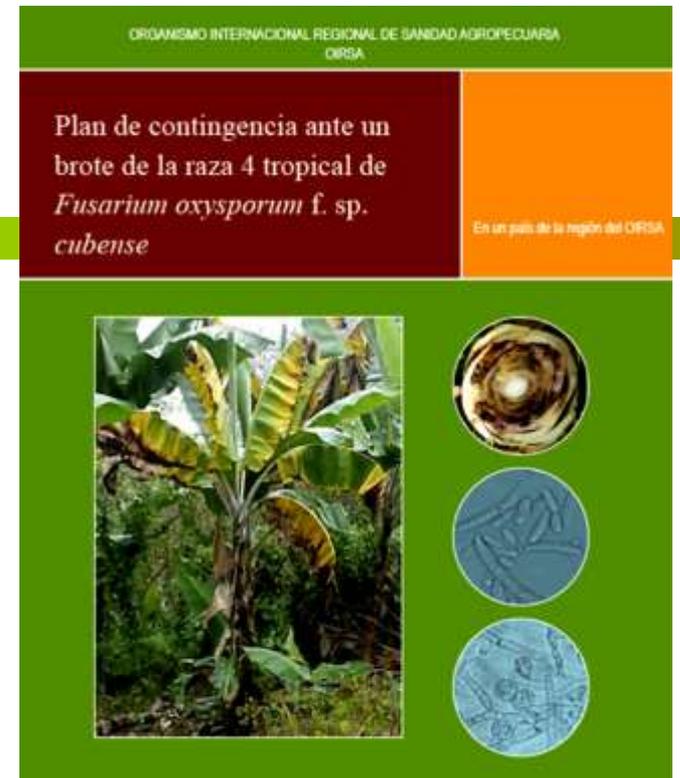


# Plan de contingencia para la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*: Factores críticos para América Latina y Caribe

Luis Pérez Vicente



**SEMINARIO DE INFORMACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN  
CHANGUINOLA, PANAMÁ 17 DICIEMBRE 2014**

---

**Antecedentes sobre la epidemiología y ciclo de la marchitez por Fusarium o Mal de Panamá de las musáceas causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense***

# Marchitez por Fusarium o Mal de Panamá causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*



# Marchitez por *Fusarium* o Mal de Panamá causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*



# No existen diferencias de síntomas de las diferentes “razas” de la marchitez por Fusarium



R1 Gros Michel,  
C. Rica

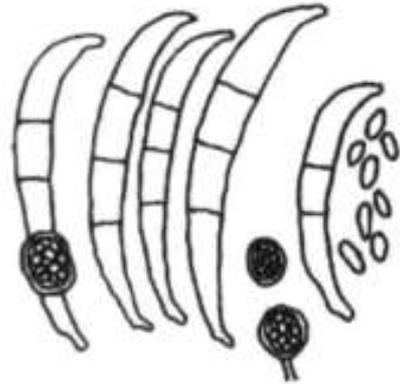


R2 Bluggoe, Cuba



R4T Malasia

# Foc no puede ser diferenciado morfológicamente de otros *F. oxysporum*



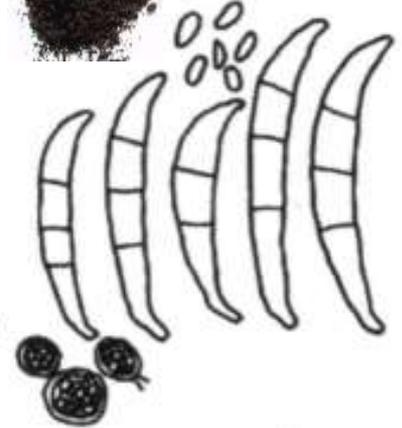
*f. sp. pisi* race2  
from peas (Illinois)



*f. sp. cubense* race4  
from bananas (Taiwan)



*f. sp. vasinfectum* race1  
from cotton (California)



saprophyte  
from soil (California)



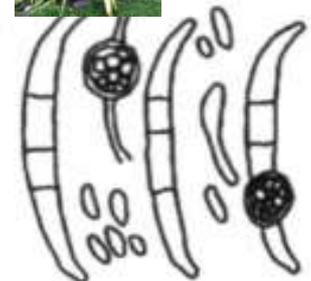
*f. sp. pisi* race5  
from peas (Washington)



*f. sp. cubense* race4  
from bananas (Philippines)

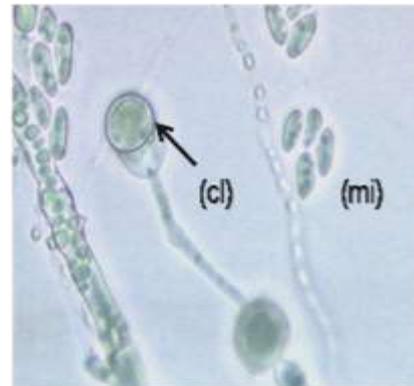
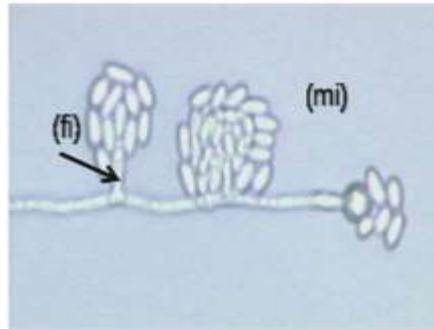
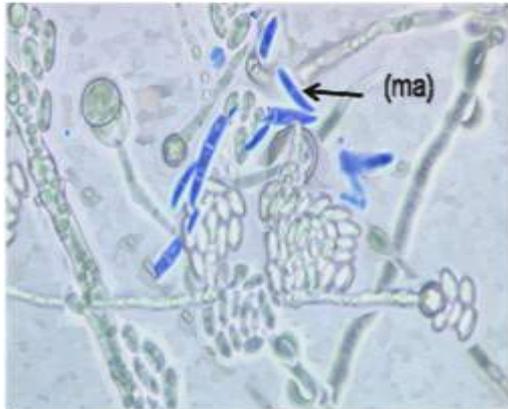


*f. sp. vasinfectum* race3  
from cotton (Israel)



*f. sp. lini*  
from flax (Minnesota)

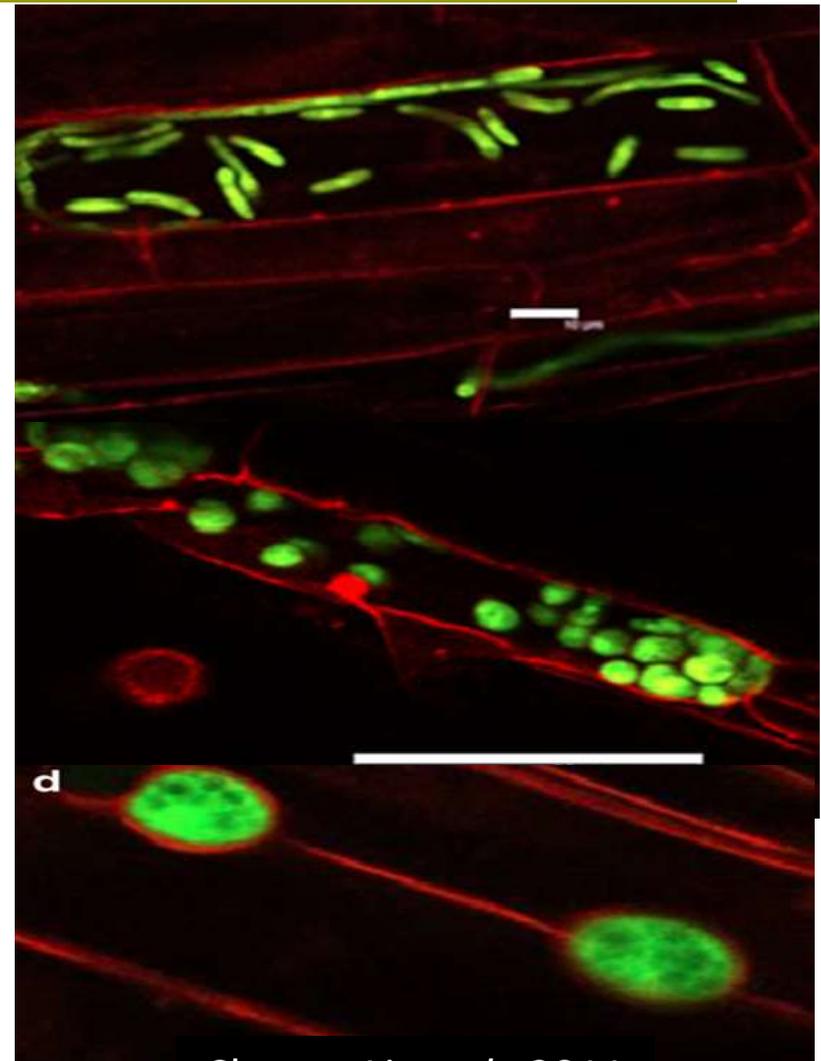
# Macroconidios, microconidios y clamidosporas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*



**Ma:** macroconidios

**Mi:** microconidios

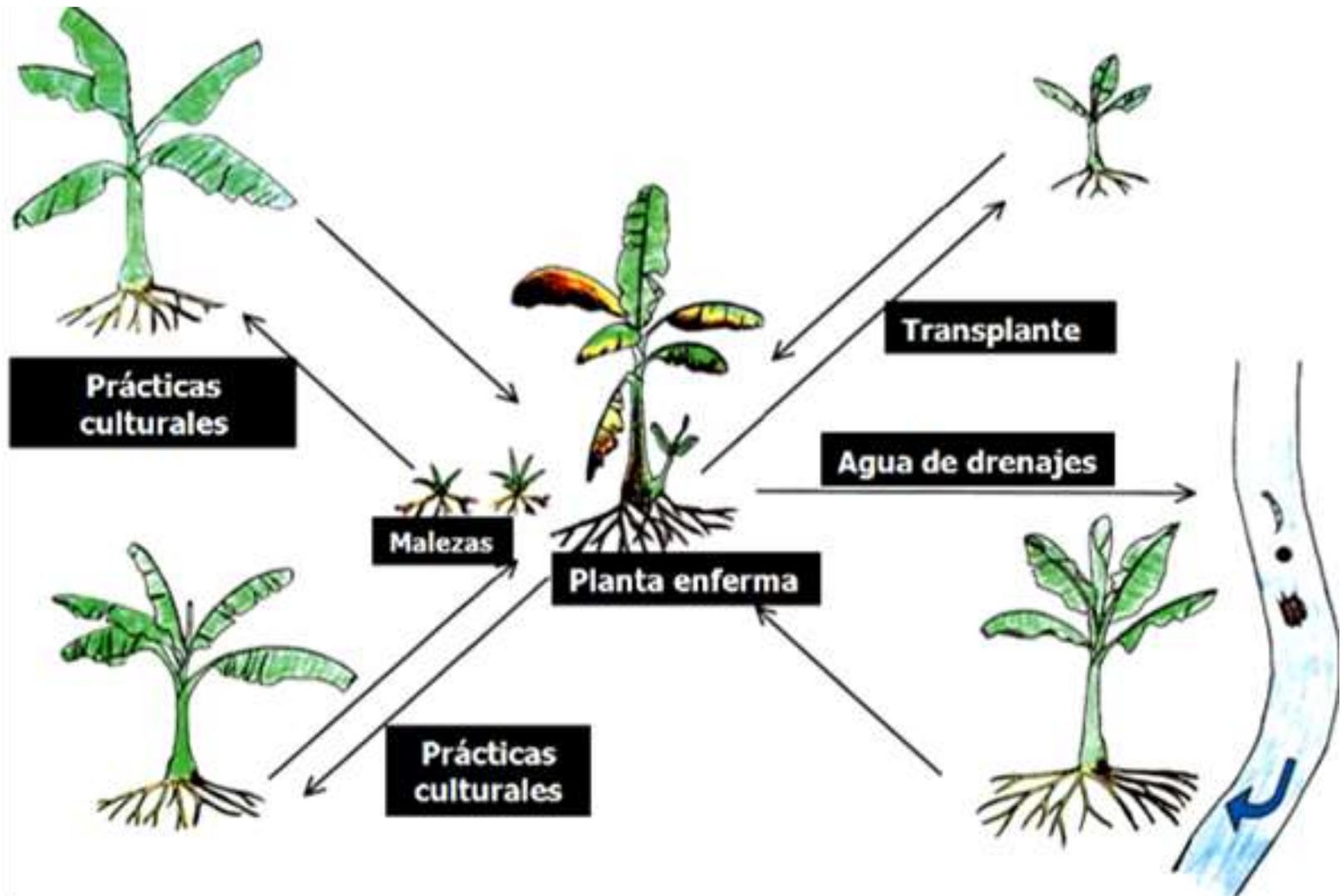
**Cl:** clamidosporas



Chunyu Li *et al.*, 2011

# Ciclo de la marchitez por Fusarium.

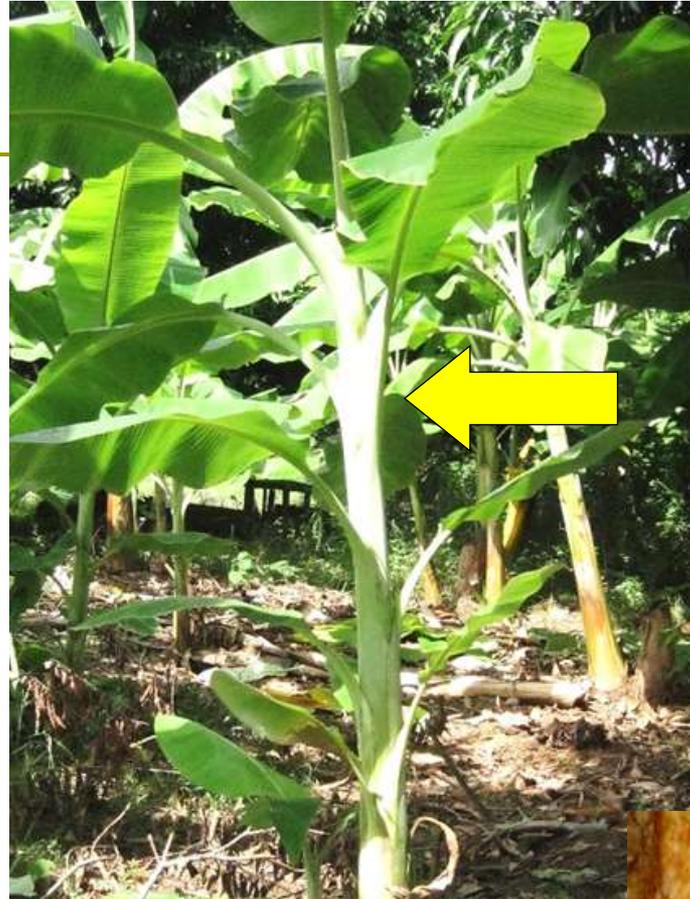
Transmisión de la enfermedad. (adaptado de Hsieh y Ko, 2004)



# Diseminación de planta a planta en el suelo.

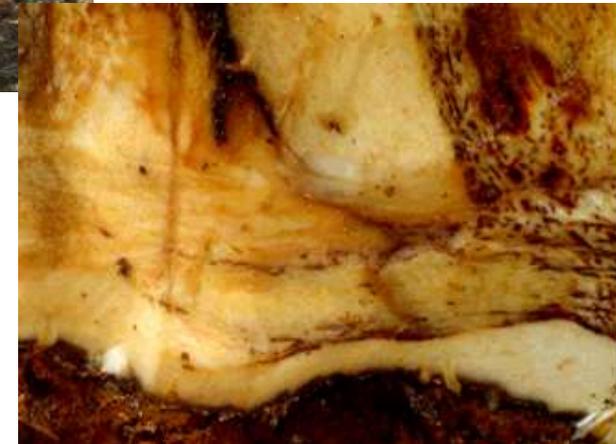
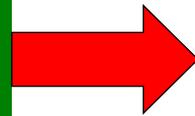


# Diseminación por hijos asintomáticos, pero infectados



- ¿Seguidor vigoroso sano ?
- Aparentemente ideal para usar como material de siembra

- Realmente planta enferma, los productores no saben que los hijos están infectados y los utilizan para plantar,



# Dispersión a distancias medias y cortas



Los rizomas son también responsables de la diseminación del Mal de Panamá a medias y cortas distancias

...pero el patógeno se mueve también en herramientas, suelo y agua de escorrentía



(R. Ploetz)

# Diseminación por el suelo infectado con clamidosporas en restos de plantas enfermas.



# Diseminación de *Foc* en agua



# Foc TR4 en China – Distribución Homogénea



Suelo inundado

# ¿Diseminación aérea?

Evidencias experimentales en invernaderos (Dita, 2009)



Desarrollo de esporoquios

Crecimiento externo de micelio



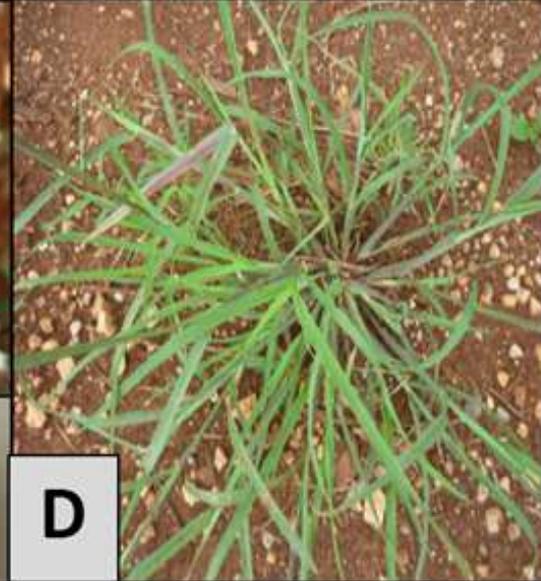
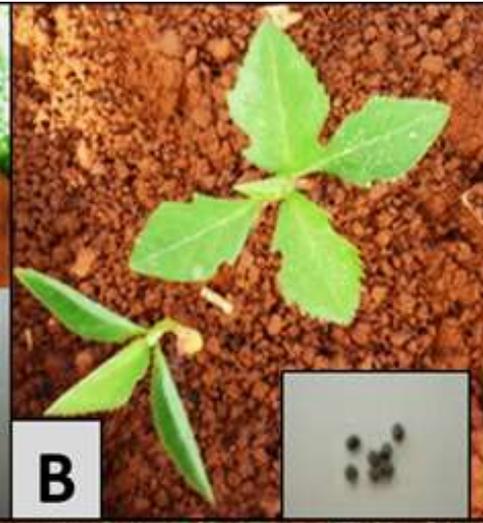
Desarrollo de estructuras reproductivas en Foc en bananos en invernadero

# Apéndice 4. Lista ampliada de plantas hospedantes de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* R4T

Nombre científico	Nombre Común		Referencias
	Español	Inglés	
<i>Chloris inflata</i> (sin. <i>Chloris barbata</i> )	Hierba Borrego	Purpletop chloris	CABI, 2007; Hennessy <i>et al.</i> , 2003
<i>Commelina diffusa</i>	Canutillo	Water grass	Wardlaw, 1972
<i>Ensete ventricosum</i>	Ensete	Ensete	Wardlaw, 1972
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leche de sapo Lechera	Red milkweed	CABI, 2007; Hennessy <i>et al.</i> , 2003
<i>Heliconia</i> spp.: <i>H. caribaea</i> , <i>H. psittacorum</i> <i>H. mariae</i>	Heliconia	Heliconia	CABI, 2007
<i>Musa</i> spp. <i>Musa textilis</i> <i>Musa acuminata</i> <i>Musa balbisiana</i>	Abacá Bananos silvestres Musa balbisiana	Manila hemp Wild bananas Musa balbisiana	CABI, 2007
<i>Tridax procumbens</i>	Mata gusano	Coat buttons	CABI, 2006; Hennessy <i>et al.</i> , 2003

# Malezas hospedantes asintomáticas de *F. oxysporum* f sp. *cubense*:

A) *Commelina diffusa*; B) *Euphorbia heterophylla*; C) *Tridax procumbens*; D) *Chloris inflata*



D

# Características biológicas y epidemiológicas de Foc TR4 a considerar en prevención y manejo



# BIOSEGURIDAD EN LA PRODUCCION DE MUSÁCEAS. RESPONSABILIDAD COMPARTIDA

## Plan Nacional de Bioseguridad de las Musáceas

Protección de los riesgos de plagas de las musáceas a través de la exclusión, erradicación y control

### Pre-frontera

- Identificar las amenazas de plagas
- Manejo de los riesgos fuera de frontera
- Desarrollar investigación fuera de fronteras donde la plaga es endémica

### Frontera

- Implementar una cuarentena efectiva para personas, equipos, plantas y bienes
- Establecimiento de redes de trampeo y monitoreo de plagas que puedan escapar de los puntos de chequeo

### Post frontera

- Minimizar el riesgo de entrada a nivel regional y de fincas.
- Preparación para una detección temprana, minimización de la dispersión y una rápida respuesta a la emergencia de plagas.

# Plan de Contingencia para Foc TR4

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA  
OIRSA

Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

En un país de la región del OIRSA



Elaborado por:  
Miguel Ángel Dita Rodríguez  
Plutarco Elías Echegoyén Ramos  
y  
Luis Fernando Pérez Vicente

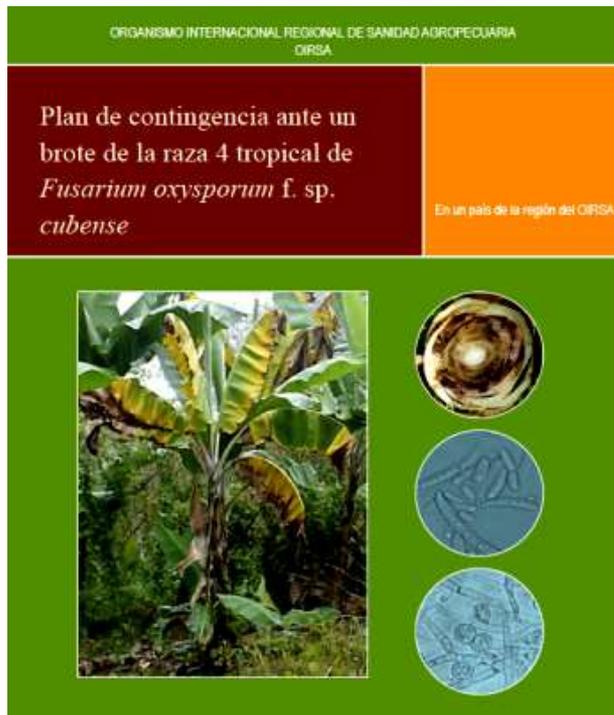


## OBJETIVO:

Proporciona bases científicas organizativas y reglamentarias de las acciones a implementar por los Servicios Nacionales de Sanidad Vegetal, para el manejo oportuno (identificación, diagnóstico, erradicación- confinamiento, contención- manejo) de un brote eventual de Foc RT4 en la región.

<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/PlandecontingenciacontraFocR4TOIRSA.pdf>

# Contenido:



- ✓ 155 páginas
- ✓ 7 tablas
- ✓ 18 figuras

1. Información General

2. Procedimientos de Identificación

3. Factibilidad Técnica y Económica

4. Procedimientos Reglamentarios

5. Organización para la Ejecución

6. Comunicación y Divulgación

7. Relaciones de Cooperación y Coordinación

8. Procedimientos de Encuesta

9. Procedimientos de Control

10. Evaluación del Programa de Emergencia

11. Financiamiento

12. Bibliografía

Anexos

# Contenido de Anexos:

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA  
OIRSA

Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

En un país de la región del OIRSA



1. Hoja de datos de Foc RT4

2. Protocolos de diagnóstico de Foc RT4

3. Contactos en caso de incursiones o brotes de Foc RT4

4. Lista ampliada de hospedantes de la marchitez por Foc RT4

5. Glosario

6. Modelo de decreto de emergencia ante un brote de FocRT4

7. Plantilla para informar al público la presencia de un brote de Foc RT4

8. Programa de capacitación

9. Acciones de erradicación-confinamiento de un brote de Foc RT4

10. Diseño y evaluación de encuestas de Foc RT4

11. Formularios (ejemplos)

12. Avances en investigación

13. Fuentes internacionales de financiamiento

# I. Información General

## 1.1 Objetivo del Plan:

- Proporcionar bases técnicas y procedimientos de acciones para erradicar, contener o suprimir posibles brotes de *Foc* raza 4 tropical

## 1.2 Aclaraciones:

- Documento versátil adaptable a cada situación, para ser enriquecido por las ONPF.
- Su aplicación no tiene implícita la garantía del éxito en la erradicación-confinamiento, supresión-contención o manejo de la plaga

## 1.3 Contactos Principales para notificar incursiones de *Foc* R4T

- Los contactos principales en cada país para notificar incursiones o brotes de *Foc* R4T son las ONPF.
- Laboratorios de diagnóstico acreditados

## 1.5 Definiciones:

- En el Apéndice 5 se incluye un glosario. La mayoría de términos se han extraído de la NIMF N° 5 Glosario de términos fitosanitarios, Roma (2012).

# II. Procedimientos de Identificación

## 2.1 Hallazgo inicial de un evento sospechoso

(puede ser realizado por un programa de vigilancia de ONPF o un ente no oficial)

- Hallazgo de planta(s) Cavendish (AAA) o de plátanos (AAB) con marchitez por *Fusarium*, es sospechoso de Foc R4T.
- Debe de informarse:
  - Fechas de detección e informe;
  - Institución, organización y persona responsable del informe de detección del evento sospechoso;
  - Nombre común y científico de hospedante(s);
  - Localización de la detección: campo, caserío, municipio, provincia, país etc.;
  - Origen probable de la plaga y vía de introducción;
  - Descripción del brote: método de detección, procedimiento de identificación; síntomas en hospedante; extensión, incidencia y severidad del brote; probabilidades de establecimiento y dispersión en el lugar; estimación del área potencial de riesgo de dispersión;
  - Detalles de cualquier medida que se haya tomado en el lugar de la incursión.

# II. Procedimientos de Identificación

## 2.2 Diagnóstico preliminar

- Debe ser realizado en un laboratorio de referencia o mediante expertos en la plaga:
  - Si se descarta la presencia, las acciones se detendrán.
  - Si amerita darle seguimiento, se debe enviar muestras a un laboratorio de referencia para confirmación.
- La falta de confirmación del diagnóstico no es obstáculo para implementar la cuarentena y las medidas de erradicación y contención como son:
  - Eliminación de plantas hospedantes enfermas
  - Establecimiento de área(s) bajo cuarentena.

## 2.3 Confirmación del diagnóstico

- Asegurarse de que los laboratorios donde se envíen las muestras cumplan con estándares de bioseguridad para el manejo de muestras de plagas cuarentenarias y debidamente etiquetadas

# III. Factibilidad Técnica y Económica

## Justificación de la implementación de un programa de erradicación de Foc R4T:

La justificación es una aproximación ex-ante. Es posible analizar la factibilidad técnica y económica teniendo en cuenta al menos algunos elementos de importancia:

- el legado histórico de la epidemia de la raza 1 de Foc en Gros Michel, causante de pérdidas estimadas para la industria de exportación de más de 2,300 millones de dólares;
- Situación actual de los sectores bananeros afectados por Foc R4T en Asia y Oceanía.
- Las capacidades de las ONPF;
- Las características de la incursión.

# III. Factibilidad Técnica y Económica

## 3.1 Factibilidad Técnica de la Erradicación/ Confinamiento

La erradicación de un brote de plaga se refiere a la aplicación de NIMF 9, 1998.

- Aspectos a tomar en cuenta para erradicación/ confinamiento:
  - origen del brote y antecedentes (evento aislado vs. introducción múltiple);
  - eficacia de las medidas a aplicar y envergadura de operaciones
  - demanda de capacitación de éstas.
- La decisión de ejecutar erradicación-confinamiento dependerá:
  - prontitud de la detección e identificación del patógeno
  - conocimiento de la fecha de su introducción;
  - extensión, características del área del brote y severidad;
  - apoyo a esperarse de los agricultores;
  - nivel de aislamiento relativo del área para restringir acceso;
  - existencia de fuentes de agua que pudieran mover el inóculo;
  - posibilidad de implementar movimiento seguro de material de propagación,
  - la utilización posterior del suelo para otros fines.

# III. Factibilidad Técnica y Económica

## 3.2 Factibilidad Económica de la Erradicación-Confinamiento:

### – Beneficios primarios

- Prevención de pérdidas futuras de cosecha
- Valor de las pérdidas debido a restricciones de acceso a los mercados si la plaga estuviese presente; y
- Costo de las medidas de control que no se harían.

### – Beneficios secundarios

- Ahorro de daños a la propiedad privada, daño a la naturaleza o a la tierra no cultivada;
- Ahorro de los costos de ajustes estructurales en la industria afectada;
- Ahorro de costos a los sectores asociados; y
- Prevención de impactos negativos al ambiente de trabajo y opciones de empleo.

# IV. Procedimientos reglamentarios

## 4.1 Marco Legal sobre Emergencias Fitosanitarias

- La implementación de un programa de emergencia requiere un marco reglamentario el cual debe estar armonizado con la normativa internacional

## 4.2 Acciones a Reglamentar

- Ingreso a propiedades con el propósito de inspección
- Investigación de plantas sospechosas y toma de muestras
- Establecimiento y mantenimiento de áreas bajo cuarentena donde ocurran los brotes;
- Emisión de órdenes para la destrucción de plantas y materiales infectados
- Eliminación de las hierbas en el lugar del brote y en un radio más extenso;
- Restricción del movimiento de plantas, productos, equipos, vehículos y otras fuentes potenciales de dispersión;
- Requerimientos a los propietarios para que implementen las medidas de cuarentena y de erradicación.

# V. Organización para la ejecución

---

## 5.1 Activación de la emergencia

- Se activa con la detección de un caso sospechoso de Foc R4T. Deben estar preparadas las fases:
  - confirmación del diagnóstico;
  - declaratoria (norma o decreto) de emergencia;
  - acciones precautorias de emergencia desde el momento de la detección de un caso sospechoso de brote de Foc RT4.

# V. Organización para la ejecución

## 5.2 Procedimientos para la Evaluación Preliminar

---

Debe disponerse al menos, de las siguientes informaciones:

- Ubicación geográfica del o los brotes
- Detalles del sitio (propietarios, acceso, dirección)
- Hospedantes infectados en el lugar
- Extensión aproximada y grado de incidencia y severidad
- Forma en que fue detectada e identificada;
- Historia y vías posibles de introducción
- Registros del movimiento (hacia adentro y hacia afuera) de personas, productos (principalmente plantas y partes de las mismas), equipos y medios de transporte;
- Mecanismos de dispersión más probables en el área del brote
- Condiciones climáticas prevaecientes, accesibilidad, fisiografía, disponibilidad de hospedantes, grado de aislamiento del área infestada; y prácticas de cultivo.

# V. Organización para la ejecución

**5.3 Respuestas Operacionales según la Condición.** Entre las respuestas operacionales posibles ante un brote de Foc R4T pueden señalarse:

- ✓ Confinar o contener la plaga (en áreas infestadas bajo cuarentena);
- ✓ Erradicar la plaga con las técnicas apropiadas para este fin;
- ✓ Manejar la plaga, empleando diferentes técnicas
- ✓ Obtener con prontitud mayor información en caso de que la disponible sea considerada insuficiente para la toma de decisiones;
- ✓ No realizar ninguna acción (el desarrollo del programa de emergencia no es práctico o es inviable).

# Posibles escenarios ante un brote de Foc R4T, según se favorezca la erradicación - confinamiento o la supresión-contención (medida alternativa)

Factores a favor de la erradicación – confinamiento	Factores a favor de la supresión-contención
<p>Área pequeña del brote, aislada por barreras naturales y hay certeza de que la plaga no ha sido dispersada (la plaga se encuentra confinada).</p>	<p>Área del brote, aunque pequeña, no se encuentra completamente aislada. Hay probabilidad de escape de la plaga a otras áreas.</p>
<p>Las medidas disponibles para la erradicación o confinamiento de Foc R4T pueden aplicarse en el área del brote.</p>	<p>No es factible la aplicación eficaz de medidas para la erradicación o confinamiento, aunque sí para la supresión del brote en el área.</p>
<p>Se detectó solamente un brote y hay certeza (por antecedentes) que este brote es el resultado directo de una sola introducción al país (no ha ocurrido dispersión secundaria).</p>	<p>Se detectaron varios brotes en lugares distantes, por lo que es probable ocurriera una dispersión después del establecimiento de la plaga en el país. No fue posible establecer la ruta, vía o procedencia de la plaga.</p>
<p>El sitio del brote es de fácil acceso y permite una adecuada y eficaz aplicación de las medidas de control de contención, erradicación y posterior vigilancia para verificar si ocurren rebrotes.</p>	<p>El sitio del brote es inaccesible o no permite que se apliquen medidas de erradicación/ supresión de la plaga. No obstante medidas de contención podrían implementarse aunque</p>

# VI. Comunicación y Divulgación

## 6.1 Políticas y Estrategias de Comunicación y Divulgación

La NIMF N° 17, *Notificación de plagas*, señala las responsabilidades de la ONPF y los requisitos para notificar la presencia, el brote y la dispersión de plagas

- Considerar desde su inicio, una campaña de comunicación dirigido a todos los niveles de interés: (ministerios, industrias, empresas, gobiernos municipales, agricultores y la comunidad en general).
- Las comunicaciones deben:
  - a) Propiciar aceptación del programa y la colaboración,
  - b) Estimular la atención para el reconocimiento y reporte inmediato de la presencia de la plaga;
  - c) Aumentar el conocimiento sobre las restricciones al movimiento de las vías potenciales de la plaga y acciones fitosanitarias que se realizan,
  - d) Estimular el interés y expectativas sobre el programa y nuevas informaciones
  - e) Propiciar que se mantenga el interés y participación en las actividades

# VII. Relaciones de Cooperación y Coordinación

## 7.1 Colaboración con Sectores interesados

- Nacional: sector público, sector productivo (productores, industriales, comercializadores, etc.), medios de comunicación, instituciones de investigación y grupos mixtos relevantes.
- Internacional: ONPF de otros países, Secretaría de la CIPF, FAO, Bioversity International

## 7.2 Posibles Áreas de Cooperación

- Vigilancia y Control.
- Reconocimiento y diagnóstico.
- Comunicación y divulgación.

## 7.3 Recomendaciones para las Relaciones de Cooperación

- Preparar acuerdos de cooperación o cartas de entendimiento entre los sectores.
- Definir coordinadores

# VIII. Procedimientos de encuestas

---

## 8.1 Tipos de Encuestas

(en el apéndice 10 se dan detalles de estas encuestas).

### 8.1.1 *Encuestas de detección*

Comprobar si Foc R4T está presente en un área determinada, después de detectar una primera incursión de la plaga.

### 8.1.2 *Encuestas de delimitación*

Las fronteras de un área infestada

### 8.1.3 *Encuestas de monitoreo*

Caracterizar la evolución de Foc R4T en las áreas que se consideren con presencia de la plaga dentro del área reglamentada.

# VIII. Procedimientos de encuestas

## 8.2 Parámetros para Calcular el Tamaño de la Muestra

a) *Incidencia real.*

Proporción verdadera de unidades infestadas en un campo, área u otra población definida,

b) *Incidencia de diseño.*

Se basa en una encuesta preliminar, es la incidencia más probable de la plaga en el campo (se usa para determinar el tamaño de la muestra)

c) *Incidencia calculada.*

Es la incidencia determinada mediante la encuesta; estima incidencia real.

d) *Confianza (certidumbre).*

Es la probabilidad de que la incidencia actual esté dentro de los límites de la incidencia calculada

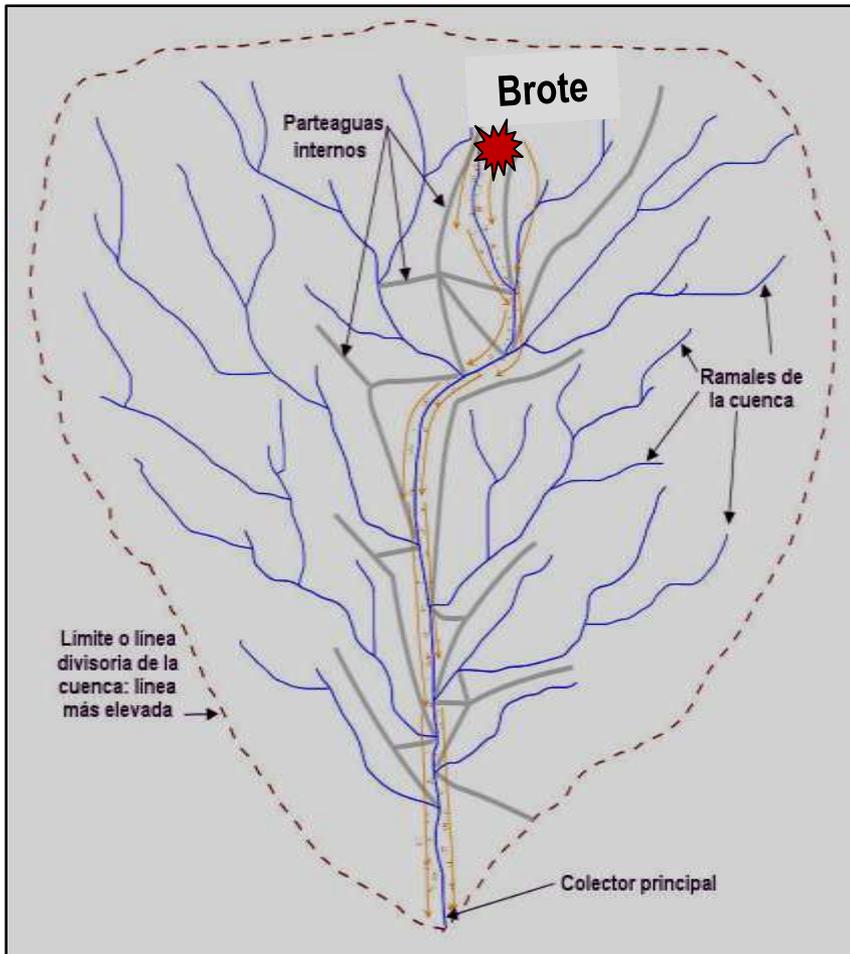
e) *Precisión de métodos (sensibilidad)*

Considerar esto para estimar el tamaño de muestra especialmente cuando la certeza del método no es cercana al 100%

f) *Tamaño de muestra.*

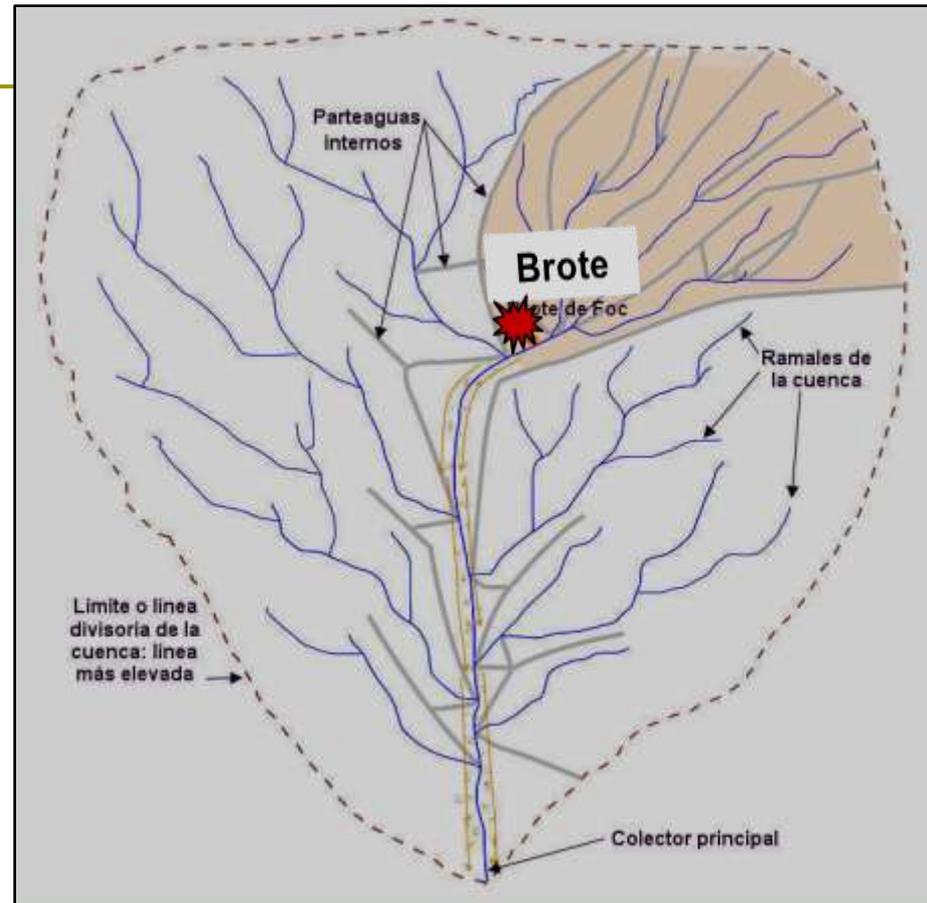
Número de unidades de muestreo para detectar una plaga a un nivel de confianza específico. Ver apéndice 10

## Brote hipotético de Foc R4T en la parte superior de una cuenca



*las áreas aguas abajo (entre flechas anaranjadas) con mayor probabilidad de presentar brotes de la plaga*

## Brote hipotético de Foc R4T en cerca del cauce de un río



*toda la subcuenca superior (parte sombreada) y las áreas aguas abajo (entre flechas anaranjadas) con mayor probabilidad de presentar brotes de la plaga*

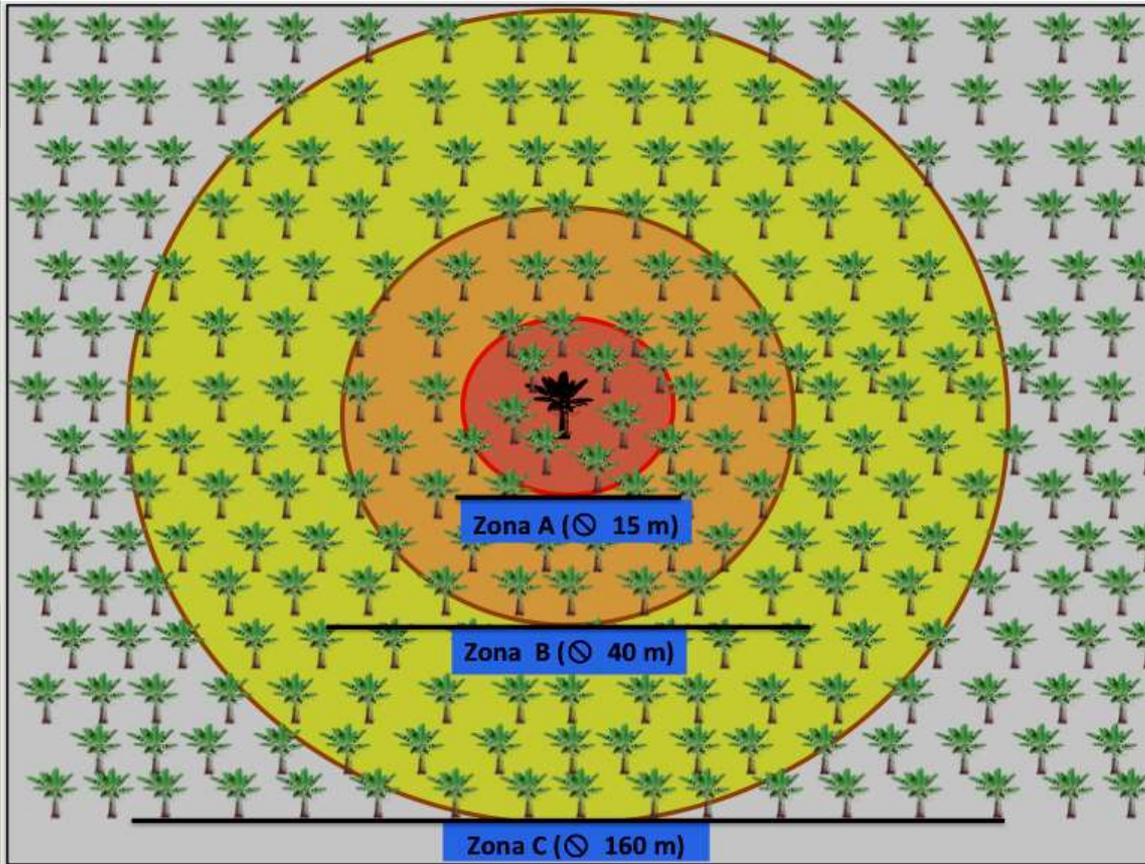
# IX. Procedimientos de control

---

La erradicación y confinamiento de Foc R4T dependen de:

- Detección temprana de la plaga;
- La eliminación de musáceas y demás plantas hospedantes infectadas o con probabilidad de estarlo (ver procedimientos en el apartado 9.1.1 y lista de hospedantes en el Apéndice 4);
- Prevención de la movilización por cualquier medio de partes de plantas infectadas, suelo y cualquier otro artículo que pueda transportar la plaga hacia afuera del sitio del brote (ver Apéndice 1);
- Eliminación de plantas espontáneas en el sitio del brote para evitar la permanencia del inóculo del patógeno en las mismas;
- Restricción del acceso a personas no autorizadas y equipos al sitio que puedan acarrear partículas de suelo hacia afuera del sitio del brote; y
- La limitación del escurrimiento superficial de agua entre plantas infectadas y sanas.

# Diagrama representativo de la zonas de tratamiento alrededor de un brote de la raza 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en un monocultivo de bananos



- ✓ El círculo rojo (zona A) representa el área bajo cuarentena y la zona de erradicación donde habría mayor probabilidad de la presencia de otras plantas infectadas, aún sin síntomas visuales. (La planta en negro en el centro indica la planta enferma)
- ✓ Zona B (naranja) y zona C (amarilla) representan el área bajo control

# Acciones de erradicación-confinamiento en un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* según zonas

CARACTERÍSTICAS/ ACCIONES	Zona infectada		Zona de seguridad	
	Planta enferma	Zona A	Zona B	Zona C
	Área Cuarentena			
	Área Controlada			
Diámetro en m desde la(s) planta(s) enferma(s)	*	15	40	160
Muestreo y análisis	Si	Si	Si	No
Destruir plantas	Si	Si	Deseable	No
Fumigar el suelo	Si	Si	No	No
Eliminar malezas	Si	Si	Si	Si
Construir zanjas de 15-20 x 20 cm alrededor de las plantas infectadas con síntomas o diagnosticadas positivas.	Sí	Sí	NA	NA
Construir zanja de 15-30 x 30 x 30 cm alrededor del área a fumigar (área bajo cuarentena)	Sí	Sí	NA	NA
Restricción de movimiento de personal, equipos y animales al área	Sí	Sí	Sí	Sí

# Acciones de erradicación-confinamiento en un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* según zonas (cont.)

CARACTERÍSTICAS/ ACCIONES (cont.)	Zona infectada		Zona de seguridad	
	Planta enferma	Zona A	Zona B	Zona C
	Área Cuarentena			
	Área Controlada			
Restricción de movimiento de partes de plantas o suelo desde y hacia el área	Sí	Sí	Sí	Sí
Eliminación de plantas infectadas al confirmar diagnóstico en laboratorio de acuerdo a acciones de control	Sí	Sí		
Establecer el período de cuarentena durante al menos 1 ½ año (ver apartado 9.1.1)	Sí	Sí	Muy deseable	No
Establecer barbecho limpio	Sí	Sí	Muy deseable	No
<b>Acciones continuas</b>				
Vigilancia para la detección de síntomas	Sí	Sí	Sí	Sí
Toma de muestras para diagnóstico	Sí	Sí	Muestras al azar	No
Implementación de medidas de erradicación-confinamiento para nuevos brotes. Reestablecimiento de áreas A, B y C	Sí	Sí	Sí	Sí

# Medidas de cuarentena y saneamiento

**Cercas para limitar los accesos.**



# Cuarentena y desinfección

## Puntos de desinfección de calzados





---

Zanjas alrededor de plantas enfermas para limitar escurrimiento superficial y arrastre de esporas

# Medidas de cuarentena y saneamiento

## Utilización de MeBr



# Medidas de cuarentena y saneamiento

## Desinfección con Dazomet (Basamid Granulado)

SPECIMEN LABEL. Database and format copyright

**BASF**

# Basamid<sup>®</sup> Granular

soil fumigant

For pre-planting control of most weeds, nematodes, and soil diseases

Active Ingredient:

Tetrahydro-3,5,-dimethyl-2H-1,3,5-thiadiazine-2-thione ..... 99%

Inert ingredients ..... 1%

Total ..... 100%

EPA Reg. No. 7969-99

EPA Est. No. 39578-TX-1

# Eliminación de plantas Zona A y/ o B

## Eliminación de plantas infectadas por fuego

El procedimiento consiste en aislar la planta con láminas de aluminio o zinc galvanizado y proceder a la quema de la planta hasta el rizoma







Quema lenta utilizando paja de arroz. Arde durante varios días lentamente.



# Medidas de cuarentena y saneamiento

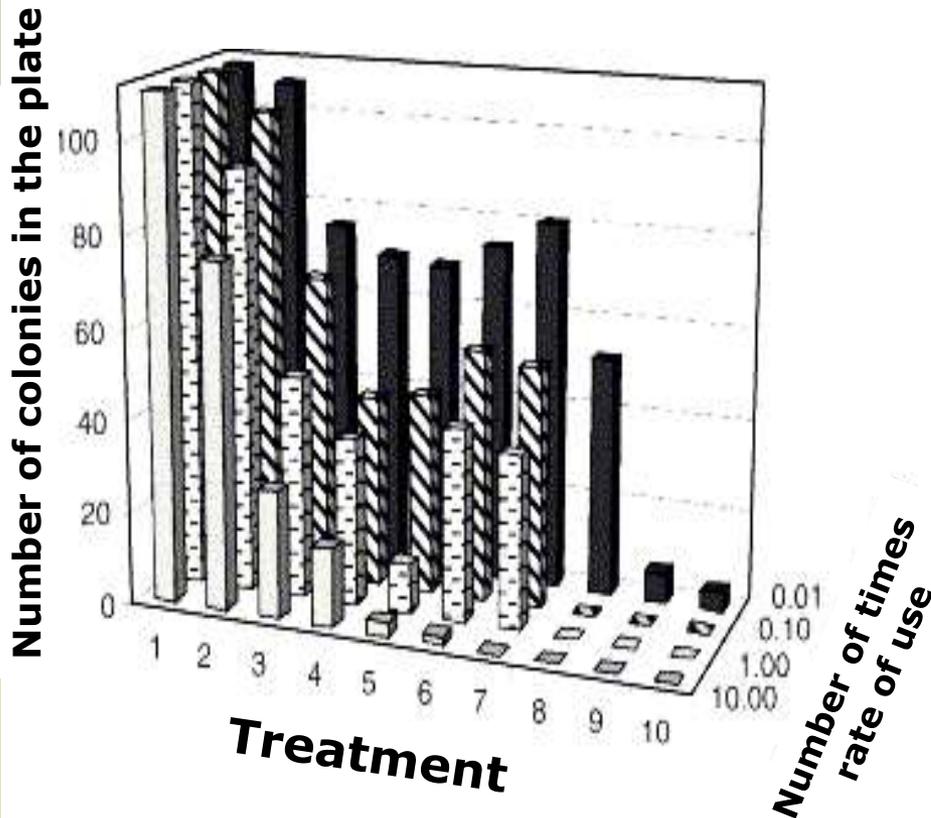
## Mantenimiento libre de malezas



**Mantenimiento del área limpia libre de malezas y limitación de acceso**

# Control químico de Mal de Panamá

## Esterilizantes (Nel et. al., 2007)



### Nombre Comercial

### Íngrediente Activo

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1. Chloride     | Cloruro-Ca  |
| 2. Cupravit     | Oxicloruro de Cobre                                       |
| 3. Desogem      | Biguanidina y amonio cuaternario                          |
| 4. Farm cleanse | Amonio Cuaternario  |
| 5. Jik          | Hipoclorito de sodio                                      |
| 6. Prazin Agri  | Hidrochloruro biguanidina polimerica y amonio cuaternario |
| 7. Omega        | Prochloraz  |
| 8. Sporekill    | Polydimetilcloruro de amonio                              |

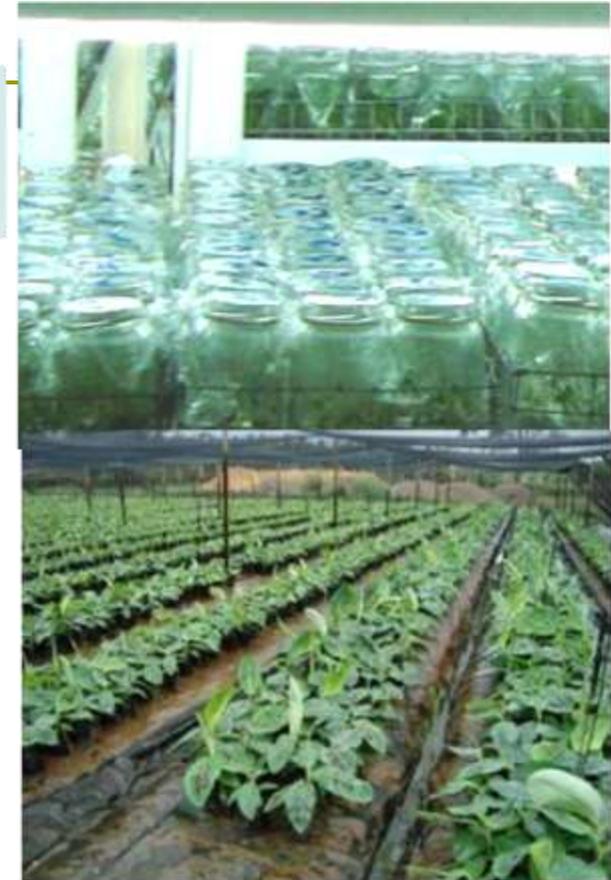
# Control cultural

**Material certificado libre de Mal de Panamá**

✓ **Previene la diseminación del Mal de Panamá**

**Plantas de cultivo de tejido**

- ✓ **Son mas vulnerables a la enfermedad si se plantan en suelos infectados (Smith, 1999)**



**Viveros certificados libres**

# Propiedades físico –químicas que deben tener los fungicidas candidatos a ser utilizados para tratamientos al suelo

Propiedad	Significado	Comentarios
<b>Solubilidad</b>	Determina la máxima concentración de un ingrediente activo/L agua a 20 y 25°C	Los productos hidrosolubles penetran bien en la cutícula y tienen movilidad alta con baja posibilidad de acumulación en cuerpo humano
<b>Solubilidad grasas</b>	Capacidad de disolverse en compuestos orgánicos	Muy liposolubles, penetran con dificultad la cutícula y se absorben en ceras extra cuticulares.
<b>Log Pow o Log Kow</b>	Log de la proporción entre solubilidad en grasas y agua	Determina el nivel de sistemicidad
<b>pH (hidrólisis)</b>	Concentración de iones H+. (ácido o alcalina) y estabilidad	Determina si se mueve por floema (pH>5) o floema pH<5. Compatibilidad.
<b>Coefficiente de adsorción (Koc)</b>	Medida de la tendencia a ser adsorbido o retenido en suelo o sedimentos. Varía de 0-10,000 ppm	Adsorción moderada y movilidad. Si: <100 alto riesgo de lixiviación >1000 ppm alta fijación fuertemente en suelo 100-1000 idóneo para tratamientos al suelo
<b>Fotólisis</b>		Estable por fotólisis

**Movilidad de los fungicidas sistémicos utilizados en bananos en relación al coeficiente de partición octanol – agua ( $\log P_{ow}$ )**

<b>Producto</b>	<b>Log <math>P_{ow}</math></b>
benomyl	1.4
tiofanato metilo	1.5
<b>spiroketalamina</b>	<b>2.8</b>
<b>pyrimethanil</b>	<b>2.8</b>
azoxystrobin	2.5
cyproconazol	2.9
flutriafol	2.9
triadimenol	3.3
epoxiconazol	3.4
tebuconazol	3.7
propiconazol	3.7
flusilazol	3.7
hexaconazol	3.9
bitertanol	4.1
difenoconazol	4.3
trifloxystrobin	4.5

**Móvil**

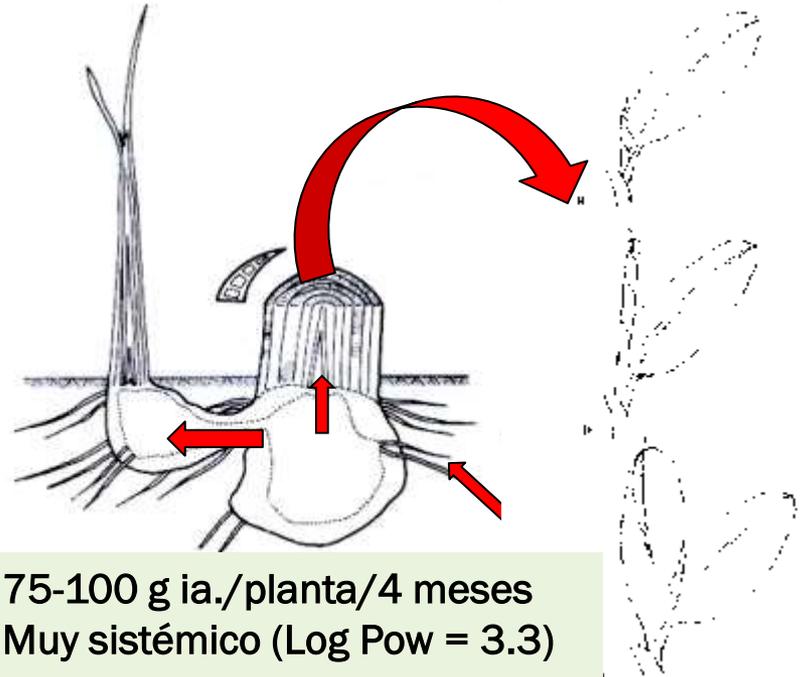


**Poco móvil**

# Propiedades que deben tener los fungicidas para poder ser utilizados en tratamientos al suelo

	Cyproconazol	Triadimenol	Fluopyram	Comentarios
<b>Solubilidad</b>	93.0mg/L a 20°C pH 7.1	56 mg/L at 20°	16 mg/L	Solubilidad moderada,
<b>Solubilidad grasas</b>	230/L Kg acetona	190g/L	>250 g/L	Resistencia a lluvia
<b>Peso molecular</b>		291.8g/mol		
<b>pH (hidrólisis)</b>	8.2 a 25°C	Estable $6 \times 10^7$ Pa at 20		Estable en mezclas a este PH
<b>Presión de vapor</b>	$2.6 \times 10^{-5}$ Pa (25°C)	1mla at 25°C	$1.2 \times 10^6$ Pa (25°C)	Presión vapor baja (no volátil)
<b>Log Pow</b>	3.1 pH 7.9 a 25°C	3.2 pH 7.9 (25 °C)	2.82	Sistémico
<b>Adsorción del suelo</b>	364 ml/gr en 173-711			Adsorción moderada y movilidad en la planta; baja lixiviación.
<b>Fotólisis</b>	40 días PH 7	48 días at PH 7	81-97	Estable por fotólisis

# Triadimenol al suelo



75-100 g ia./planta/4 meses  
Muy sistémico (Log Pow = 3.3)

# Biocontrol



Review

## Research review

### *Fusarium oxysporum* and its biocontrol

Author for correspondence:  
C. Alabouvette  
Tel: +33 02 80 69 30 41  
Fax: +33 02 80 69 32 26  
Email: alabouvette@ovion.inra.fr

Received: 17 June 2002  
Accepted: 4 October 2002

D. Fravel<sup>1</sup>, C. Olivain<sup>2</sup> and C. Alabouvette<sup>2</sup>

<sup>1</sup>USDA, ARS, Vegetable Laboratory, Building 010 A, BARC-West, Beltsville, MD 20705, USA

<sup>2</sup>INRA-CMSE, UMR 8162-SPM, BP 85010, F-21005 Dijon Cedex, France

#### Summary

**Key words:** diversity, antagonism, competition, induced systemic resistance.

*Fusarium oxysporum* is well represented among the rhizosphere microflora. While all strains exist saprophytically, some are well-known for inducing wilt or root rot on plants whereas others are considered as nonpathogenic. Several methods based on phenotypic and genetic traits have been developed to characterize *F. oxysporum* strains. Results showed the great diversity affecting the soil-borne populations of *F. oxysporum*. In suppressive soils, interactions between pathogenic and nonpathogenic strains result in the control of the disease. Therefore nonpathogenic strains are developed as biocontrol agents. The nonpathogenic *F. oxysporum* strains show several modes of action contributing to their biocontrol capacity. They are able to compete for nutrients in the soil, affecting the rate of chlamydospore germination of the pathogen. They can also compete for infection sites on the root, and can trigger plant defence reactions, inducing systemic resistance. These mechanisms are more or less important depending on the strain. The nonpathogenic *F. oxysporum* are easy to mass produce and formulate, but application conditions for biocontrol efficacy under field conditions have still to be determined.

© New Phytologist (2003) 157: 493–502

#### Introduction

The species *Fusarium oxysporum* is well represented among the communities of ascomycete fungi, in every type of soil all over the world (Ilarusa, 1981). This species is also considered a normal constituent of the fungal communities in the rhizosphere of plants (Giordan & Maryn, 1997). All strains of *F. oxysporum* are saprophytic and able to grow and survive for long periods on organic matter in soil and in the rhizosphere of many plant species (Carren, 1970). Moreover, some strains of *F. oxysporum* are pathogenic to different plant species; they penetrate into the roots inducing either root-rot or tracheomyces when they invade the vascular system. Many other strains can penetrate roots, but do not invade the

vascular system or cause disease (Olivain & Alabouvette, 1997). The wilt-inducing strains of *F. oxysporum* are responsible for severe damage on many economically important plant species. *Fusarium* wilt pathogens show a high level of host specificity and, based on the plant species and plant cultivars they can infect, they are classified into more than 120 *formae speciales* and races (Armstrong & Armstrong, 1981). Management of *Fusarium* wilt is mainly through chemical soil fumigation and resistant cultivars. The broad-spectrum biocides used to fumigate soil before planting, particularly methyl bromide, are environmentally damaging. The most cost effective, environmentally safe method of control is the use of resistant cultivars, when those are available. For example, all the varieties of tomato grown in

- 30 artículos en Reportes Anuales Solo 3 relacionados a plantas perennes
- 2 en bananos relacionados a suelos supresivos
- 1 en control biológico clásico

# Biocontrol: estudios hasta el presente

Desafortunadamente pocos estudios de campo y pocos datos de eficacia en revisiones científicas. Mas comúnmente:

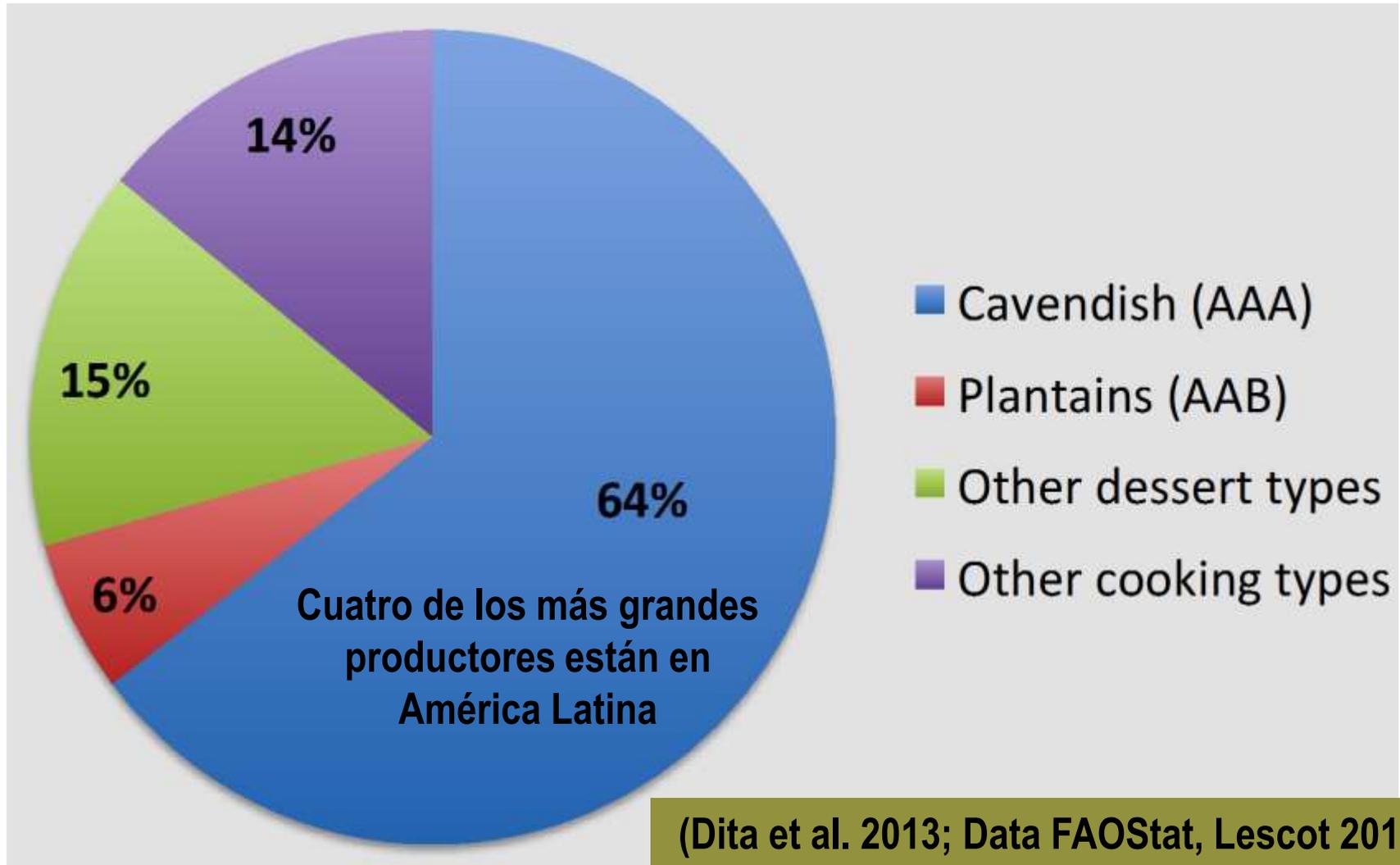
- Estudios de inhibición “in vitro”
- Reducción de la enfermedad en macetas en invernadero y laboratorios
- Características bioquímicas de antagonistas y patógenos
- Otras interacciones entre el patógeno y el antagonista

**... Y cuando los estudios han sido llevados al campo los resultados han sido desalentadores**

---

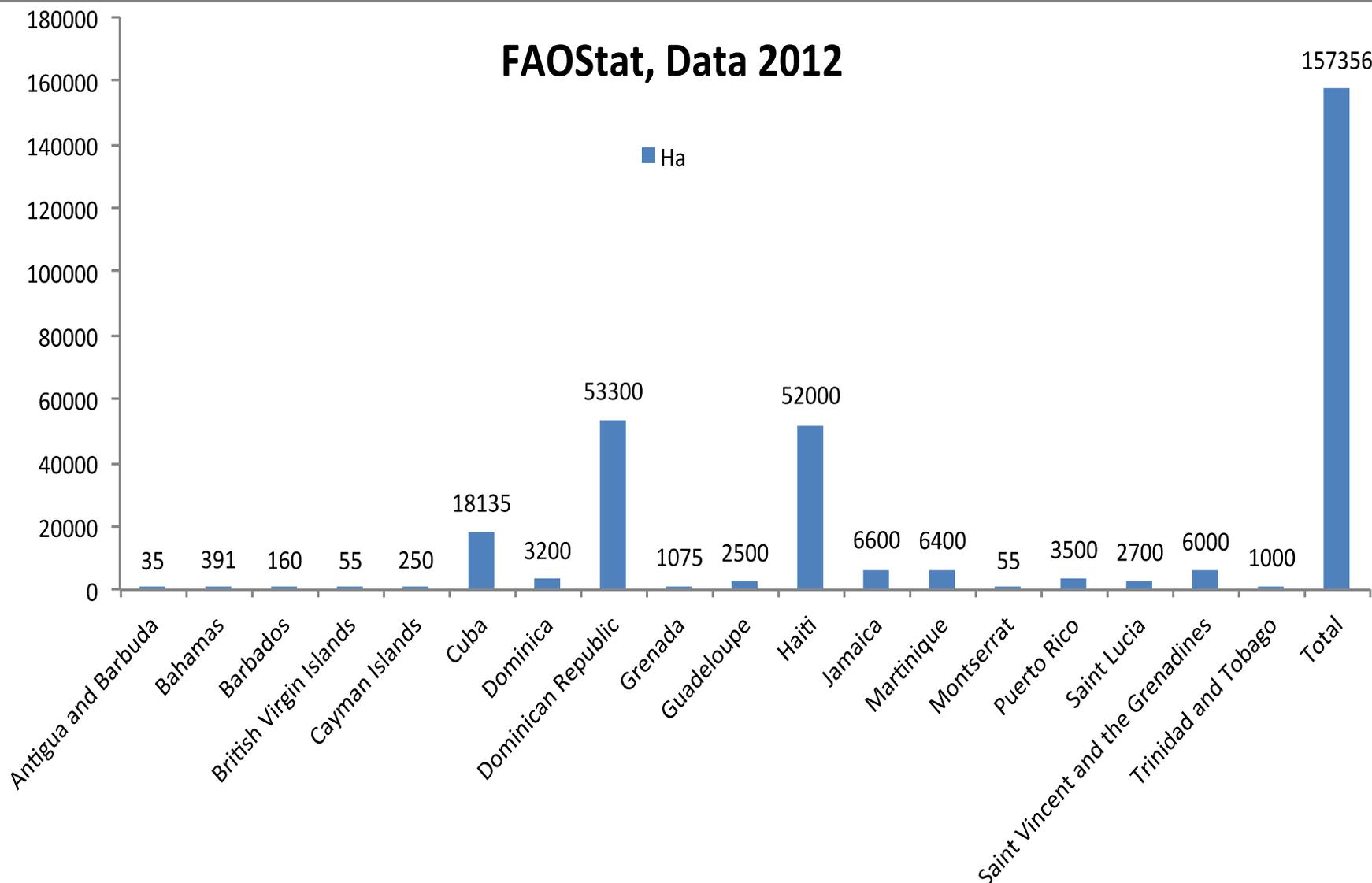
## **Impacto que podría tener en America la entrada de *Foc* TR4 y plan de acciones**

**Los cultivares Cavendish son el 41% de todas las *musáceas* cosechadas a nivel mundial y > 60 % en los 10 principales países productores**



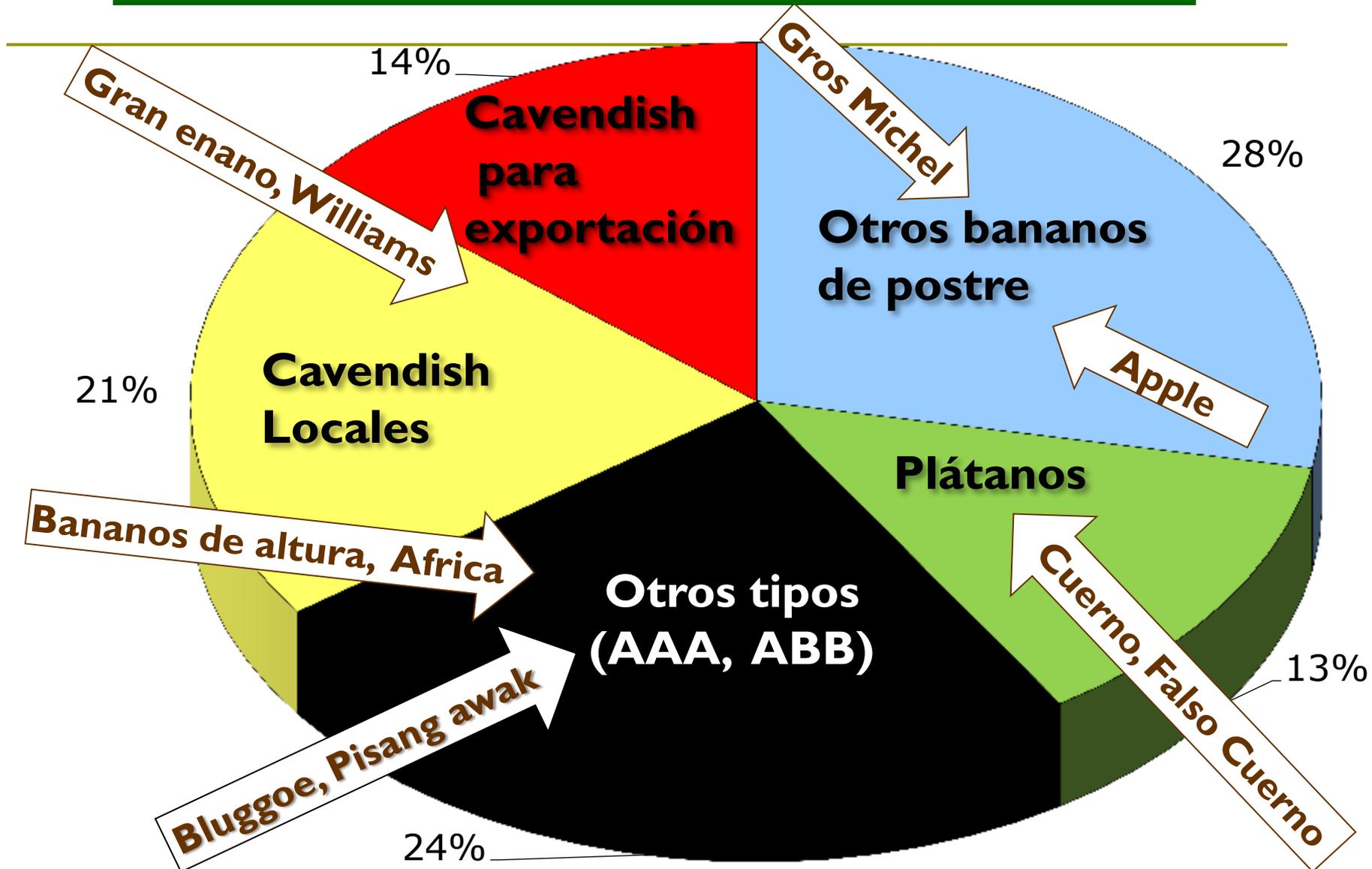
# Impacto para el Caribe

FAOStat, Data 2012



En el Caribe ~ 63% de las **2,856,394 t** producidas en el 2009, fueron con variedades susceptibles (Lescot, 2010)

# RT4 afecta los clones que producen más del 80% de la producción mundial



# Cultivares más importantes de bananos y plátanos en América Latina y el Caribe y posibilidades de ser afectados por Foc TR4

Genoma/Subgrupo	Cultivares
AA	Sucrier [redacted] s Finger, Ciento en Boca, D [redacted] ?
AAA/ Cavendish	Grand en [redacted] Gigante Valery, Williams, [redacted] o, Red, Green red.
AAA/ Gros Michel	Gros Mic [redacted] (neo), Cocos.
AAB/ Silk / Prata	Manzanc [redacted] a, Pome
AAB/ Plátanos	Horn <sup>3/4</sup> : Hembra <sup>3/4</sup> : Hartón, Dominico Harton, Curare [redacted] dwarf, Bellaco, Dwarf plantain, Red Plantain
ABB/ Bluggoe	Bluggoe, B [redacted] Cuatro filos, Cachaco, Fongo, Burro CENSA, Saba, Chato.
ABB/ Pisang awak	Pisang aw [redacted] (Cuba), Fougamou, Burro Ce [redacted]

# Factores de riesgo y nocividad de un brote de *Foc* TR4 in LA&C

- ✓ Alta dependencia de la producción en un reducido número de cultivares (Cavendish, AAB plátanos, Bluggoe and tipos Pisang awak, ABB, etc.).
- ✓ Los factores de introducción y diseminación de la epidemia de raza 1 en Gros Michel son los mismos que han determinado la distribución de la RT4
- ✓ Síntomas similares a otras razas y largo período de latencia; la evidencia de su presencia puede ocurrir después de muchos años de introducción.
- ✓ En LA & Caribe la enfermedad fue olvidada después de la introducción de los Cavendish.

# Factores de riesgo y nocividad de un brote de *Foc R4T* in LA&C

- ✓ Pobre conocimiento y conciencia entre productores del impacto de la enfermedad, el ciclo de infección y principios de contención y manejo
- ✓ Grandes cordilleras y ríos con crecidas que arrastran plantas y rizomas los cuales viajan decenas de km/día (Ej: en América del Sur: Amazonas y sus afluentes en Brasil, Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia; Orinoco en Venezuela; Demerara para Guyana y Surinam, etc.)
- ✓ Ausencia de programas de semilla certificadamente libre del patógeno o fuera del alcance de productores.

# Factores de riesgo y nocividad de un brote de *Foc* TR4 in LA&C

- ✓ Ausencia o insuficiente vigilancia y regulaciones legales sobre la producción y movimiento de semillas de musáceas entre sitios y regiones
- ✓ Agricultores pequeños temporales que mantienen o abandonan plantaciones de acuerdo a fluctuaciones de precios. Se manejan temporalmente como mano de obra y se mueven permanentemente entre plantaciones.
- ✓ Colindancia de pequeñas propiedades separadas por canales o senderos; movimiento libre de personas, animales, equipos y herramientas, etc.

# Factores de riesgo y nocividad de un brote de *Foc* TR4 in LA&C

- ✓ Gran movimiento transfronterizo de productos y uso de parte de musáceas como empaque.
- ✓ La presencia de *Foc* R4T, puede implicar cambio de paradigmas de producción de plantaciones permanentes a producciones anuales a alta densidad o ciclos de replantación cada 5-7 años. Los pequeños productores usualmente no pueden enfrentar estas inversiones

# ACCIONES PARA PREVENIR LA INTRODUCCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE FOC RT4

---

1. Prohibición de las importaciones de bananos que no provengan de cultivo de tejido certificado libre de patógenos, de fuentes confiables.
2. Desarrollo y organización de un Plan de Contingencia para enfrentar una incursión eventual de Foc RT4 siguiendo las guías del documento desarrollado por OIRSA, Bioversity International e INISAV.
3. Estructuración de un fuerte programa de capacitación a la medida para todos los grupos de interés y el público en general
4. Desarrollo de un programa de vigilancia en áreas de producción basado en encuestas del mal de Panamá y definición de zonas de riesgo

# ACCIONES PARA PREVENIR LA INTRODUCCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE FOC RT4

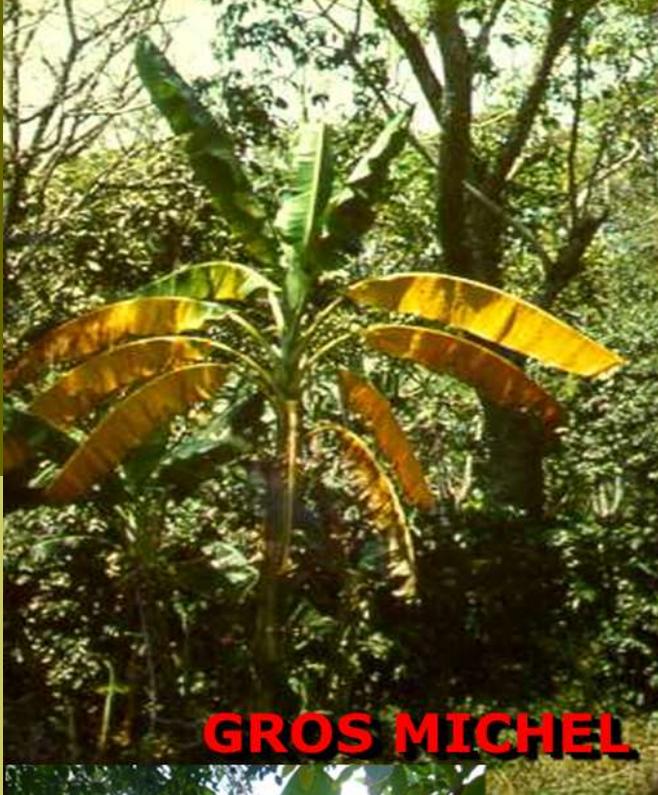
---

5. Capacitación de los oficiales fitosanitarios y productores en identificación de síntomas, muestreo, transporte de muestras y adopción de medidas cautelares de cuarentena.
6. Certificación de laboratorios que puedan desarrollar el diagnóstico rápido molecular del patógeno.
7. Disponer de un fondo de emergencia que permita indemnizar los productores que deban destruir sus plantaciones en corto plazo en caso de una incursión y evitar la diseminación secundaria del patógeno fuera del sitio del brote.
8. Desarrollo de programas de semilla limpia accesible a productores.

# ACCIONES PARA PREVENIR LA INTRODUCCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE FOC RT4

---

8. Desarrollar las regulaciones técnicas y legales para la implementación del programa de emergencia.
9. Distribución a los visitantes pertenecientes a los grupos de interés de folletos de advertencia y medidas a tomar cuando visiten países con presencia de Foc RT4.
10. Desarrollo de programas de bioseguridad a nivel de finca para prevenir entrada de plagas exóticas (manual de buenas prácticas)
11. Financiamiento de investigaciones sobre Foc RT4



**GROS MICHEL**



**¡Gracias!**

**Pisang awak**



**APPLE**

© L. Pérez-Vicente



**Burro CEMSA, Bluggoe**

© L. Pérez-Vicente



**Prata Ana**

© L. Pérez-Vicente