

**REUNIÓN DE GRUPOS DE INTERÉS SOBRE LOS RIESGOS DE LA RAZA  
TROPICAL 4 DE FUSARIUM, BBTV Y OTRAS PLAGAS DE MUSÁCEAS  
PARA LA REGIÓN DEL OIRSA, AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

**Documentos de Programa y Resúmenes de la Reunión  
OIRSA Sede Central, San Salvador, El Salvador  
29 al 31 julio de 2009**



**Compilación y revisión técnica: Dr. Luis E. Pocasangre  
Diseño y compilación: Ligia Quesada – David Brown  
Traducción: Lissette Vega**



## Contenido

<b>Programa</b>	<b>3</b>
<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<b>Dr. Agustín Molina, Bioersity International.</b> Estado de la Incidencia en Asia del marchitamiento por Raza Tropical 4 de <i>Fusarium</i> en el cultivo del banano	<b>7</b>
<b>Dr. Randy Ploetz, Universidad de Florida USA.</b> Evaluación de las amenazas que representan los patógenos destructivos del banano	<b>18</b>
<b>Dr. Luis E. Pocasangre, Bioersity International.</b> Estado actual y manejo del Mal de Panamá en América Latina y el Caribe	<b>19</b>
<b>Dr. Luis Pérez Vicente, INISAV – Cuba.</b> La variabilidad del las poblaciones de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> : Estado Actual del Mal de Panamá en Cuba	<b>20</b>
<b>MSc. Diana Lara, CATIE.</b> Estudios de patogenicidad de aislamientos Raza 1 de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> en Costa Rica	<b>21</b>
<b>Dr. Miguel Ángel Dita, Universidad de Wageningen/EMBRAPA.</b> Generando conocimientos y herramientas para el control de la Raza Tropical 4 de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>Cubense</i>	<b>22</b>
<b>Dr. Jorge Sandoval, CORBANA.</b> Investigación, Desarrollo e Innovación en la Producción de Banano (Musa AAA) en Costa Rica	<b>24</b>
<b>Dr. Luis Pocasangre, Bioersity International. Dr. Luis Pérez Vicente, INISAV– Cuba.</b> Impacto potencial de la entrada de Raza Tropical 4 del Mal de Panamá ( <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> ) en la Industria Bananera y Platanera de América Latina y el Caribe	<b>25</b>
<b>Dr. Robert Hinz, EPAGRI.</b> Análisis de la diversidad genética de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> en el Estado de Santa Catarina – Brasil	<b>26</b>
<b>Dr. Dorian Rodríguez, UCLA.</b> Estado Actual del Mal de Panamá en Banano Manzano (AAB) y Bluggoe (ABB) en Venezuela	<b>30</b>
<b>Dr. Mario Orozco, INIFAP.</b> Estado Actual del Mal de Panamá en Musáceas en México	<b>31</b>
<b>Dr. Randy Ploetz, Universidad de Florida USA.</b> Generación de la Raza Tropical 4 del Mal de Panamá: Evaluación de riesgo y un plan de acción para evaluar el problema	<b>32</b>
<b>Dr. Pierre Yves Teycheney, CIRAD.</b> Importancia y diagnóstico de enfermedades virales en banano y plátano	<b>34</b>
<b>Dr. Pierre Yves Teycheney, CIRAD.</b> Control de enfermedades virales en el banano y el plátano	<b>36</b>
<b>Anexos</b>	<b>39</b>

## Programa

Hora	Actividad	Responsable
<b>Primer Día - Miércoles 29 de julio de 2009</b>		
08:00 – 08:30	<i>Registro de participantes</i>	MSc. Plutarco Elías Echevoyén Ramos, Especialista en Sanidad Vegetal del OIRSA
08:30 – 08:45	<i>Inauguración de la reunión</i>	Ing. Guillermo Alvarado Downing, Director Ejecutivo del OIRSA
08:45 – 09:00	<i>Objetivos, desarrollo (metodología) y resultados de la reunión</i>	Dr. Luis Pocasangre, Científico BI en Control Biológico de Plagas del Suelo /Plutarco Echevoyén
<b>SESIÓN 1 - Moderador: Dr. Luis Pocasangre</b>		
09:00 – 10:00	<i>Estado de la Incidencia en Asia del marchitamiento por Raza Tropical 4 de Fusarium en el cultivo del banano</i>	Dr. Agustín Molina, Coordinador Regional de Bioversity Internacional en Asia Pacífico
10:00 – 10:30	<b>RECESO</b>	
10:30 – 11:30	<i>Evaluación de las amenazas que representan los patógenos destructivos del banano</i>	Dr. Randy Ploetz, Profesor de la Universidad de Florida USA
11:30 – 12:00	<i>Estado actual y manejo del Mal de Panamá en América Latina y el Caribe</i>	Dr. Luis E. Pocasangre
12:00 – 12:30	<i>La variabilidad de las poblaciones de Fusarium oxysporum f.sp. cubense: Estado Actual del Mal de Panamá en Cuba</i>	Dr. Luis Pérez Vicente, Investigador Titular INISAV -Cuba
12:30 – 13:00	<i>Estudios de patogenicidad de aislamientos Raza 1 de Fusarium oxysporum f.sp. cubense en Costa Rica</i>	MSc. Diana Lara / CATIE y Luis Pocasangre/Bioversity
13:00 – 14:00	<b>ALMUERZO</b>	
<b>SESIÓN 2 - Moderador: Dr. Luis Pocasangre</b>		
14:00 – 14:30	<i>Generando conocimientos y herramientas para el control de la Raza Tropical 4 de Fusarium oxysporum f.sp. Cubense</i>	Dr. Miguel Ángel Dita, Universidad de Wageningen/EMBRAPA
14:30 – 15:00	<i>Discusión del tema en grupos</i>	Trabajo en grupos entre stakeholders
15:00 – 16:00	<i>Relatoría de grupos y Plenaria</i>	Relatores y panel de expositores
16:00 – 16:30	<b>RECESO</b>	
16:30 – 17:30	<b>PLENARIA</b>	
<b>Segundo Día – Jueves 30 de julio de 2009</b>		
<b>SESIÓN 3 - Moderador: Dr. Luis Pérez Vicente</b>		
08:00 – 08:45	<i>Investigación, Desarrollo e Innovación en la Producción de Banano (Musa AAA) en Costa Rica</i>	Dr. Jorge Sandoval, CORBANA
08:45 – 09:30	<i>Impacto potencial de la entrada de Raza Tropical 4 del Mal de Panamá (Fusarium oxysporum f.sp. cubense) en la Industria Bananera y Platanera de América Latina y el Caribe</i>	Dr. Luis Pocasangre, Luis. Pérez Vicente, Randy Ploetz, Agustín Molina,

<b>Hora</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>
09:30 – 10:15	<i>Análisis de la diversidad genética de Fusarium oxysporum f. sp cubense en el Estado de Santa Catarina - Brasil</i>	Dr. Robert Hinz – EPAGRI
10:15 – 10:45	<b>RECESO</b>	
10:45 – 11:15	<i>Estado Actual del Mal de Panamá en Banano Manzano (AAB) y Bluggoe (ABB) en Venezuela</i>	Dr. Dorian Rodriguez, UCLA
11:15 – 11:45	<i>Estado Actual del Mal de Panamá en Musáceas en México</i>	Dr. Mario Orozco, INIFAP
11:45 – 12:15	<i>Generación de la Raza Tropical 4 del Mal de Panamá: Evaluación de riesgo y un plan de acción para evaluar el problema</i>	Drs. Randy Ploetz, Luis Pocasangre, Luis Pérez Vicente, Agustín Molina
<b>SESIÓN 4 - Moderador: Dr. Luis Pérez Vicente</b>		
12:15 – 13:00	<i>Comunicación del riesgo y propuesta de reglamentación fitosanitaria regional contra FOC RT4</i>	MSc. Plutarco Echevoyén
13:00 – 14:00	<b>ALMUERZO</b>	
14:00 – 15:30	<i>Plenaria y discusión. Revisión del plan de acción para la prevención de RT4 de FOC</i>	Trabajo en grupos con stakeholders
15:30 – 16:00	<b>RECESO</b>	
16:00 – 17:00	<i>Relatoría de Grupos y Plenaria</i>	Relatores y panel de expositores
<b>Tercer Día - Viernes 31 de julio de 2009</b>		
<b>SESIÓN 5 - Moderador: Dr. Galileo Rivas</b>		
8:00 – 9:00	<i>Importancia y diagnóstico de enfermedades virales en banano y plátano</i>	Dr. Pierre Yves Teycheney, CIRAD
9:00 – 9:45	<i>Control de enfermedades virales en el banano y el plátano</i>	Dr. Pierre Yves Teycheney, CIRAD
9:45 – 10:15	<b>RECESO</b>	
10:15 – 11:00	<i>Plagas de banano y plátano de importancia económica, ausentes o presentes en la región del OIRSA, que podrían reglamentarse. Propuesta de acciones para el establecimiento de un programa fitosanitario regional de banano y plátano</i>	MSc. Plutarco Echevoyén
11:00 – 12:00	<i>Plenaria y discusión del tema: categorización de las plagas por su riesgos y revisión de las acciones propuestas y elaborar un plan de acción para el establecimiento de un programa fitosanitario de la región del OIRSA para musáceas</i>	Trabajo en grupos de Stakeholder
12:00 – 13:00	<i>Plenaria y Discusión: generales</i>	Trabajo en grupos con Stakeholders
13:00 – 14:00	<b>ALMUERZO</b>	
14:00 – 15:00	<i>Relatoría de secretario por Grupo</i>	
15:00 – 15:30	<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	Dr. L. Pocasangre y Panel de expertos
15:30 – 16:00	<b>RECESO</b>	
16:00	<i>Clausura y entrega de Diplomas de Participación</i>	Ing. Guillermo Alvarado Downing, Director Ejecutivo de OIRSA
<b>CENA DE CLAUSURA</b>		Por definir lugar

## Presentación

La industria del banano y el plátano tiene una especial importancia para la mayoría de los países de América Latina y el Caribe (ALC), no solamente como fuente de divisas sino por su aporte en la seguridad alimentaria de la población de la región. Según el CIRAD (2008) en la región de ALC se producen más de 33 millones toneladas métricas de plátano y banano. Asimismo, es la región donde se exporta el mayor volumen de fruta, alcanzando un valor superior de US\$ 3,000 millones de Dólares Americanos, siendo Ecuador el mayor exportador del mundo y Costa Rica ocupa el tercer lugar. Adicionalmente tanto la industria bananera como la platanera generan decenas de miles de trabajos directos e indirectos durante todo el año en las zonas productoras en el trópico y subtrópico del continente Americano.

Históricamente la marchitez causada por *Fusarium*, mejor conocido como Mal de Panamá ha sido la enfermedad más destructiva de las musáceas y está considerada entre las 10 enfermedades más importantes en la agricultura. La destrucción del cultivar Gros Michel por la Raza 1 de, *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (RT1 de FOC) en la década de los 50 a 60 es el mejor ejemplo de la severidad de este hongo y la única solución al problema fue reemplazar a Gros Michel por variedades resistentes del subgrupo Cavendish. Sin embargo, con la aparición de la nueva Raza Tropical 4 de *Fusarium* (RT4) que ataca severamente a los Cavendish, así como la mayoría de las musáceas comestibles y en la actualidad se está diseminando rápidamente en Asia Pacifico, lo cual representa una amenaza para la industria bananera y platanera de América Latina y el Caribe. Adicionalmente el Banana Bunchy Top Virus (BBTV), es un virus altamente destructivo en las musáceas, afortunadamente tampoco está presente en nuestra región y las potenciales vías de entrada del BBTV pueden ser muy similares a las de la Raza Tropical 4 de *Fusarium*. Por lo tanto, las medidas a tomar para evitar la entrada de ambos patógenos tiene que realizarse en forma conjunta y necesita la participación coordinada de los programas de protección vegetal y las organizaciones de investigación y producción de musáceas de la región.

Bioversity International ante esta problemática ha venido desarrollando una campaña informativa en América Latina y el Caribe durante los últimos 3 años y ha conformado un grupo de expertos en el tema que han contribuido con sus conocimientos para informar a la comunidad bananera y platanera de la región sobre esta amenaza. Dentro de estas acciones se destaca la VII Reunión del Comité Directivo de la Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano para América Latina y el Caribe (MUSALAC), en David, Panamá en octubre del 2007, donde se emitieron las resoluciones para desarrollar un plan de acción para la prevención de estos patógenos. Adicionalmente se han realizado 5 simposios en congresos internacionales donde se ha discutido sobre esta problemática.

El Organismo Regional Internacional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) en alianza estratégica con Bioversity International y MUSALAC están organizando la primera reunión de Stakeholders (Socios/ Interesados) para tratar el tema de RT4 de *Fusarium* y enfermedades virales no presentes en la región como el Banana Bunchy Top Virus (BBTV). En la reunión participarán todos los sectores involucrados en la cadena de producción de cultivo de banano y plátano a saber: Representantes de Asociaciones de productores, Productores Independientes, Compañías Multinacionales, Programas de Protección Vegetal de la región, e Instituciones de Investigación.

El presente documento contiene el programa, los resúmenes y documentación relacionadas a la temática de la reunión. Estamos completamente seguros que las exposiciones magistrales de los

expertos mundiales en el tema de Fusarium y enfermedades virales darán las bases científicas y medidas técnicas que serán los insumos básicos para que los programas de protección vegetal, representantes de productores, empresas multinacionales, sector privado y grupos de interesados en general de musáceas puedan llegar a las resoluciones y a desarrollar un plan de acción para evitar la entrada de estos patógenos a la región.

Finalmente quiero expresar mi gran satisfacción personal por organizar este trascendental evento, debido a que tanto Fusarium como las enfermedades virales han sido los problemas fitosanitarios en musáceas que no se les ha prestado atención en las últimas décadas y representan una gran amenaza para nuestra industria bananera de la región. Asimismo estoy seguro que esta reunión será recordada en la historia como el primer evento técnico científico que tendrá impacto en los programas de protección vegetal de nuestros países para contener la entrada de estos patógenos en América Latina y el Caribe.

Luis E. Pocasangre  
Científico y Coordinador Regional para América Latina y el Caribe  
Programa Cultivos para Mejorar Medios de Vida, Bioversity International



## ESTADO DE LA INCIDENCIA EN ASIA DEL MARCHITAMIENTO POR RAZA TROPICAL 4 DE FUSARIUM EN EL CULTIVO DEL BANANO

Dr. Agustin B. Molina, Jr. Bioversity International, Coordinador Regional, Cfl Asia y el Pacifico

El marchitamiento por *Fusarium* (Mal de Panamá), ocasionado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*), es una enfermedad importante que afecta a los bananos en casi todos los países productores de banano del mundo. Esta enfermedad es recordada por su impacto en el mercado del banano en América Latina durante los años 50. Es una enfermedad del suelo y del cormo que mata las plantas afectadas. Puesto que el patógeno tiene la habilidad de sobrevivir en el suelo por muchos años, se disemina rápidamente mediante los cormos utilizados como material de siembra, los movimientos de suelo y agua y no existe un fungicida efectivo; por lo tanto, el entonces lucrativo comercio de exportación en América, basado en el Gros Michel, fue abandonado y reemplazado con la variedad Cavendish. Se sabe que la variedad Cavendish altamente resistente al patógeno que destruyó al Gros Michel es usada extensamente hoy en día como la variedad preferida de la industria bananera de exportación. Sin embargo, la incidencia de una forma altamente virulenta de *Foc* en Asia que puede atacar al Cavendish y a otros cultivares, es una amenaza para la industria bananera de la región basada en el Cavendish, así como para las otras regiones. Este patógeno, conocido como la raza Tropical 4 (RT4), ha ocasionado enormes daños a la industria bananera del Cavendish en Taiwán desde 1967, destruyendo plantaciones nuevas de bananos Cavendish en Indonesia y Malasia desde inicios de los años 90 y ocasionando epidemias en el Territorio del Norte de Australia entre 1997 y 1999. En el año 2003, se produjo una severa infección de *Foc* en las plantaciones de banano de Guangdon al sur de China, que es la principal provincia productora de banano, intensificando la amenaza de la RT4, particularmente en un país donde más del 90% del total de la producción de bananos se basa en el Cavendish. En el año 2005, algunas plantaciones de bananos Cavendish de altura en las Filipinas, fueron afectadas por el marchitamiento por *Fusarium*. Se confirmó que esta infección era la muy temida RT4. Esta última diseminación de la RT4 es muy relevante pues las Filipinas es el principal país exportador de banano en Asia y fue el segundo país exportador a nivel mundial.

En este estudio no se considerarán los muchos estudios sobre diversidad filogenética del *Foc*, sino que más bien se enfocará en las incidencias de epidemias en el campo y en la diseminación de la enfermedad en Asia, aún cuando sea para enfatizar las amenazas potenciales a los principales cultivares comerciales tanto en Asia como en América Latina. Para efectos de este documento, el término RT4 se utiliza para hacer referencia a los patógenos *Foc* que pertenecen a los llamados Grupos de Compatibilidad Vegetativa (GCV), entre los cuales está el 01213/1216, que es un grupo GCV asociado con las epidemias de marchitamiento por *Fusarium* en Cavendish ocurridas en Indonesia y Malasia.

**Taiwán.** La primera epidemia de *Foc* en Cavendish golpeó a Taiwán en el año 1967. La industria bananera de Taiwán está basada prácticamente en el Cavendish y fue originalmente el principal exportador de banano a Japón. En los años 60, Taiwán tenía cerca de 50,000 hectáreas de plantaciones de banano. El declive de la industria ocurrió en los años 70 debido a la competencia extranjera y a los altos costos de producción. Aunque Taiwán aún es un muy importante productor de Cavendish, el manejo del *Foc* ha incrementado significativamente los costos de producción y ha contribuido negativamente en la competitividad Taiwanesa dentro del mercado de exportación. Recientemente se reportó que en la actualidad solo hay cerca de 6,000

hectáreas de plantaciones de banano Cavendish, de las cuales 4,000 están seriamente infectadas de *Foc*. Aunque hay varios GCV en Taiwán, la identificación del GCV01213-01216 como el más virulento luego de las últimas epidemias, sugiere que la RT4 es de primordial importancia, pues casi todos los períodos de crecimiento en el sur de Taiwán presentan condiciones tropicales.

La supervivencia de la industria bananera de Taiwán depende del desarrollo y de la aplicación de enfoques nobles para manejar la enfermedad, que incluyan el uso de material de siembra libre de enfermedades, proveniente de cultivo de tejidos, cultivos anuales y selección y uso de variedades somaclonales resistentes. Aunque se ha obtenido algún éxito, el *Foc* continúa siendo una carga significativa a la producción de la agobiante industria bananera en Taiwán.

**Indonesia y Malasia.** A inicios de los años 90, compañías comerciales como Chiquita y Del Monte trataron de establecer plantaciones de Cavendish en Indonesia y Malasia, tomando ventaja de su suelo fértil, clima favorable y mano de obra rentable para abastecer los crecientes mercados del este de Asia y del Oriente Medio. Muchas de estas fincas fueron originalmente bosques. Solamente dos años después de su establecimiento, estas fincas fueron destruidas severamente por el *Foc*, identificado como la RT4.

En Indonesia, esta raza se dispersó de una isla a la otra mediante el movimiento de materiales de siembra infectados que llevaban los comerciantes y los productores migratorios. En la actualidad, la RT4 se encuentra en la islas de Sumatra, Java, Sulawesi, Halhamera, y recientemente hasta en la provincia de Papua (anteriormente Iriang Jaya), cerca de la frontera de Papua Nueva Guinea. En Malasia, basados en estudios antiguos, todavía está confinada a la Isla Peninsular. La RT4 sigue siendo una seria limitante de producción para los productores de Cavendish que abastecen el enorme mercado local de Indonesia y Malasia. Solamente en el distrito de Lampung, en la isla de Sumatra, el *Fusarium* ha representado para los pequeños productores cerca de 9–11 millones de US dólares en pérdidas por rendimiento entre el año 1993 y el 2002. Más aún, cerca de 5,000 hectáreas con plantaciones de Cavendish para la exportación fueron totalmente abandonadas. Sin embargo, recientemente alrededor de 800 hectáreas de Cavendish fueron replantadas para el mercado local usando los clones taiwaneses resistentes, GCTCV 119. Lo anterior es aceptable junto con la tasa de supervivencia de los cultivos anuales que supera el 90%, comparado con menos del 40% para la variedad tradicional de Cavendish. Sin embargo, el GCTCV 119 se cosecha un mes después y sus racimos son más pequeños. La posterior selección realizada por los productores ha mejorado esta variedad.

**Australia.** El marchitamiento por *Fusarium* del banano ha sido descrito en Australia desde 1874. Puesto que la industria bananera australiana está basada principalmente en el Cavendish, la raza que ataca esta variedad es obviamente de gran importancia. Se ha reportado que algunos GCVs (CGV 0120, 01291, 01211) Cavendish competentes infectaron al Cavendish ya desde 1993 en las plantaciones subtropicales de banano del sur de Queensland y del Nuevo Sur de Gales. Estos GCVs fueron clasificados como Raza 4, la cual se describe como menos virulenta comparada con la RT4, indicando que su infección está predispuesta por el incremento de las condiciones de estrés del ambiente. Las infecciones de *Foc* RT4 fueron detectadas desde 1977 hasta 1999 en tres sitios cerca de Darwin en el Territorio del Norte donde el Cavendish se cultiva bajo condiciones tropicales. Los estudios genéticos realizados por los australianos indicaron que la RT4 en Australia podría haber sido introducida desde países vecinos. La estricta implementación de políticas cuarentenarias nacionales ha impedido, hasta ahora, una mayor diseminación de esta raza a las principales plantaciones Cavendish en la región del norte de Queensland.



**China.** Durante la última década se ha observado una tremenda expansión de las plantaciones de Cavendish en la parte sur de China para satisfacer la creciente demanda de bananos, como resultado del rápido crecimiento económico del país. En la actualidad, China es el cuarto productor de banano del mundo con una superficie total de cerca de 285,000 hectáreas; más del 90% de esta extensión se cultiva con la variedad Cavendish. Aunque el marchitamiento por *Fusarium* se ha observado en Cavendish ya desde 1996 con incidencias aisladas y esporádicas en áreas productoras de banano del Distrito de Panyu, su impacto e importancia fueron reconocidos hasta inicios del año 2000. La infección siguió extendiéndose y la incidencia y los daños aumentando. Un análisis de GCV confirmó que esta infección es causada por la virulenta RT4. Para el año 2006, los estudios mostraron que la enfermedad se ha diseminado rápidamente y ha infectado más de 6700 ha. Esta raza también ha atacado seriamente las plantaciones de la popular variedad local ‘Fenjiao’ (ABB, Pisang Awak). De acuerdo con las investigaciones, la infestación del marchitamiento por *Fusarium* se concentra grandemente en el delta del río Perla en la provincia de Guangdong.

Se cree que la RT4 fue introducida de Taiwán como resultado del movimiento de materiales de siembra por productores y comerciantes. Posteriormente, ésta se diseminó por el río o por las aguas para irrigación (por ejemplo, en algunos lugares, tanto el agua de irrigación como de drenaje corren por las mismas zanjas), mediante herramientas agrícolas contaminadas, plantas enfermas o en las llantas de los vehículos utilizados para transportar el banano. Aún sin darse cuenta, los productores de banano transportan el patógeno *Foc* en las suelas de sus zapatos cuando caminan de zonas infectadas con marchitamiento por *Fusarium* a zonas limpias. La carencia de una estricta implementación de protocolos cuarentenarios puede haber dado como resultado la incursión y posterior diseminación de la RT4 en China. Hoy en día, la enfermedad se ha diseminado a otros distritos productores de banano del sur de China, incluyendo la provincia de la isla de Hainan. Hoy en día, las agencias de agricultura chinas están implementando medidas para prevenir una mayor diseminación de ésta enfermedad y desarrollar e implementar prácticas de manejo apropiado de la enfermedad en las áreas afectadas.

**Las Filipinas.** Este país ha disfrutado de liderazgo en Asia en cuanto a la producción de Cavendish para la exportación desde finales de los años 60. En efecto, en el año 2007, las Filipinas registró su volumen más alto de exportación, convirtiéndose en el segundo país exportador de banano. Aunque la infección por *Foc* en plantaciones con Cavendish en las Filipinas se reportó ya desde los años 70, los GCVs asociados con estas infecciones fueron los GVC 0122, 0123, y 0126 considerados no tan virulentos como los GCV01213-01216 encontrados en Indonesia y Malasia. Sin embargo, el año pasado se observó una severa incidencia en una finca de Cavendish en el área con la elevación más alta sembrada con “bananos dulces”. Recientemente se observaron nuevas incidencias de infecciones de *Foc* en algunas plantaciones tradicionales ubicadas en las tierras bajas. En cooperación con la Asociación de Exportadores y Productores de Banano de las Filipinas (AEPBF), con Bioversity International y con el Instituto de Biotecnología Agrícola y Forestal (IBAF) de la Universidad de Pretoria, Africa del Sur, se realizó una investigación y caracterización de las nuevas infecciones en Cavendish. Los resultados indicaron que los GCV01213-01216 causaron algunas de las nuevas infecciones. Estos descubrimientos pueden tener una mayor importancia considerando que las Filipinas es el principal exportador de la fruta Cavendish en Asia. Las compañías bananeras en colaboración con el gobierno y con Bioversity International están invirtiendo ahora esfuerzos significativos para tratar de impedir una mayor diseminación y fortalecimiento de estas nuevas incidencias de

*Foc*. Es interesante indicar que la diseminación ha sido contenida hasta la fecha y está limitada a las áreas donde hace dos años se observaron las infecciones.

**Amenaza a otros países asiáticos.** La evidente expansión geográfica de la RT4 y el grave efecto perjudicial potencial, plantean una amenaza para la industria bananera de otros países, incluyendo América Latina, el principal continente exportador de Cavendish. A la fecha, no existen informes sobre la incidencia de la RT4 en otros importantes países productores de banano incluyendo India que es el país productor de banano más grande del mundo. Es posible que en la actualidad esta enfermedad no esté presente en estos países o que no haya sido identificada porque recientemente no se ha realizado ninguna investigación y caracterización sistemática de la misma. Se cree que la RT4 puede ser endémica en Indonesia, Malasia y posiblemente en las Filipinas. Sin embargo, su reciente presencia en el sur de China puede ser un caso de introducción. Se cree que la RT4 en el Territorio del Norte de Australia fue una introducción. Aunque la Raza 4 Tropical no ha sido reportada aún en Papua Nueva Guinea (PNG), los GCV01213-01216 ya han sido reportados en la vecina Papua (antes Iriang Jaya, provincia de Indonesia). El movimiento de la Raza 4 Tropical puede tomar la misma ruta que la Raza 1, y plantear ciertamente, una seria amenaza para los pequeños productores de PNG. Los cultivares autóctonos cultivados por los agricultores de subsistencia de PNG son susceptibles a la enfermedad, por lo que su diseminación representa una amenaza para la seguridad alimentaria y para la biodiversidad del banano única de este país. Una amenaza similar se plantea a otros países asiáticos.

**Esfuerzos actuales para mitigar una mayor diseminación y daño de la RT4 en Asia.** Preocupada por una mayor diseminación de la RT4 en Asia, la Red de Banano INIBAP para Asia y el Pacífico (BAPNET) ha iniciado una colaboración regional de investigación y mapeo de la distribución de los diferentes GVCs en Asia y el Pacífico. Esperamos desarrollar un mapa de distribución de las diferentes formas de *Foc*, con detalles de las variedades a las que afecta en cada país. El resultado de esta actividad suministrará una base racional para desarrollar e implementar políticas cuarentenarias dentro y entre los países. De manera concurrente, también estamos desarrollando/validando tácticas de control, que incluyen sistemas mejorados de producción, mediante la adaptación de las experiencias de Taiwán, particularmente el uso exitoso del cultivo de tejidos y de la selección y uso de variantes somaclonales resistentes. Algunas de las variedades incluidas en el Programa Internacional de Validación de Musa (IMTP) de INIBAP, están siendo evaluadas en toda la región mediante los Centros Repositorios Nacionales en cada país miembro de BAPNET. Algunas de las variedades FHIA y de las variantes somaclonales de Cavendish suministradas por el Instituto de Investigación del Banano de Taiwán mostraron alguna resistencia a la RT4. Vamos a implementar un enfoque holístico de manejo de la enfermedad que incluya prevención, exclusión, manejo cultural y uso apropiado de la resistencia y diversidad del cultivar.

**La perspectiva de la industria banano a la luz de la RT4.** La desaparición del Gros Michel en Centro América debido al mal de Panamá, nos advierte sobre la amenaza potencial de la RT4. Aunque reconocemos que el *Foc*, particularmente la RT4 es una amenaza real y significativa para la industria bananera, particularmente para el sistema de monocultivo de la industria comercial Cavendish, la situación es ahora muy diferente comparada con la era del mal de Panamá. Un punto principal de preocupación es la habilidad del patógeno *Foc* para sobrevivir en el suelo por un largo período de tiempo y la ausencia de un tratamiento efectivo para destruir el patógeno en el suelo. Hoy en día, contrario a la era de Gros Michel, no contamos con suficientes áreas nuevas para establecer nuevas plantaciones.

Sin embargo, las nuevas tecnologías como el uso de materiales de siembra *in vitro* limpios, suministran oportunidades para manejar esta enfermedad. Hoy en día los movimientos y el intercambio de germoplasma son más seguros con la tecnología de cultivo de tejidos y las herramientas de diagnóstico. Con el conocimiento y la tecnología disponibles, hoy es más fácil y efectivo implementar políticas cuarentenarias e impedir así la diseminación de patógenos. La prevención exitosa del *Foc* RT4 diseminado en Australia fue efectiva debido a su fuerte voluntad política para implementar políticas cuarentenarias y a la disponibilidad de tecnologías de diagnóstico y cultivo de tejidos. En Taiwán, el cultivo anual del banano fue posible al usar plantas de cultivo de tejidos y ha probado ser efectiva para reducir el potencial de la enfermedad. Aunque se espera un incremento en los costos de producción como resultado de las estrategias adicionales de manejo, es probable que la industria bananera de Cavendish sobreviva. De ser posible, una compañía multinacional se moverá de un país a otro donde la enfermedad no se encuentre presente aún, considerando de igual manera los otros factores comerciales. La pérdida de un país es ganancia para otro. La gente que sufrirá más será la que depende del cultivo en términos de ingreso por trabajo y por divisas. Los pequeños productores que producen para el mercado local serán más fuertes pues su sistema de cultivo se caracteriza por la diversidad en especies y cultivares, especialmente en Asia donde el uso diverso y el consumo de bananos son comunes. En efecto, el manejo del *Foc* continuará siendo un importante reto. Para otros países como los de América Latina, la máxima “una onza de prevención es mejor que una libra de curación” es una frase a seguir.

#### Referencias:

- Chen, H.B., C.X. Xu, Q.R. Feng, G.B. Hu, J.G. Li, Z.H. Wang and A.B. Molina, Jr. 2005. Screening of banana clones for resistance to fusarium wilt in China. Pp. 165-174 *in* Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific - Vol. 13 (Molina, A.B., V.N. Roa, I. Van den Bergh and K.H. Borromeo, eds). Proceedings of the 3<sup>rd</sup> BAPNET Steering Committee meeting held in Guangzhou, China, November 2004. INIBAP – Asia-Pacific, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Huang, B.Z., L.B. Xu and A.B. Molina, Jr. 2005. Preliminary evaluation of IMTP-III varieties and local cultivars against fusarium wilt disease in South China. Pp. 187-191 *in* Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific, Vol. 13 (Molina, A.B., V.N. Roa, I. Van den Bergh and K.H. Borromeo, eds). Proceedings of the 3<sup>rd</sup> BAPNET Steering Committee meeting held in Guangzhou, China, November 2004. INIBAP – Asia-Pacific, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Hwang, S.C. and W. Ko. 2004. Cavendish banana cultivars resistant to Fusarium wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Dis.* 88:580-588.
- Metcalf, Jenni. 2007. Stopping the Wilt. in PARTNERS: research for development. ACIAR. July-October, 2007 Pp 22-25.
- Molina, A.B., E. Fabregar, V.O. Sinohin, Y. Ganjun, G. Fourie and A. Viljoen. 2007. Recent occurrence of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* Tropical Race 4 in Asia. Proceedings of papers presented at the ISHS-ProMusa Symposium, South Africa, September 2007. ACTA Horticulturae Journal, International Society for Horticultural Science (In Press).

Molina, A.B. 2006. Transcontinental diseases that are potential threat to the banana industry in Latin America. Pp. 24-31 in *Banana: A sustainable business* (Soprano, E., F.A. Tcacenco, L.A. Lichtemberg and M.C. Silva, eds). Proceedings of the 17<sup>th</sup> ACORBAT International Meeting held in Joinville, SC, Brazil, October 2006.

Nurhadi, M. Rais and Harlion. 1994. The disease incidence of bacterial and Fusarium wilt disease in Lampung province. *Indonesian Info. Hort.* 2(1):35-37.

Ploetz, R. C. 2005. Panama Disease: An Old Nemesis Rears its Ugly Head (Part 1: The Beginnings of the Banana Export Trades), APSnet Feature Story, August 2005.

Shivas, R. and E. Philemon. 1996. First record of *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* on banana in PNG, Australasian Plant Pathology 25:260.

## STATUS OF THE OCURENCE OF BANANA FUSARIUM WILT TROPICAL RACE 4 IN ASIA

**Dr. Agustin B. Molina, Jr.** Bioversity International, Regional Coordinator, Cfl Asia Pacific

Fusarium wilt (Panama disease), caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*), is an important disease of bananas in almost all banana-producing countries of the world. This disease is better remembered on its impact on banana trade in Latin America during the 50's. It is a soil-borne, corm-borne disease that kills affected plant. Because the pathogen has the ability to survive in the soil for many years, easily spreads through corm planting materials, soil and water movements, and no effective fungicide is available, the then lucrative Gros Michel-based export trade in America was abandoned and replaced by Cavendish variety. The Cavendish varieties known to be highly resistant to the pathogen that destroyed Gros Michel is now widely used as the variety of choice of the export banana industry. However, the occurrence of a highly virulent form of *Foc* in Asia that can attack Cavendish and other cultivars, presents a real threat to the region's Cavendish-based banana industry, and to the other regions as well. Known as Tropical race 4 (TR4), this pathogen has caused tremendous damage to the Cavendish banana industry of Taiwan since 1967, destroyed new plantations of Cavendish bananas in Indonesia and Malaysia since the early 1990s, and caused field epidemics in the Northern Territory of Australia between 1997 and 1999. In 2003, severe *Foc* infection in banana plantations in the major banana growing province of Guangdong, South China, heightened the TR4 threat, particularly in a country where more than 90% of the total banana production is Cavendish-based. In 2005, some highland-banana Cavendish plantations in the Philippines were affected by Fusarium wilt. This infection was confirmed to be the dreaded TR4. This latest spread of TR4 is highly relevant since the Philippines is the major banana exporting country in Asia, and was the second banana exporter worldwide.

This paper will not review the many phylogenetic diversity studies on *Foc*, but will rather highlight the field epidemic occurrences and disease spread in Asia if only to underscore the potential threats to the major cultivars of trade in Asia and Latin America as well. For the purpose of this paper, TR4 refers to the *Foc* pathogens characterized to belong to the so-called Vegetatively Compatible Group (VCG) 01213/1216, a VCG group associated with the Fusarium wilt epidemics on Cavendish in Indonesia and Malaysia.

**Taiwan.** The first epidemic of *Foc* in Cavendish hit Taiwan in 1967. The Taiwan banana industry is practically Cavendish-base and it was the original major banana exporter to Japan. In the 1960s, Taiwan used to have about 50,000 hectare of banana plantations. The decline of the industry shifted in the 70s because of foreign competition and high production cost. While Taiwan is still a major producer of Cavendish, the management of *Foc* had increased the production costs significantly and negatively contributed to Taiwan's competitiveness in the export business. It was reported recently that only about 6,000 hectares are currently planted to Cavendish banana plantations, 4,000 hectares of which are heavily infested by *Foc*. While there are several VCGs found in Taiwan, the identification of the more virulent VCG01213-01216 in later epidemics suggest that TR4 is of paramount importance as most of the growing periods in Southern Taiwan is of tropical conditions.

The survival of the Taiwan banana industry depended on the development and application of noble disease management approaches that included use of disease-free tissue culture planting

materials, annual cropping, and selection and use of somaclonal resistant varieties . While some successes have been realized, *Foc* is a continuing significant production burden for the struggling Taiwan banana industry.

**Indonesia and Malaysia.** In the early 90s, commercial companies like Chiquita and Del Monte tried to establish Cavendish plantations in Indonesia and Malaysia to take advantage of the rich soil, favorable climate and cost-effective manpower to supply the expanding markets in East Asia and Middle East. Many of these farms were previously forested areas. In just two years after establishment, these farms were severely destroyed by *Foc*, which was identified to be of TR4.

In Indonesia, this race spread from one island to the other through movements of infected planting materials by traders, and migrating growers. TR4 is now found in the islands of Sumatra, Java, Sulawesi, Halhamera, and recently even in the province of Papua (formerly Iriang Jaya), near the borders of Papua New Guinea. In Malaysia based on old surveys, it is still confined in the Peninsular Island. TR4 continues to be a serious production constraint for Cavendish growers supplying the huge local market of Indonesia and Malaysia. In Lampung District alone in the island of Sumatra, Fusarium had cost small scale farmers about US \$9–11 million in yield losses between 1993 and 2002 . Moreover, about 5,000 hectares of Cavendish plantations developed for export were totally abandoned. Recently however, about 800 hectares of Cavendish were replanted for the local market using Taiwanese resistant clones, GCTCV 119. Coupled with annual cropping survival rate of above 90% is acceptable compared to less than 40% for the traditional Cavendish variety. GCTCV 119 however is harvested a month longer and have smaller bunches. Subsequent selection by growers has improved this variety.

**Australia.** Fusarium wilt of banana has been described in Australia since 1874 . Since the Australian banana industry is mainly a Cavendish-base industry, the race that attacks this variety is obviously of great importance. Some Cavendish-competent VCGs (VCG 0120, 01291, 01211) have been reported infecting Cavendish as early as 1993 in the subtropical banana growing areas of South Queensland and New South Wales . These VCGs were classified as Race 4 although this is described as less virulent compared to the TR4 and infection was described as predisposed by environmental stressed condition enhanced . *Foc* TR4 infections were detected in 1977 through 1999 at three sites near Darwin in the Northern Territory where Cavendish are grown in tropical conditions. Genetic studies by the Australians pointed that the TR4 in Australia could have been Introduced from neighboring countries. The strict implementation of national quarantine policies has prevented thus far the further spread of this race to the major Cavendish plantations in the North Queensland region.

**China.** The last decade has seen tremendous expansion of Cavendish plantations in Southern China to meet the increasing demand for local banana as a result of the country's rapid economic growth. At present, China is the world's fourth banana producer with a total heatreage of about 285,000 hecatres, more than 90% are grown with the Cavendish variety. Although Fusarium wilt has been observed on Cavendish as early as 1996 in isolated and sporadic occurrences in banana growing areas in the Panyu District, its impact and significance was only recognized in early 2000. Infection continued to spread and incidence and damage increasing. VCG analysis confirmed that this infection is caused by the virulent TR4. By 2006, surveys show that the disease has rapidly spread and has infected more than 6700 ha. This race has also been seriously attacking plantations of the popular local variety 'Fenjiao' (ABB, Pisang Awak). According to

the surveys, the *Fusarium* wilt infestation is largely concentrated in the Pearl River Delta of Guangdong Province.

It is believed that TR4 has been introduced from Taiwan as a result of movements of planting materials by growers and traders. It subsequently spread via river or irrigation water (i.e., in some places, both irrigation and drainage water run in the same ditches), contaminated farming tools, diseased seedlings or on the wheels of vehicles used to transport bananas. Some banana farmers also unknowingly carry the *Foc* pathogen at the soles of their footwear as they move from *Fusarium* wilt-infected farms to clean areas. The lack of strict implementation of quarantine protocols may have resulted to the incursion and subsequent spread of TR4 in China. The disease is now observed spreading to other banana growing districts of Southern China including the island province of Hainan. The Chinese agricultural agencies are now putting up measures to prevent further spread of this disease and develop and implement appropriate disease management practices in affected areas.

**The Philippines.** The country has enjoyed leadership in Asia on Cavendish production for export since the late 60s. Indeed in 2007 it has registered its highest export volume, becoming the world's second leading banana exporter. While *Foc* infection on Cavendish plantations in the Philippines has been reported as early as the 70s, the VCGs that were associated with these infections were those of VCG 0122, 0123, and 0126 believed to be not as virulent as the VCG01213-01216 found in Indonesia and Malaysia. However, last year severe incidence were observed on a Cavendish farm in the higher elevation area planted for "sweet bananas". Recently, new incidences of *Foc* infection were observed in some farms of the traditional lowland plantations. In cooperation with the Philippine Banana Growers' and Exporters Association (PBGEA), Bioversity International and the Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI) University of Pretoria, South Africa, a survey and characterization of the new infections on Cavendish were done. Results indicate that VCG01213-01216 seemed to have caused some of the new infections. This finding may have far reaching significance considering that the Philippines is the major exporter of Cavendish fruit in Asia. Banana companies in collaboration with the government and Bioversity International are now investing serious efforts in trying to prevent further spread and build up of this new *Foc* disease occurrences. It is interesting to note that the spread has been contained so far and are limited to the areas where infections were observed two years ago.

**Threat to other Asian countries.** The obvious geographic expansion of TR4 and its potential serious damage effect pose a threat to the banana industry of other countries, including Latin America the major Cavendish exporting continent. There are no reports as yet to the occurrence of TR4 in other major banana growing countries including India, the world's largest banana producing country. It may actually not be present in these countries or may not have been identified because no systematic survey and characterization have been done recently. It is believed that TR4 maybe endemic in Indonesia, Malaysia and possibly the Philippines. However, its recent appearance in Southern China maybe a case of introduction. The TR4 in the Northern Territory of Australia was believed to be an introduction. Although Tropical Race 4 has not yet been reported in PNG, VCG01213-01216 has already been reported in nearby Papua (formerly Iriang Jaya, province of Indonesia). The movement of Tropical Race 4 may take the same route as Race 1, and certainly poses a serious threat to small scale growers in PNG. The indigenous cultivars grown by subsistence farmers in PNG have tested susceptible to the disease,

so its spread represents both a threat to food security and to the country's unique banana biodiversity. Similar threat is posed to other Asian countries.

**Present effort to mitigate further spread and damage of TR4 in Asia.** Concerned about the further spread of TR4 in Asia, the INIBAP Banana Asia Pacific Network (BAPNET) initiates a regional collaboration of survey and mapping out the distribution of the various VCGs in Asia and the Pacific. We hope to develop a distribution map of the various forms of *Foc*, detailing the varieties they affect in each country. The output of this activity will provide a rational basis for developing and implementing quarantine policies within as well as among countries. Concurrently, we are also developing/validating control tactics including improved production systems by adapting the experiences of Taiwan particularly in the successful use of tissue culture, and selection and use of resistant somaclonal variants. Some of the varieties included in the INIBAP International Musa Testing Program (IMTP) are being evaluated throughout the region through the National Repository Centers in each BAPNET country. Some of the FHIA varieties and somaclonal variants of Cavendish provided by the Taiwan Banana Research Institute showed some resistance to TR4. We are going to put up a holistic approach of managing the disease that includes prevention, exclusion, cultural management and appropriate use of cultivar resistance and diversity.

**The prospect of the banana industry in the light of TR4.** The demise of Gros Michel in Central America due to Panama wilt warns us of the potential threat of TR4. Although we recognize that *Foc*, particularly the TR4 is a real and significant threat to the banana industry, particularly for the monoculture system of commercial Cavendish industry, the situation now is quite different compared to the Panama wilt era. A major source of concern is the ability of the *Foc* pathogen to survive in the soil for a long period of time and the absence of an effective treatment to destroy the pathogen in the soil. Today unlike the Gros Michel era, we do not have enough new areas to open up new plantations.

However, new technologies such as the use of clean in-vitro planting materials provide opportunities to manage this disease. Movements and exchange of germplasm are now safer with the tissue culture technology and diagnostic tools. With the available knowledge and technology, it is now easier and more effective to implement quarantine policies thus preventing the spread of pathogens. The successful prevention of *Foc* TR4 spread in Australia was effective because of their strong political will to implement quarantine policies and the availability of diagnostic and tissue culture technology. In Taiwan, annual cropping of banana was made possible with the use of tissue culture seedlings and had proved effective in reducing disease potential. While production cost is expected to increase as a result of additional management strategies, it is likely that the Cavendish banana industry will survive. If ever, a multinational company will just move from one country to the other where the disease is not yet found, considering all other business factors equal. The loss of one country is a gain of the other. The people who will suffer most are those who depend on the crop in terms of income from labor and foreign exchange. For small scale farmers producing for the local market, they will be more resilient since their cropping system is characterized by species and cultivar diversity, especially in Asia where diverse use and consumption of bananas are common. Managing *Foc* indeed will remain a great and interesting challenge. For other countries like Latin America, the dictum “an ounce of prevention is better than a pound of cure”, is a phrase to follow.



## References:

- Chen, H.B., C.X. Xu, Q.R. Feng, G.B. Hu, J.G. Li, Z.H. Wang and A.B. Molina, Jr. 2005. Screening of banana clones for resistance to fusarium wilt in China. Pp. 165-174 *in* Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific - Vol. 13 (Molina, A.B., V.N. Roa, I. Van den Bergh and K.H. Borromeo, eds). Proceedings of the 3<sup>rd</sup> BAPNET Steering Committee meeting held in Guangzhou, China, November 2004. INIBAP – Asia-Pacific, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Huang, B.Z., L.B. Xu and A.B. Molina, Jr. 2005. Preliminary evaluation of IMTP-III varieties and local cultivars against fusarium wilt disease in South China. Pp. 187-191 *in* Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific, Vol. 13 (Molina, A.B., V.N. Roa, I. Van den Bergh and K.H. Borromeo, eds). Proceedings of the 3<sup>rd</sup> BAPNET Steering Committee meeting held in Guangzhou, China, November 2004. INIBAP – Asia-Pacific, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Hwang, S.C. and W. Ko. 2004. Cavendish banana cultivars resistant to Fusarium wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Dis.* 88:580-588.
- Metcalf, Jenni. 2007. Stopping the Wilt. *in* PARTNERS: research for development. ACIAR. July-October, 2007 Pp 22-25.
- Molina, A.B., E. Fabregar, V.O. Sinohin, Y. Ganjun, G. Fourie and A. Viljoen. 2007. Recent occurrence of *Fusarium oxysporum* f.sp.  *cubense* Tropical Race 4 in Asia. Proceedings of papers presented at the ISHS-ProMusa Symposium, South Africa, September 2007. *ACTA Horticulturae Journal*, International Society for Horticultural Science (In Press).
- Molina, A.B. 2006. Transcontinental diseases that are potential threat to the banana industry in Latin America. Pp. 24-31 *in* Banana: A sustainable business (Soprano, E., F.A. Tcacenco, L.A. Lichtenberg and M.C. Silva, eds). Proceedings of the 17<sup>th</sup> ACORBAT International Meeting held in Joinville, SC, Brazil, October 2006.
- Nurhadi, M. Rais and Harlion. 1994. The disease incidence of bacterial and Fusarium wilt disease in Lampung province. *Indonesian Info. Hort.* 2(1):35-37.
- Ploetz, R. C. 2005. Panama Disease: An Old Nemesis Rears its Ugly Head (Part 1: The Beginnings of the Banana Export Trades), APSnet Feature Story, August 2005.
- Shivas, R. and E. Philemon. 1996. First record of *Fusarium oxysporum* f.sp.  *cubense* on banana in PNG, *Australasian Plant Pathology* 25:260.

# EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS QUE REPRESENTAN LOS PATÓGENOS DESTRUCTIVOS DEL BANANO

Randy C. Ploetz. University of Florida, Tropical Research & Education Center, 18905 SW 280th Street, Homestead, FL 33031-3314 USA

## RESUMEN

La producción significativa de muchos cultivos tropicales ocurre en áreas donde sus más perjudiciales enfermedades no se encuentran. La producción continua de estos cultivos depende de la exclusión constante de los agentes causales de enfermedades. La extensa diseminación de patógenos de plantas puede ser el resultado de fenómenos naturales (por ejemplo: los vientos alisios) o de la actividad humana. La diseminación asistida por el hombre usualmente no es intencional, aunque también se producen movimientos intencionales. Estos últimos, son mayormente planeados y mantenidos en secreto por agencias gubernamentales (por ejemplo: el programa anti cultivos del ejército de Estados Unidos y la KGB de la antigua Unión Soviética), pero también se producen actos de bioterrorismo perpetrados por individuos. A raíz de los ataques del 9-11, se ha incrementado el interés por entender y prevenir la amenaza terrorista a la agricultura mundial. Evidentemente, la elaboración de instrumentos para la intervención y planes de acción para las miles de enfermedades que amenazan a los principales cultivos no son factibles. Aun cuando estas enfermedades afectan a uno de los principales cultivos como el plátano, la escasez de recursos hace que sea imposible interceptar a todos los agentes patógenos. Existe entonces la necesidad de criterios con los cuales pudieran identificarse y clasificarse los patógenos más serios. En mi presentación discutiré un modelo recientemente publicado para la evaluación de la amenaza de patógenos. Dicho modelo fue desarrollado para evaluar la amenaza de introducción deliberada de patógenos a los Estados Unidos, pero puede utilizarse también para evaluar el movimiento no intencional de agentes patógenos.

Cómo pudiera ser empleado este modelo y sus criterios asociados por parte de los especialistas en banana, se demuestra con amenazas representativas de la mayoría de los grupos de patógenos: *Ralstonia solanacearum* filotipo IV (blood disease), *Xanthomonas vasicola* pv. *musacearum* (syn.: *X. campestris* pv. *musacearum*, *xanthomonas* wilt), raza tropical 4 de *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (panama disease), *Mycosphaerella eumusae* (eumusae leafspot), *Guignardia musae* (freckle), and Banana bunchy top virus (bunchy top).

# ESTADO ACTUAL Y MANEJO DEL MAL DE PANAMÁ EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Luis E. Pocasangre, Científico de Bioversity International y Profesor Investigador del CATIE.  
Email: [l.pocasangre@cgiar.org](mailto:l.pocasangre@cgiar.org)

## RESUMEN

El Mal de Panamá causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) ha sido la enfermedad más destructiva de las musáceas. La destrucción del cultivar Gros Michel (AAA) se debió a este hongo del suelo y el problema se solucionó parcialmente con el reemplazo de Gros Michel por cultivares del subgrupo Cavendish. Sin embargo, el problema de *Fusarium* persiste en sistemas de producción donde siguen cultivando las variedades susceptibles, que son el Gros Michel (AAA), El Manzano (AAB), el Prata (AAB) y los bananos de cocción tipo Bluggoe (ABB). Es importante destacar que muchos pequeños productores en Latinoamérica cultivan estas variedades en asocio con café y cacao y en muchos casos el banano representa el mayor ingreso económico de las familias rurales. Estudios realizados en Costa Rica en la región de Turrialba demuestran que el 90 por ciento de las fincas que cultivan Gros Michel en asocio con café están afectadas por *Fusarium*. De igual forma, estudios realizados en el sistema de producción de cacao en asocio con banano en la zona de Talamanca se registró que el 40% de las fincas presentaban problemas de *Fusarium*. También existen muchos casos donde los productores cultivan las variedades susceptibles en patios de casas o huertas familiares, donde con mucha frecuencia es posible encontrar problemas de Mal de Panamá. Este tipo de cultivo en patios ha permitido mantener focos de inóculo del patógeno casi permanentes en la mayoría de los países del continente. Desafortunadamente existen pocos estudios sobre la incidencia de Mal de Panamá en la mayoría de los países latinoamericanos. Debido a que no existe control químico para esta enfermedad, los productores han tenido que adoptar medidas de manejo que les permita cultivar estas variedades susceptibles. Entre los métodos más usados, se encuentra, la agricultura migratoria, las siembras anuales escalonadas, la búsqueda de tierras vírgenes libre del patógeno. Sin embargo estas prácticas permiten solamente cultivar las variedades por periodos cortos ya que el hongo vuelve a devastar las plantaciones. Resultados promisorios se han obtenido con el control biológico del Mal de Panamá, mediante el uso de cepas no patogénicas de *Fusarium oxysporum* y de *Trichoderma* spp. Asimismo recientes trabajos realizados con bacterias endofíticas de los géneros *Pseudomonas* spp. y *Bacillus* spp. provenientes de la rizosfera del banano, también han presentado actividad de biocontrol sobre el patógeno en condiciones controladas. Adicionalmente, se ha documentado que el uso de materia orgánica puede estimular e incrementar las poblaciones de microorganismos benéficos que puedan competir con el patógeno y lograr un grado de supresión de la enfermedad. Consecuentemente es importante integrar todas estas medidas de manejo de la enfermedad para tener sistemas de producción más sostenibles. Evidentemente, es necesario, realizar más investigaciones tendientes a buscar alternativas de manejo del Mal de Panamá que les permita a los productores de musáceas mantener sus sistemas de producción por periodos más prolongados y con menor incidencia y severidad de la enfermedad.

# LA VARIABILIDAD DE LAS POBLACIONES DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*: ESTADO ACTUAL DEL MAL DE PANAMÁ EN CUBA

L. Pérez -Vicente. Investigador Titular INISAV Cuba. Investigador Honorario de Bioversity International.  
Email: [lperezvicente@live.com](mailto:lperezvicente@live.com)

## RESUMEN

La variabilidad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) se ha determinado en función de la morfología de los cultivos, producción de volátiles, patogénesis, la compatibilidad vegetativa (VCGs) y marcadores moleculares (RFLP, AFLP, etc.). Se han identificado mundialmente tres razas en *Musa* spp. y 21 VCGs agrupados por RFLP en 9 linajes. La raza 1 ataca a Gros Michel y Manzano, la 2 al Bluggoe y la 4 a muchos de los clones resistentes a la raza 1 y 2 que representan el 80% de la superficie cultivada en América. La mayor diversidad genética existe en Asia-Pacífico, desde donde *Foc* se diseminó al resto del mundo, aunque hay evidencias de un origen polifilético de las poblaciones. En América, la composición de las poblaciones ha sido estudiada limitadamente. Las poblaciones de Cuba pertenecen a los VCGs 01210 (mayormente raza 1), 0124, 0124/0125 y 0128 (mayormente raza 2); los aislamientos no producen lacinias en medio K2 y la producción de volátiles fue independiente de la raza. Un estudio mediante AFLP y análisis de agrupamiento, agrupó el VCG 01210 en un subgrupo y evidenció la presencia de alelos comunes con el VCG 0124. Los estudios de patogenicidad con aislamientos representativos de cada GCV de Cuba, evidenciaron una agresividad diferenciada en diferentes clones entre los VCGs 0124 y 0128 pertenecientes a la raza 2, lo que indica falta de sentido genético en la clasificación racial. Se requiere determinar en América los VCGs presentes en los diferentes países y las relaciones de patogenicidad entre estos.

# ESTUDIOS DE PATOGENICIDAD DE AISLAMIENTOS DE RAZA 1 DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* EN COSTA RICA

D. F. Lara, L. E. Pocasangre, F. Casanoves, M. A. Aguilar, J. Avelino, F. Elango

## RESUMEN

El Mal de Panamá sigue siendo la principal enfermedad del cultivar Gros Michel en sistemas de producción asociados al cultivo del banano en Costa Rica. En sectores ubicados alrededor de la finca comercial del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) se recolectaron muestras de plantas enfermas del cultivar susceptible 'Gros Michel' (AAA) y se realizaron aislamientos de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*). Se obtuvieron seis aislamientos de *Foc*, los cuales se sumaron a tres aislamientos presentes en la colección de *Foc* del Laboratorio de Fitopatología del CATIE. El efecto de estos nueve aislamientos de *Foc* fue evaluado a través de una prueba de patogenicidad en condiciones de invernadero. Plantas de banano del cultivar 'Gros Michel' de ocho semanas de edad, provenientes de cultivo de tejidos fueron inoculadas con una suspensión de  $1 \times 10^6$  ufc/ml de *Foc*. La inoculación se realizó sumergiendo el sistema radical de las vitroplantas en la suspensión de *Foc* durante 15 minutos y posteriormente se cultivaron en contenedores plásticos de 250 ml que contenían una mezcla esterilizada de tierra y arena en una proporción de 1:1. Dos semanas después de la primera inoculación se realizó una re inoculación que consistió en colocar 5 ml de las suspensiones de *Foc* con una concentración de  $1 \times 10^6$  ufc/ml en tres orificios realizados en el sustrato alrededor del área radical y cercana a la base del rizoma. Se estableció un testigo absoluto que consistió en plantas sin inoculación de *Foc*. Las variables evaluadas fueron incidencia de la enfermedad, expresada en porcentaje de plantas enfermas; severidad de la enfermedad, expresada tanto en síntomas externos como internos; así como variables de crecimiento como peso foliar; peso radical y peso total de la planta. Los primeros síntomas de la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium* se observaron cuatro semanas después de la primera inoculación incrementándose en la quinta y sexta semana. Ocho aislamientos en estudio resultaron patogénicos y causaron la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium* en las plantas inoculadas. *Foc*4, *Foc* 8 y *Foc* 2 fueron los aislamientos más patogénicos registrando incidencia de 100% de la enfermedad. El patógeno fue reaislado nuevamente de los tejidos del seudotallo y corno de plantas enfermas, lo cual confirmó la presencia de los diferentes aislamientos de *Foc*. Plantas inoculadas con el aislamiento *Foc* 9 así como plantas testigo permanecieron sanas y libres de síntomas externos e internos de la enfermedad. Posiblemente el aislamiento 9 de *Foc* que no fue patogénico sea una cepa no patogénica de *Fusarium* que podría tener un potencial antagonista sobre la enfermedad. Estudios de biocontrol para comprobar esta hipótesis están siendo iniciados en el laboratorio del CATIE.

# GENERANDO CONOCIMIENTOS Y HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE LA RAZA 4 TROPICAL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *Cubense*

Dita<sup>1,2</sup> MA; Waalwijk<sup>2</sup> C; Souza<sup>2,3</sup> Jr M.T; Kema G.H.J<sup>2</sup>; <sup>1</sup>Embrapa Mandioca & Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, 44380-000, Bahia, Brasil; <sup>2</sup>Plant Research International, PO box 16, 6700 AA Wageningen, Holanda; <sup>3</sup>Embrapa LABEX Europe, PO box 16, 6700 AA Wageningen, Holanda  
*e-mail:* [gert.kema@wur.nl](mailto:gert.kema@wur.nl)

## RESUMEN

La raza 4 tropical (RT4) de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) es actualmente una de las mayores preocupaciones del cultivo de plátanos y bananos en el mundo. Tal preocupación viene dada porque la mayor parte de las variedades, incluyendo las del grupo Cavendish, son susceptibles. Esta raza ha provocado pérdidas considerables en Taiwán, Indonesia, Malasia y el norte de Australia. Severas epidemias han sido también relatadas in Guangdong, la mayor región productora de bananos de China y Filipinas. Hasta el momento RT4 no ha sido relatada en América, pero se especula que su llegada tendría un impacto comparable a los causados por la raza 1 en la primera mitad del siglo pasado. Considerando que hasta el momento no existe una variedad resistente y con características comerciales adecuadas para sustituir las variedades del grupo Cavendish, las opciones para el control de RT4 están principalmente centradas en los principios de exclusión (evitar su entrada) y erradicación (eliminar focos de infección para evitar su diseminación). Sin embargo, la efectividad de estas medidas depende de un sistema de diagnóstico confiable y altamente específico, pues falsos positivos podrían tener consecuencias dramáticas para los productores. Métodos moleculares de diagnóstico por PCR han probado ser eficientes, específicos y con niveles de confiabilidad suficiente para que sean utilizados con fines de cuarentena. Estos métodos permiten identificar en corto período de tiempo aislados de *Foc* RT4, bien como identificar muestras infectadas aún en los estadios asintomáticos. Sin embargo, la eficiencia de los mismos depende de la identificación de regiones del genoma que permitan el diseño de *primers* específicos. Desafortunadamente, pocas informaciones sobre el genoma de *Foc* han sido generadas hasta el momento. Otro aspecto que requiere más estudios es el desarrollo y estandarización de un bioensayo que permita la identificación temprana de genotipos resistentes y auxilie estudios más detallados de la interacción planta-patógeno. Estos estudios serian además facilitados con el uso transformantes de *Foc* expresando proteínas fluorescentes. Considerando lo anteriormente expuesto, dentro del programa ‘*Musaforever*’ coordinado por Embrapa y la Universidad de Wageningen se decidió centrar esfuerzos en líneas como: a) generar datos moleculares de aislados de *Foc* con el objetivo de desarrollar un método de diagnóstico molecular específico para *Foc* RT4, b) establecer un bioensayo de la interacción Cavendish-RT4 en condiciones de invernadero, c) generar transformantes de *Foc* representativos de las razas 1, 2, 4 subtropical (SR4) y RT4 que expresen proteínas fluorescentes y d) realizar estudios comparativos de las razas 1, 2, SR4 y RT4 utilizando EST (*Expressed Sequence Tag*) obtenidos mediante secuenciación-454. En este trabajo se relata el desarrollo un método basado en PCR que detecta específicamente aislados de RT4, el cual se ha mostrado eficiente no solo utilizando ADN de de cultivos puros del patógeno, sino también de tejidos de plantas infectados. Detalles sobre la sensibilidad, robustez y potenciales aplicaciones de este método serán discutidos. Adicionalmente, resultados sobre el desarrollo de un bioensayo que permite reproducir los síntomas causados por RT4 en invernadero, bien como la obtención y aplicación de transformantes de *Foc* expresando las proteínas verde (*green fluorescent protein*) y/o roja (*ds/red*)

*fluorescent protein*) fluorescentes serán abordados. Finalmente, las perspectivas futuras en investigación con *Foc* dentro del programa *Musaforever* serán presentadas en el ámbito de establecer bases para futuros proyectos de colaboración.

# INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO (*Musa AAA*) EN COSTA RICA

Jorge A. Sandoval; Rafael Segura M., Corporación Bananera Nacional (CORBANA)  
Centro de Investigaciones. Apdo.390-7210. [jsandoval@corbana.co.cr](mailto:jsandoval@corbana.co.cr)

## RESUMEN

La industria bananera costarricense tiene más de cien años de trayectoria y, desde sus orígenes se ha caracterizado por mejorar continuamente en aspectos agronómicos, sociales, ambientales y científicos. Actualmente, el país ocupa el tercer lugar en la exportación mundial, con una cantidad entre las 95 y las 106 millones de cajas exportadas (18,14 Kg/ cada una) por año. La actividad cuenta con 43200 hectáreas y una productividad de 2500 cajas/ha que representan un ingreso anual de divisas cercano a los 659 millones de dólares (USD). Desde el punto de vista social, se generan 39000 empleos directos y 97500 indirectos. Además, los salarios promedio para los trabajadores bananeros son los más altos del sector agrícola nacional.

Desde hace diecinueve años la producción bananera costarricense cuenta con la mayor productividad a nivel mundial. Varios son los factores que han permitido esta condición; uno de los más importantes, es la generación y aplicación constante de nuevas tecnologías logradas por la Dirección de Investigaciones de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA). Esta institución ha invertido durante veintiocho años, en investigación, desarrollo e innovación, al servicio del productor nacional.

Para lograr altos rendimientos con calidad de exportación, es necesario afrontar los problemas fitosanitarios más importantes como lo son: la enfermedad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), el nematodo barrenador (*Radopholus similis*) y plagas del racimo. Por tal razón, actualmente se llevan a cabo esfuerzos interdisciplinarios para establecer un manejo más integral de dichos inconvenientes. Dicho objetivo se busca alcanzar, mediante la elaboración, puesta en marcha y validación de protocolos de investigación, con el uso de tecnologías más limpias y de connotación innovadora.

Algunas líneas actuales de investigación son: el control biológico (identificación y aislamiento de hongos con capacidad quitinolítica, con potencial para su uso alternativo e integral en el control de la sigatoka negra y uso de enemigos naturales para el control de insectos plaga); la agricultura de precisión (manejo específico y diferenciado de áreas basado en tipos de suelo). Además, la microbiología de suelos (análisis microbiológicos y de salud del suelo), la biofertilización (comprensión y aplicación científica de bioles), la biología molecular (diagnóstico molecular de la enfermedad del moko (*Ralstonia solanacearum*) PCR en tiempo real para la detección temprana de *Mycosphaerella fijiensis* y *Radopholus similis*). Finalmente, la ecofisiología (cosechas programadas, fisiología del estrés) y la agroclimatología (red de estaciones meteorológicas y cambio climático).

Con el compromiso de seguir produciendo banano con impacto positivo en lo científico, lo social y lo ambiental, para lograr la sostenibilidad de la industria, se deben realizar todos los esfuerzos que sean necesarios, para evitar la entrada a la Región de América Latina y el Caribe, de patógenos como la raza 4 tropical de *Fusarium*, el virus del *Bunchy top* y otras enfermedades exóticas presentes, allende nuestras fronteras.



# IMPACTO POTENCIAL DE LA ENTRADA DE RAZA TROPICAL 4 DEL MAL DE PANAMÁ (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) EN LA INDUSTRIA BANANERA Y PLATANERA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

L.E. Pocasangre<sup>1</sup> & L. Pérez -Vicente <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Científico y Coordinador Regional para América Latina y El Caribe Programa Cultivos para Mejorar Medios de Vida, Bioversity International. Email: [l.pocasangre@cgiar.org](mailto:l.pocasangre@cgiar.org);

<sup>2</sup> Investigador Titular INISAV Cuba. Investigador Honorario de Bioversity Internacional. Email: [lperezvicente@live.com](mailto:lperezvicente@live.com)

## RESUMEN

En América Latina y el Caribe (ALC) se cultivan 1.2 millones de ha de Cavendish y unas 986 mil ha de plátanos (AAB), con una producción de 24,6 y 9,1 millones de toneladas métricas respectivamente, de las cuales se exporta solo un 50% con un valor que sobrepasa los 3,000 millones dólares Americanos. Se cultivan otros clones como el Gros Miche (AAA), Manzano (AAB) y Prata (AAB), Bluggoe (ABB) y Pisang awak (ABB) tanto en plantaciones comerciales como en huertos familiares. Las musáceas son importantes para la generación de ingresos para los países y los productores, para la seguridad alimentaria y la generación de miles de empleos en ALC. Entre 1890 y 1960 más de 80,000 ha del Gros Michel, fueron destruidas en ALC por la Raza 1 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (R1 de *Foc*) agente causal del Mal de Panamá. La introducción de las variedades pertenecientes al subgrupo Cavendish detuvo la epidemia de Raza 1 de *Foc*. Sin embargo con la aparición de la Raza Tropical 4 de *Fusarium* RT4 de *Foc*, que es capaz de atacar a las variedades del subgrupo Cavendish representa una seria amenaza para la industria bananera de la región, ya que casi el 100% de las exportaciones se base en el subgrupo Cavendish. En la actualidad la Raza Tropical 4 de *Fusarium* (RT4 de *Foc*; VCG 01213-01216), se ha diseminado rápidamente en Asia-Pacífico, con fuerte impacto en la producción de Cavendish; además afecta a genotipos que representan a más del 80% de la producción de musáceas en ALC. El potencial entrada de esta patógeno mas algunos factores que determinaron la epidemia de Raza 1 de *Foc* están aún presentes, por lo que su entrada en América puede tener un gran impacto económico y social para la industria de musáceas en la región. Se requieren esfuerzos coordinados entre los sistemas de sanidad vegetal, instituciones de investigación y productores para mantener la Raza Tropical 4 *Foc* fuera de la región y preparar las condiciones para su eventual detección, limitación de la diseminación y manejo.

# ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* EN EL ESTADO DE SANTA CATARINA – BRASIL

HINZ, R.H<sup>1</sup>; SILVA, C.M<sup>2</sup>; PEREIRA, A<sup>1</sup>; TCACENCO, F.A<sup>1</sup> 1-Pesquisadores – Estação Experimental de Itajaí - EPAGRI, Rodovia Antônio Heil, km 06, Itajaí, SC, CEP 88301-970. 2- Bióloga Convênio UFSC/Epagri - Programa de Recursos Genéticos Vegetais (UFSC, 88040-900 Florianópolis-SC). robert@epagri.sc.gov.br

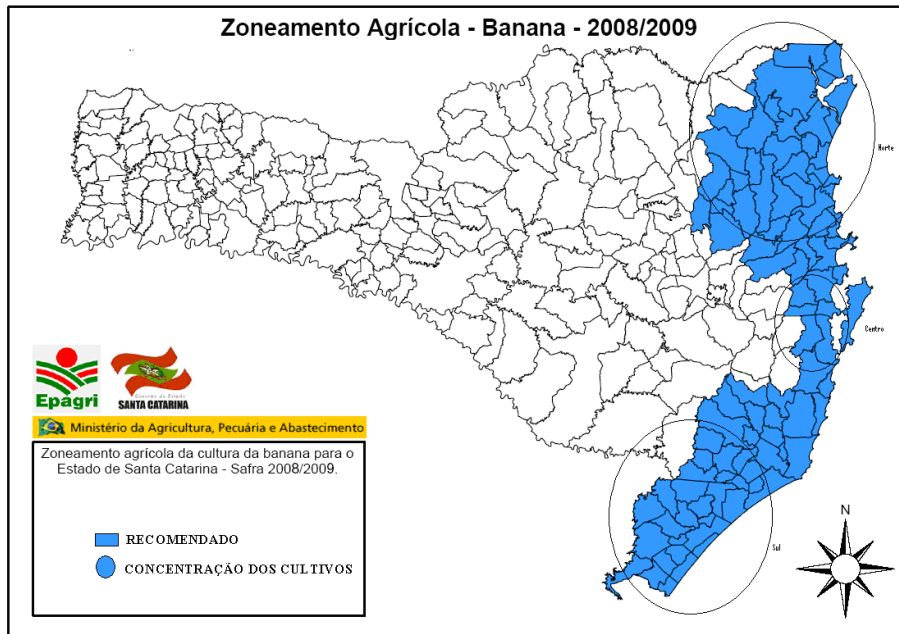
## RESUMEN

El estado de Santa Catarina ubicado en la zona sur de Brasil, es el tercer productor de banano del país. El banano ocupa la mayor área sembrada de la fruticultura en el estado, son 31.164 hectáreas con una producción anual de 668003 toneladas de banano. (Censo anual de Agricultura de Santa Catarina) En la costa sur 95% de las 9500 hectáreas sembrados son de grupo del banano Prata (AAB), teniendo como principal variedad “Enxerto”. En la costa norte 95% dos 20000 hectáreas sembradas son del subgrupo de banano Cavendish, principalmente de La variedad Nanicon y Gran Enano. En El Litoral central hay 1600 hectáreas cultivadas con Prata y Cavendish. El Promedio de la productividad de los lotes de Santa Catarina ha sido siempre creciente, manteniendo en Estado como una referencia nacional. El Promedio del Estado de SC alcanzó 20,812kg por hectárea en el 2003, distanciándose cada vez más del promedio de nacional de la mayoría de los estados Brasileños. A partir de 1999 Santa Catarina pasó a ser el principal exportador de los Estados brasileños, con 59% del volumen exportado del País, aproximadamente de 46,354 toneladas, y 50% del valor de estas exportaciones.

En los últimos años la bananicultura en SC viene acumulando pérdidas por problemas fitosanitarios por la razón de la aparición de Sigatoka Negra, y especialmente el Mal de Panamá provocado por FOC. El hongo ataca principalmente los bananos Prata. Actualmente el incremento de las áreas de Cavendish presentando síntomas ha causado inquietud en la cadena productiva. La enfermedad causa la muerte de las plantas, grandes pérdidas y dificultad para la implementación de nuevas plantaciones en los sitios infestados, porque el hongo permanece por muchos años en suelo. De los grandes obstáculos es la selección de cultivar resistentes, así como de las prácticas culturales que buscan mantener y mejorar la supresión de los suelos reside en La variabilidad del patógeno. Con el avance de la biología molecular, el uso de técnicas moleculares ha permitido la caracterización de aislamientos. Este trabajo analiza la diversidad genética de aislados de FOC provenientes de diferentes municipios de zonas productoras del banano de Santa Catarina.

Fueron colectadas 66 muestras del rizoma del banano infectado por FOC, provenientes de los municipios de Corupá, Schröder, Massaranduba, São João do Itaperiú, Jaraguá do Sul, Luís Alves, Santa Rosa do Sul, Jacinto Machado y Siderópolis. Hasta el momento, de las 66 muestras fueron recobrados 29 aislamientos de FOC. Para el análisis, el DNA genómico del hongo fue extraído y sometido a 3 iniciadores RAPDs, que generaron 28 **bandas**, de las cuales 21 fueran polimórficas. Las estimaciones de la similaridad genéticas por el coeficiente de Jaccard resultaran en dos grupos distintos que presentan similaridad superior a 80%. El primero grupo fue construido por 12 individuos originários de la zona sur del Estado, mientras el segundo grupo de 17 individuos, de la zona norte. Los dos Grupos fueron unidos entre sí en un nivel de similaridad del 70%. Solamente una muestra colectada en el municipio de Corupá (Zona Norte), se ubicó en el dendograma separada a una diferencia de similaridad superior a 50%.

En nuestro trabajo se utilizaron dos metodologías. El análisis por RAPDs, que permite identificar grupos distintos de individuos provenientes de las zonas norte y sur del Estado. Fueron probados 29 primers (RAPD) y seleccionado 12 en el análisis molecular (OPAX10, OPAX12, OPP12, 174, R1, R2, R3, PU1, PU2, OPB03, OPB04, OPF05). Para los análisis de microsatelites (SSR) están siendo utilizado 6 primers: MB2, MB5, MB9, MB11, MB13, MB17. Los análisis moleculares de SSR están en proceso. Los resultados de esta investigación harán parte de una base científica para acciones cuarentenarias, la selección de cultivares resistente, la adaptación de prácticas culturales ligadas a suelos supresivos, y métodos del control biológico de FOC.



## Bibliografia

SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA 2003-2004. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2004. 204p.

# ANÁLISE DA DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* NO ESTADO DE SANTA CATARINA – BRASIL

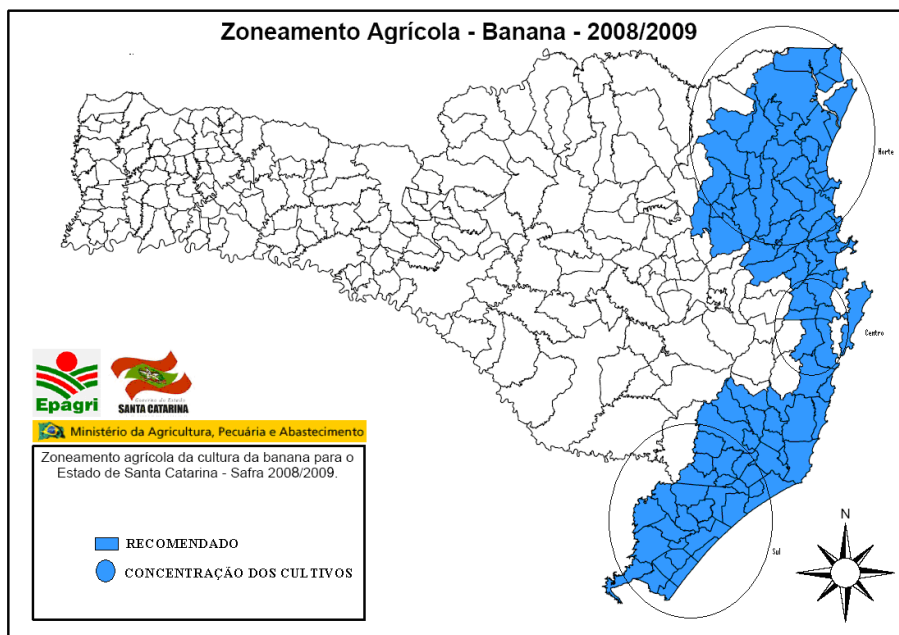
HINZ, R.H<sup>1</sup>; SILVA, C.M<sup>2</sup>; PEREIRA, A<sup>1</sup>; TCACENCO, F.A<sup>1</sup> 1-Pesquisadores – Estação Experimental de Itajaí - EPAGRI, Rodovia Antônio Heil, km 06, Itajaí, SC, CEP 88301-970. 2- Bióloga Convênio UFSC/Epagri - Programa de Recursos Genéticos Vegetais (UFSC, 88040-900 Florianópolis-SC). robert@epagri.sc.gov.br

## RESUMO

O Estado de Santa Catarina, situado na região Sul do Brasil, é o terceiro maior produtor de bananas do país. A bananeira ocupa a maior área plantada de fruticultura no Estado, 31.164 hectares, com uma produção anual de 668.003 toneladas de banana (Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2003/2004). No litoral Sul, 95% dos 9.500 hectares plantados são de banana do Grupo Prata, principalmente a cultivar Enxerto. No litoral Norte, 95% dos 20.000 hectares plantados são de banana do subgrupo Cavendish, principalmente as cultivares Nanicão e Grande Naine. No litoral central, os 1.600 hectares restantes estão divididos entre Prata e Cavendish. A produtividade média dos pomares catarinenses tem sido sempre crescente, fazendo com que o Estado continue sendo referência nacional. A média estadual catarinense atingiu 20.812kg/hectare, em 2003, distanciando-se cada vez mais da média nacional e da maioria dos estados brasileiros (Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2003/2004, 2004). A partir de 1999 Santa Catarina passou a ser o principal exportador brasileiro do produto, com 59% do volume exportado pelo País, aproximadamente de 46.354 toneladas, e 50% do valor destas exportações. Nos últimos anos a bananicultura em Santa Catarina vem somando prejuízos por problemas fitossanitários em decorrência da entrada recente da Sigatoka Negra, e especialmente o mal do Panamá, provocado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. O fungo ataca principalmente os bananais de Prata, e atualmente, o aumento de áreas de Cavendish apresentando sintomas tem causado inquietude a toda cadeia produtiva. A doença causa a morte de plantas, grandes prejuízos, e dificulta a implantação de novos plantios em locais infestados, porque permanece no solo durante muitos anos. Um dos grandes obstáculos na seleção de cultivares resistentes, assim como nas práticas culturais que visam manter e melhorar a supressividade dos solos ao patógeno, reside na sua variabilidade. Com o avanço da biologia molecular, o uso de técnicas moleculares tem permitido a caracterização dos isolados. Neste trabalho está sendo analisada a diversidade genética de isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* provenientes de diferentes municípios das regiões produtoras de banana de Santa Catarina.

Foram coletadas 66 amostras de rizoma de bananeira infectadas pelo *F. oxysporum* f.sp. *cubense*, oriundas dos municípios de: Corupá, Schröder, Massaranduba, São João do Itaperiú, Jaraguá do Sul, Luís Alves, Santa Rosa do Sul, Jacinto Machado e Siderópolis. Das 66 amostras, até o momento foram analisados 29 isolados patogênicos de *FOC*. Para a análise, extraiu-se o DNA genômico do fungo, que foi submetido a 3 iniciadores *RAPDs*, e que geraram 28 bandas, das quais 21 foram polimórficas. As estimativas das similaridades genéticas pelo coeficiente de Jaccard resultaram em dois grupos distintos que apresentaram similaridade superior a 80%. O primeiro grupo foi constituído por 12 indivíduos originários da região sul do Estado, enquanto um segundo grupo de 17 indivíduos, da região norte. Os dois grupos foram unidos entre si em um nível de similaridade de 70%. Apenas uma amostra, coletada no município de Corupá (Norte), posicionou-se no dendograma isoladamente a uma dessimilaridade superior a 50%.

Neste trabalho estão sendo utilizadas duas metodologias. A análise por RAPDs, que permitiu detectar grupos distintos de indivíduos provenientes das regiões norte e sul do estado. Foram testados vinte e nove primers (RAPD), e selecionados doze na análise molecular (OPAX10, OPAX12, OPP12, 174, R1, R2, R3, PU1, PU2, OPB03, OPB04, OPF05). Para análises de microssatélites (SSR) estão sendo utilizados 6 primers: MB2, MB5, MB9, MB11, MB13, MB17. As análises moleculares de SSR estão em andamento. Os resultados desta investigação se constituirão na base científica de ações quarentenárias, na seleção de cultivares resistentes, na adaptação de práticas culturais ligadas à supressividade dos solos, e métodos de controle biológico de FOC.



## Bibliografia

SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA 2003-2004. Florianópolis: Instituto Ceba/SC, 2004. 204p.

# ESTADO ACTUAL DEL MAL DE PANAMÁ EN BANANO MANZANO (AAB) Y BLUGGOE (ABB) EN VENEZUELA

Dorian Rodríguez, Ph.D. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto  
Venezuela. [rdorian@ucla.edu.ve](mailto:rdorian@ucla.edu.ve); [rdorian7@yahoo.com](mailto:rdorian7@yahoo.com)

## RESUMEN

Venezuela se encuentra al norte de la América del Sur, con altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 5000 m. Las musáceas representan el cultivo frutícola de mayor consumo nacional y los principales clones utilizados son el Plátano (*Musa* AAB), el Cambur Guineo (Banano, grupo Cavendish, *Musa* AAA), el Topocho (Bluggoe, *Musa* ABB), el Cambur Manzano (Apple, *Musa* AAB) y en menor cantidad el Titiaro (Ladyfinger, *Musa* AA) y el Cambur Cuyaco (Gros Michel, *Musa* AAA). Actualmente, más del 90% de la producción se dirige al mercado nacional, solo una pequeña porción de la de plátano es destinada a exportación. Sin embargo, hace unos 15 años, Venezuela explotaba unas 1500 ha de Manzano para exportación y las mismas se perdieron por efecto del Mal de Panamá. Hace unos años, se inició el estudio de distribución del patógeno en el país y la caracterización de las cepas mediante la determinación de la raza fisiológica y el grupo de compatibilidad vegetativa (GCV). Hasta ahora se han colectado muestras del hongo de los clones Manzano y Topocho en 10 de los 24 estados que constituyen Venezuela. Las pruebas de patogenicidad confirmaron la presencia de las razas 1 y 2. Utilizando los patrones de *Foc* suministrados por el Dr. Ploetz (Universidad de Florida), se han logrado identificar las poblaciones de GCV 0120, 01215 y 01222, no se ha observado relación entre estos y las razas. Actualmente, se continúa muestreando en el resto del país y se ha iniciado el uso de técnicas moleculares para la confirmación rápida de la identidad de *Foc*, con lo cual se espera aumentar la eficiencia del estudio.

# ESTADO ACTUAL DEL MAL DE PANAMÁ EN MUSÁCEAS EN MÉXICO

Mario Orozco-Santos, Karina García-Mariscal y José Luís Vázquez-Jiménez. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Tecomán, Tecomán, Colima, México CP 28100. Correspondencia: [orozco.mario@inifap.gob.mx](mailto:orozco.mario@inifap.gob.mx)

## RESUMEN

En México se cultivan alrededor de 85 mil hectáreas de bananos y plátanos, las cuales son explotadas principalmente en tres regiones productoras: Golfo de México (estados de Tabasco, Veracruz, Oaxaca y Puebla), Pacífico Sur (Chiapas) y Pacífico Centro (Colima, Michoacán, Jalisco y Nayarit). El cultivar Gran Enano (Subgrupo Cavendish, *Musa* AAA) es el más importante. El mal de panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) ha sido la enfermedad más destructiva de algunos cultivares de banano (Roatán o Gros Michel) y plátano (Manzano o Silk) en México. El patógeno se ha confirmado en todos los estados productores y por los hospederos que afecta se ubica como la raza 1 de FOC. En la década de los años 1960 y principios de los 1970 fueron devastadas cerca de 40 mil hectáreas del cultivar Gros Michel en todo el país, obligando a cambiarlo por cultivares resistentes del subgrupo Cavendish. En el año 1994, existían alrededor de 4,000 hectáreas de plátano Manzano en México, cuya superficie fue reducida por el mal de Panamá, registrándose únicamente 1,260 hectáreas en el año 2004. Hace una década, el estado de Nayarit producía 3,000 hectáreas de plátano Manzano y 3,500 hectáreas de Gros Michel. Actualmente, únicamente existen 600 hectáreas del cultivar Manzano y nula producción de Gros Michel. La enfermedad ha sido diseminada mediante material de propagación (cormos y/o hijos) y no existen medidas de control eficientes. El uso de plantas de cultivo de tejidos ayuda a prolongar la vida productiva de las plantaciones, pero una vez infectadas son susceptibles al patógeno.

# GENERACIÓN DE LA RAZA TROPICAL 4 DEL MAL DE PANAMÁ: EVALUACIÓN DE RIESGO Y UN PLAN DE ACCIÓN PARA EVALUAR EL PROBLEMA

Randy c Ploetz, University of Florida, 18905 SW 280th Street, Homestead, FL 33031-3314 USA

## RESUMEN

La producción significativa de muchos cultivos tropicales ocurre en áreas en donde sus enfermedades más dañinas no ocurren. La producción continua de estos cultivos depende de la exclusión continua de los agentes causales desde estas áreas de producción. Cuando estos esfuerzos fallan, pueden ocurrir pérdidas catastróficas. Algunos patógenos serios del banano han restringido relativamente las distribuciones geográficas. Para determinar que patógenos son los que plantean las mayores amenazas ya donde deben enfocarse los esfuerzos de intervención, se condujo una evaluación de riesgo. El modelo que se utilizó consideró la facilidad con la cual se movía un patógeno dado, su persistencia en el medio ambiente, los cultivos que afectaba, su potencial de daños y otros factores. Se calificaron cuatro patógenos/enfermedades como las más peligrosas; la de mayor preocupación fue la generación tropical 4 (TR4) de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, causa del mal de Panamá (marchitado de *Fusarium*). El TR4 se reconoció por primera vez en 1990 en Taiwán. Se dispersa rápidamente y también se lo conoce en Australia (Territorio del Norte) China, Malaysia peninsular, la mayor parte de Indonesia y las Filipinas (Mindanao). El TR4 causa serios daños en los estándares actuales para la exportación, los cultivos Cavendish, resultando en el abandono de la producción de monocultivos a 10 largo de Asia del Sudeste. Y el TR4 tiene una tasa de huésped muy amplia. Mas de 180% del banano que se produce a nivel mundial se susceptibles, incluyendo el subgrupo de plátano (A AB), importante banano de cocción AAA y ABB, y diversos AA, AB, AAA y banano de postre A AB. Se deben tomar medidas para excluir al TR4 del hemisferio del Oeste. Se necesita educación y una alta conciencia de la naturaleza y seriedad de esta amenaza entre el personal de cuarentena, productores, y aquellos en el comercio internacional. Se deben desarrollar herramientas de detección precisas para controlar el movimiento del patógeno y se deben formular planes de contingencia cuando/si se dispersa hacia el Hemisferio Occidental. Las estrategias anteriores requerirán del soporte logístico y financiero de productores, comercializadores y firmas de exportación a 10 largo del Hemisferio Occidental. Durante esta presentación, se trazara un plan de acción que evalúe estas necesidades.

**Palabras claves:** Virus de la parte superior del racimo de banano, hipótesis de liberación de enemigos, *Guignardia musae*, *Mycosphaerella eumusae*, *Ralstonia solanacearum* filotipo IV, generación tropical 4 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, *Xanthomonas vasicola* pv. *Musacearum*



# TROPICAL RACE 4 OF PANAMA DISEASE: RISK ASSESSMENT AND AN ACTION PLAN TO ADDRESS THE PROBLEM

Randy c Ploetz, University of Florida, 18905 SW 280th Street, Homestead, FL 33031-3314 USA

## ABSTRACT

Panama disease (fusarium wilt of banana) is caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Race 1 of FOC devastated the early Gros Michel-based export trades, and caused a massive conversion Gros Michel to the Cavendish subgroup. After almost 50 years of continuous use, Cavendish cultivars remain standards for export production worldwide. Cavendish cultivars are grown in areas that were largely decimated by race 1, and Panama disease is not a problem in production areas in tropical America. Current producers are largely unaware of the damage that Panama disease caused before 1960. In the early 1990s, a dangerous new variant of *Foc*, tropical race 4 (TR4), was reported in Southeast Asia. Unlike race 1, TR4 causes damage on Cavendish cultivars, including Giant Cavendish, Valery, Williams and Grand Nain. TR4 damage on the Cavendish subgroup is as serious as that caused by race 1 on Gros Michel, and has resulted abandonment of monoculture production throughout the region. From a few locations TR4 spread widely, and is now known in Australia (Northern Territory), mainland China, peninsular Malaysia, much of Indonesia, the Philippines (Mindinao) and Taiwan. Most disturbing is the wide host range of TR4. Over 80% of the bananas that are produced worldwide are susceptible to TR4. Susceptible include all commercial cultivars of the Cavendish subgroup, the plantain subgroup (AAB), important AAA and ABB cooking bananas, and diverse AA, AB, AAA and AAB dessert bananas. TR4 is a serious threat to banana production in the Americas, and would devastate dessert, plantain and cooking bananas wherever it established. Measures must be taken to exclude TR4 from the Western Hemisphere. Education and a heightened awareness of the nature and seriousness of this threat are needed among quarantine personnel, producers, and those in international commerce. Sensitive and accurate detection tools must be developed to monitor possible incursions of the pathogen. And contingency plans should be formulated for when/if TR4 spreads to the Western Hemisphere. The above strategies will require the financial and logistical support of producers, marketers, and export firms throughout the region. During this presentation I will discuss the epidemiology and management of Panama disease; its history, spread and impact in Southeast Asia; and the potential for its spread elsewhere. Activities will be outlined for an action plan that is n address the TR4 problem.

# IMPORTANCIA Y DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES VIRALES EN BANANO Y PLÁTANO

Pierre-Yves Teycheney, CIRAD-Bios - Estation de Neufchâteau, 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadalupe, Francia. Tel : (590) 590 86 17 71 – Fax : (590) 590 86 80 77 – Email : teycheney@cirad.fr

## RESUMEN

A la fecha se han caracterizado ocho virus que afectan el género *Musa* spp.: *el virus del cogollo racimoso Abacá* (ABTV), *el virus del mosaico Abacá* (AbaMV), *el virus del cogollo racimoso del Banano* (BBTV), *el virus del mosaico de la bráctea del Banano* (BBrMV), *el virus del mosaico moderado del Banano* (BanMMV), *los virus del rayado del Banano* (BSV), *el virus X del Banano* (BVX) y *el virus del mosaico del Pepino* (CMV). De éstos virus, el ABTV y el BBTV son, por mucho, los más destructivos y económicamente importantes. Su eficiente transmisión mediante la especie de áfidos *Pentalonia nigronervosa* garantiza una muy rápida diseminación. Por lo tanto, en la actualidad ocasionan brotes devastadores en bananos y plátanos así como en *Musa textilis* en África, Asia y el Pacífico y tienen el potencial para diseminarse y amenazar la producción mundial de los bananos y plátanos. Existen otros virus que afectan al género *Musa* spp., los cuales son importantes aunque se encuentran más limitados geográficamente en cuanto a su impacto sobre la producción y la calidad del fruto. Sin embargo, todos los virus que afectan al género *Musa* spp presentan limitaciones importantes para la conservación, movimiento y propagación del germoplasma de *Musa*, ya que se transmiten vegetativamente. En la actualidad, el BSV es el principal limitante para el mejoramiento genético del banano y el plátano debido a la presencia de secuencias endógenas (eBSV) infecciosas del BSV en el genoma de *Musa balbisiana*. Las secuencias infecciosas del eBSV se expresan en los híbridos de banano y plátano interespecíficos, sean naturales o sintéticos, mediante la activación de procesos desencadenados por estreses bióticos o abióticos tales como el cultivo *in vitro*. Por lo tanto, las técnicas de micropropagación masiva no se consideran seguras debido al riesgo de activar secuencias infecciosas del eBSV.

Las técnicas de diagnóstico eficientes, seguras y específicas son la clave para controlar las enfermedades. Existen técnicas de este tipo para cada una de las enfermedades virales del género *Musa* spp. La prueba estándar ELISA es segura para detectar el CMV, pero no se recomienda o no existe para otros virus que afectan al género *Musa* spp. Por consiguiente, las técnicas de diagnóstico molecular o inmuno-molecular, se desarrollaron durante los últimos años para detectar todos los virus que afectan al género *Musa* spp, obteniendo diagnósticos más eficientes y seguros. En la actualidad, éstas técnicas se deben implementar para evitar la introducción y/o diseminación de enfermedades virales en el banano y el plátano.

## Referencias

- Côte F., Galzi S, Folliot M, Lamagnère Y, Teycheney P.-Y., Iskra-Caruana M.-L. (2009). *Submitted*.  
Iskra-Caruana ML, Galzi S, Laboureau N (2008). *J Virol Meth.* **153**: 223-3  
Le Provost G., Iskra-Caruana M.-L., Acina I., Teycheney, P.-Y. (2006). *J. Virol. Meth.* **137**: 7-13  
Sharman M, Thomas JE, Dietzgen RG (2000). *J Virol Meth.* **89**: 75-88  
Sharman M, Thomas JE, Skabo S, Holton TA. (2007). *Arch Virol.* **153**: 135-47.  
Teycheney P.-Y., Laboureau N., Iskra-Caruana M.-L., Candresse, T. (2005). *J. Gen. Virol.* **86**: 3179-3187.  
Teycheney P.-Y., Marais A., Svanella-Dumas L., Candresse, T. (2005). *Arch. Virol.* **150**: 1715-1727.  
Teycheney P.-Y., Acina I., Lockhart B. E. L., Candresse T. (2007). *J. Virol. Meth.* **142** : 41-49

# IMPORTANCE AND DIAGNOSTIC OF VIRAL DISEASE OF BANANA AND PLANTAIN

Pierre-Yves Teycheney, CIRAD-Bios - Estación de Neufchâteau, 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadalupe, Francia. Tel : (590) 590 86 17 71 – Fax : (590) 590 86 80 77 – Email : [teycheney@cirad.fr](mailto:teycheney@cirad.fr)

## ABSTRACT

Eight viruses infecting *Musa* spp. have been characterized so far: *Abacá bunchy top virus* (ABTV), *Abacá mosaic virus* (AbaMV), *Banana bunchy top virus* (BBTV), *Banana bract mosaic virus* (BBrMV), *Banana mild mosaic virus* (BanMMV), *Banana streak viruses* (BSV), *Banana virus X* (BVX) and *Cucumber mosaic virus* (CMV). ABTV and BBTV are by far the most destructive and economically important of these viruses. Their efficient transmission by the aphid species *Pentalonia nigronervosa* ensures a very rapid spread. Therefore, they currently cause devastating outbreaks on banana, plantain and *Musa textilis* in Africa, Asia and the Pacific, and have the potential to spread and threaten banana and plantain production worldwide. Other viruses infecting *Musa* spp. have important, although geographically more limited, impact on yields and fruit quality. However, all viruses infecting *Musa* spp are important constraints to the conservation, movement and propagation of *Musa* germplasm, because they are vegetatively transmitted. BSV is also currently the main constraint to the genetic improvement of banana and plantain because of the presence of infectious BSV endogenous sequences (eBSV) in the genome of *Musa balbisiana*. Infectious eBSV sequences are expressed in interspecific banana and plantain hybrids, whereas natural or synthetic, through activation processes triggered by biotic or abiotic stresses such as *in vitro* culture. Therefore mass micropropagation techniques cannot be considered safe due to the risk of activating infectious eBSV sequences.

Efficient, reliable and specific diagnostic techniques are the key to the control of diseases. Such techniques exist for each of the viral diseases of *Musa* spp. Standard ELISA test is reliable for the detection of CMV, but is not recommended or does not exist for other viruses infecting *Musa* spp. Hence, in the last few years, molecular or immuno-molecular diagnostic techniques were developed for the detection of all viruses infecting *Musa* spp, leading to more efficient and safer diagnostics. These techniques must now be implemented in order to avoid the introduction and/or the spread of viral diseases in banana and plantain.

## References

- Côte F., Galzi S, Folliot M, Lamagnère Y, Teycheney P.-Y., Iskra-Caruana M.-L. (2009). *Submitted*.
- Iskra-Caruana ML, Galzi S, Laboureau N (2008). *J Virol Meth.* **153**: 223-3
- Le Provost G., Iskra-Caruana M.-L., Acina I., Teycheney, P.-Y. (2006). *J. Virol. Meth.* **137**: 7-13
- Sharman M, Thomas JE, Dietzgen RG (2000). *J Virol Meth.* **89**: 75-88
- Sharman M, Thomas JE, Skabo S, Holton TA. (2007). *Arch Virol.* **153**: 135-47.
- Teycheney P.-Y., Laboureau N., Iskra-Caruana M.-L., Candresse, T. (2005). *J. Gen. Virol.* **86**: 3179-3187.
- Teycheney P.-Y., Marais A., Svanella-Dumas L., Candresse, T. (2005). *Arch. Virol.* **150**: 1715-1727.
- Teycheney P.-Y., Acina I., Lockhart B. E. L., Candresse T. (2007). *J. Virol. Meth.* **142** : 41-49

# CONTROL DE ENFERMEDADES VIRALES EN EL BANANO Y EL PLÁTANO

Pierre-Yves Teycheney, CIRAD-Bios - Estación de Neufchâteau, 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadalupe, Francia. Tel : (590) 590 86 17 71 – Fax : (590) 590 86 80 77 – Email : [teycheney@cirad.fr](mailto:teycheney@cirad.fr)

## RESUMEN

A diferencia de las enfermedades ocasionadas por bacterias u hongos, las enfermedades virales no se pueden controlar mediante productos químicos, con excepción de unos cuantos animales y enfermedades que afectan al hombre. Más aún, las plantas tienen muy pocas fuentes de resistencia natural contra virus, lo cual hace que el mejoramiento para obtener resistencia antiviral resulte muy difícil. Por lo tanto, el control de enfermedades virales en plantas se basa principalmente en diagnósticos, control estricto del movimiento de germoplasma, erradicación de plantas enfermas y uso de material de siembra certificado libre de virus y en menor grado el control de vectores de insectos.

El diagnóstico es la clave para controlar la enfermedad. El diagnóstico visual de las enfermedades virales en *Musa* spp es útil y se debe incentivar. Sin embargo, éste se vuelve algunas veces problemático y por lo general no es posible realizar una detección temprana. Por lo tanto, las técnicas de diagnóstico inmunológico y/o molecular deben reforzarse, especialmente mediante los servicios de protección de plantas que controlan el movimiento de material de siembra y de germoplasma y con el apoyo de los productores de vitro plantas antes de realizar cualquier multiplicación masiva, pues todos los virus que afectan al género *Musa* spp son fácil y eficientemente transmitidos vegetativamente.

Cuando las enfermedades virales aparecen en las plantaciones, la forma más efectiva de evitar que la enfermedad se disperse es la rápida erradicación de las plantas infectadas y de las aledañas a éstas. Las plantas erradicadas deben ser reemplazadas únicamente con material de siembra certificado libre de virus. Algunas veces, resulta eficiente el raleo (proceso mecánico para remover o destruir las plantas enfermas o partes de las plantas de una cosecha de semillas para poder reducir la posibilidad de una infección difundida), sin embargo, ésta práctica no se recomienda debido al riesgo de mantener las fuentes de virus.

Algunos de los virus que infectan al género *Musa* spp son relativamente fáciles de controlar ya que no se diseminan rápidamente – este es el caso de los virus del rayado del Banano (BSV) en *M. acuminata* y probablemente del virus del mosaico moderado del Banano (BanMMV)- o presentan distribuciones geográficas limitadas, como el virus del mosaico de la bráctea del Banano (BBrMV) y el virus del mosaico *Abacá* (AbaMV). Aunque el virus del mosaico del Pepino (CMV) es transmitido eficientemente por varias especies de áfidos, también es fácil de controlar pues las plantas infectadas por lo general se recuperan y la eliminación de las malas hierbas, que sirven por lo general como hospedera del virus en las plantaciones, reduce el riesgo de diseminación. Por otra parte, el *virus del cogollo racimoso Abaca* (ABTV) y el *virus del cogollo racimoso del Banano* (BBTV) son más difíciles de controlar. Una vez que estos virus han sido diagnosticados, es crítico reforzar muy rápidamente las medidas estrictas de erradicación. El BSV es también difícil de controlar en cultivares o híbridos interespecíficos debido a la presencia de secuencias endógenas infecciosas del BSV (eBSV) en el genoma de *Musa balbisiana* y al

potencial del eBSV infeccioso para generar partículas virales del BSV mediante procesos de activación que se desencadenan mediante estreses tales como la micropropagación y las diferencias de temperatura.

Las estrategias de control más apropiadas para cada virus que afecta al género *Musa* spp se presentarán y discutirán con el propósito de elaborar recomendaciones para obtener un esquema general de control.

# CONTROL OF VIRAL DISEASES OF BANANA AND PLANTAIN

Pierre-Yves Teycheney, CIRAD-Bios - Estación de Neufchâteau, 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadalupe, Francia. Tel : (590) 590 86 17 71 – Fax : (590) 590 86 80 77 – Email : [teycheney@cirad.fr](mailto:teycheney@cirad.fr)

## ABSTRACT

Contrary to diseases caused by bacteria or fungi, viral diseases cannot be controlled by chemicals, except for a few animal and human diseases. Furthermore, very few natural resistance sources are available in plants against viruses, making breeding for antiviral resistance very difficult. Therefore, the control of plant viral diseases relies primarily on diagnostics, strict control of germplasm movement, eradication of diseased plants, and use of certified virus-free planting material and, to a lesser extent, control of insect vectors.

Diagnostic is the key to disease control. Visual diagnosis of viral diseases of *Musa* spp is useful and should be encouraged. However it is also often problematic, and generally does not allow for early detection. Therefore, immunological and/or molecular diagnostic techniques must be enforced, especially by plant protection services for the control of planting material and germplasm movement, and by vitroplant producers prior to any mass multiplication, since all viruses infecting *Musa* spp are readily and efficiently transmitted vegetatively.

When viral diseases arise in plantations, quick eradication of infected plants and neighbouring plants is the most efficient way to avoid disease spread. Eradicated plants must be replaced by certified virus-free planting material only. Roguing infected plants is sometimes efficient, but cannot be recommended because of the risk of maintaining virus sources.

Some of the viruses infecting *Musa* spp are relatively easy to control because they do not spread rapidly – this is the case for *Banana streak viruses* (BSV) on *M. acuminata* and probably *Banana mild mosaic virus* (BanMMV)- or have limited geographical distributions, like *Banana bract mosaic virus* (BBrMV) and *Abacá mosaic virus* (AbaMV). *Cucumber mosaic virus* (CMV), although efficiently transmitted by several aphid species, is also easy to control, since infected plants often recover and removal of weeds, which act as reservoir for the virus, from plantations reduces the risk of spread. On the other hand, *Abacá bunchy top virus* (ABTV) and *Banana bunchy top virus* (BBTV) are more difficult to control. Once these viruses have been diagnosed, it is critical to enforce strict eradication measures very rapidly. BSV is also difficult to control in interspecific cultivars or hybrids, because of the presence of infectious endogenous BSV (eBSV) sequences in the genome of *Musa balbisiana* and the potential of infectious eBSV to generate BSV viral particles through activation processes triggered by activating stresses such as micripropagation and temperature differences.

The most appropriate control strategies for each virus infecting *Musa* spp will be presented and discussed, leading to recommendations for a general control scheme.

# ANEXOS

Resoluciones tomadas por el Comité Directivo de MUSALAC en la VII REUNION, Chiriquí, Panamá  
sobre

La amenaza de la entrada de mal de Panamá raza 4 tropical a las Américas: situación actual y plan de acciones.

INTRODUCCIÓN

La marchitez por *Fusarium* o Mal de Panamá causada por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (FOC) es una de las más importantes patologías que han afectado la producción de bananos y plátanos. La variabilidad de las poblaciones ha sido diferenciada en base a patogenicidad (han sido descritas tres razas patogénicas de FOC afectando *Musa sp.*), grupos de compatibilidad vegetativa (21 VCGs en *Foc*) y patrones de RFLP (9 linajes o familias de VCG's). La raza 1 afecta al Gros Michel y Manzano, la raza 2, afecta más intensamente el Bluggoe y la raza 4 que afecta las variedades del Subgrupo Cavendish así como también a muchos otros clones susceptibles y resistentes a las razas 1 y 2. Más de 50 mil ha de Gros Michel fueron destruidas solo en bananos de exportación entre 1890 y 1950 por poblaciones de la raza 1, debido a los ciclos de plantación de semilla infectada aparentemente sana, explotación por uno o dos años, abandono y movimiento a nuevas áreas. En América, la sustitución del Gros Michel por clones del grupo Cavendish ha permitido que la enfermedad no tenga un gran impacto económico y fue la determinante que no se prestara más atención a la enfermedad.

El 100% de la exportación de banano en Latinomérica se basa en el cultivo de variedades del subgrupo Cavendish. La raza 4 de FOC afecta los Cavendish, por lo tanto, es una grave amenaza para la industria bananera del continente Americano. La raza 4 de FOC fue primeramente informada en plantaciones sometidas a estrés de frío y por otras causas en los subtrópicos (grupo de compatibilidad vegetativa o VCG 0120; Canarias, 1920; Natal, Queensland 1953, Taiwán, 1967). En 1989 aparecen en Malasia e Indonesia los primeros informes de la raza 4 tropical (VCG 01213-01216) en plantaciones establecidas de Cavendish en desmontes de selva tropical con un alto impacto económico. Esta ha causado pérdidas equivalentes a los 75 millones de dólares anuales y más de 8 millones de plantas destruidas en cinco años en plantaciones recientemente establecidas. En Filipinas se informan más de 30 mil reportes oficiales entre 1974 y 1991 con daños severos en las plantaciones de Cavendish de exportación. En fincas de Indonesia, se han registrado ritmos de aumento de la infección de hasta 55 plantas afectadas/ha/mes al segundo año de detectada su presencia. Su ritmo de dispersión ha sido alto y se encuentra distribuida en Malasia, Indonesia, Nueva Guinea, Australia, Vietnam, Myanmar, Filipinas, China y Taiwán. Nuevos VCG han sido asociados a las poblaciones de FOC pertenecientes a la raza 4.

El cultivo de Cavendish es una importante fuente de ingreso a la economía de los países de América Latina y el Caribe y la industria de exportación. La entrada de la raza 4 tropical en América Latina y el Caribe tendría un fuerte impacto económico y social así como a la



sostenibilidad alimentaria de los sectores de menos ingresos dependientes de sus producciones.

La actual globalización y el desarrollo existente determinan que los riesgos de la introducción de la raza 4 de FOC en América sean altos. Por otra parte, la nueva tendencia de explotación de bananos especiales o gourmet, puede generar la introducción de materiales infestados con TR4 a nuestro continente. Así mismo, las condiciones para el establecimiento y desarrollo de la enfermedad de clones susceptibles debido a la similitud entre las condiciones ambientales y la alta concentración del cultivo casi en un solo grupo de clones, determina condiciones excepcionales para el desarrollo de una epidemia de la enfermedad. A pesar del desarrollo tecnológico existente y el conocimiento alcanzado sobre el patógeno y la enfermedad, los factores que determinaron la epidemia de la raza 1 en el Gros Michel hoy persisten en la mayoría de los países del área. Al mismo tiempo, no existe una percepción adecuada del riesgo y el impacto sobre la producción de musáceas que tendría la enfermedad si se introdujera en la región entre los tomadores de decisiones y las instituciones responsabilizadas con la vigilancia y la prevención fitosanitaria.

#### PLAN DE ACCIONES.

##### A corto plazo (1-2 años)

1. Los directivos de MUSALAC tendrían la responsabilidad en sus respectivos países de distribuir las resoluciones tomadas en la VII Reunión del Comité Directivo de MUSALAC, para dar a conocer los riesgos de la entrada de la raza 4 a las Américas. Asimismo, los grupos locales pueden elaborar una nota de alerta entre los actores de sus respectivos países sobre el patógeno y su impacto en el área.
2. Buscar un acercamiento y el desarrollo de alianzas con los servicios nacionales de Sanidad Vegetal para fortalecer y desarrollar acciones en relación a la información pública entre productores y el fortalecimiento de la vigilancia en relación a la prevención de la entrada de FOC RT4 en América Latina y el Caribe.
3. MUSALAC apoyará una reunión de expertos de América Latina, para que desarrollen un perfil a corto y mediano plazo para una estrategia de prevención de la entrada del patógeno a la región. Asimismo, sería muy conveniente que Representantes de Sanidad Vegetal de la Región pueden participar en el evento.
4. Solicitar al Comité Organizador de ACORBAT 2008 en Ecuador a través de la Vicepresidenta de MUSALAC, Mildred Cortés el desarrollo de una sección especial sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* con la participación de expertos Internacionales
5. Elaborar y distribuir una Carta Informativa de MUSALAC edición especial sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* raza 4 tropical. Principalmente para difundir análisis de riesgo sobre la entrada de FOC RT4 a las Américas.

6. Preparación de un poster o cartel sobre FOC TR 4 para distribuir a todos los países. Se recomienda que los países puedan contribuir con la impresión del poster.

7. Elaborar un listado de investigadores que trabajan en FOC en el área de América Latina y el Caribe.

A mediano plazo (2-5 años).

1. Buscar fondos para un proyecto que permita realizar un mapeo regional que brinde información (geográfica y por clones) sobre las poblaciones de FOC (VCGs) existentes en América Latina y el Caribe.

2. Facilitar la creación de capacidades nacionales para el diagnóstico de la composición genética (VCG) de las poblaciones de FOC en el área.

3. Mantener una colaboración activa con la Iniciativa Global sobre Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 4 de Bioversity International en Asia-Pacífico.

4. Potenciar proyectos sobre prospección, selección y producción de agentes de Biocontrol así como de métodos alternativos de manejo de la enfermedad.

Celebrada en la ciudad de David, Panamá, el día veintiseis de octubre del dos mil siete.

Firmamos los Miembros del Comité de MUSALAC

José Manuel Alvarez, Cuba

José Orozco, México

José Carlos Nascimento, Brasil

Andrés Laignelet Sierra, Colombia

Eduardo Soto, Costa Rica

Juan Ángel Midence, Honduras

Martín Jiménez, Nicaragua

Benjamín Name, Panamá

Juan Carlos Rojas, Perú

Mildred Cortés, Puerto Rico

Ramón Jiménez, República Dominicana

Gustavo Martínez, Venezuela

Franklin Rosales, Secretario Ejecutivo de MUSALAC

**Resolutions issued by MUSALAC Executive Committee during the VII Meeting, Chiriquí,  
Panama about  
The threat of Panama disease tropical race 4 entrance to the Americas: current state and  
actions plan**

**INTRODUCTION**

Fusarium wilt or Panama Disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (FOC), is one of the most important pathologies that have affected bananas and plantains production. Populations' variability has been differentiated based on pathogenicity (three FOC pathogenic races have been described affecting *Musa* sp.), vegetative compatibility groups (21 VCGs in Foc) and RFLP patterns (nine VCG's families or lineages). Race 1 affects Gros Michel and Apple, race 2 affects more intensively the Bluggoe and race 4 affects Cavendish Subgroup varieties as well as many other susceptible and resistant clones to races 1 and 2. More than 50 thousand ha of Gros Michel for export bananas were destroyed only between 1890 and 1950 because of race 1 populations due to planting cycles with infected seeds apparently healthy, exploitation for one or two years, abandonment and movement to new areas. In America, substitution of Gros Michel by Cavendish subgroup clones has hindered the disease from having a great economic impact and it was also the determinant for not paying more attention to the disease.

Latin America banana exports are based 100% on Cavendish subgroup varieties. FOC race 4 affects Cavendish; therefore, it is a serious threat to the banana industry of the American continent. FOC race 4 was first reported in plantations submitted to stress by cold and to other causes in the subtropics (vegetative compatibility group or VCG 0120; Canary Islands 1920; Natal, Queensland 1953, Taiwan, 1967). In 1989, the first reports of tropical race 4 (VCG 01213-01216) in Malaysian and Indonesian Cavendish plantations established in tropical forest clearings were made known showing a high economic impact. This has caused annual losses equivalent to 75 million dollars and more than 8 million in plants destroyed in a period of five years on plantations recently established. In Philippines there are more than 30 thousand official reports between 1974 and 1991 showing severe damages to export Cavendish plantations. Infection increase rhythms of up to 55 plants affected/ha/month have been reported in Indonesian farms in the second year after detecting the disease. Its dispersion rhythm has been high and it is found now in Malaysia, Indonesia, New Guinea, Australia, Vietnam, Myanmar, Philippines, China and Taiwan. New VCGs have been associated to FOC populations belonging to race 4.

Cavendish crop is an important income source to the economies of Latin America and the Caribbean countries and to the export industry. Tropical race 4 entrance to Latin America and the Caribbean would have a strong economic and social as well as food sustainability impact on less income sectors which depend on their harvests.

Current globalization and existing development determine that the risks of FOC race 4 entering to Latin America are high. On the other hand, the new tendency of cultivating special or gourmet bananas could bring with it introduction of TR4 infected materials to our continent. Likewise, the conditions for the disease to establish and develop on susceptible clones due to the similarity between environmental conditions and high crop concentration almost in just one clones group, offer exceptional conditions for the development of this disease epidemic. Despite current technological development and knowledge attained about the pathogen and the disease, the factors which determined race 1 epidemic on Gros Michel still remain today in most countries of

the area. At the same time, there are no adequate perception of the risk and impact on musaceas production that this disease would have, if introduced into the region, between decision makers and institutions responsible for phytosanitary prevention and surveillance.

## **ACTIONS PLAN**

### **At short term (1-2 years)**

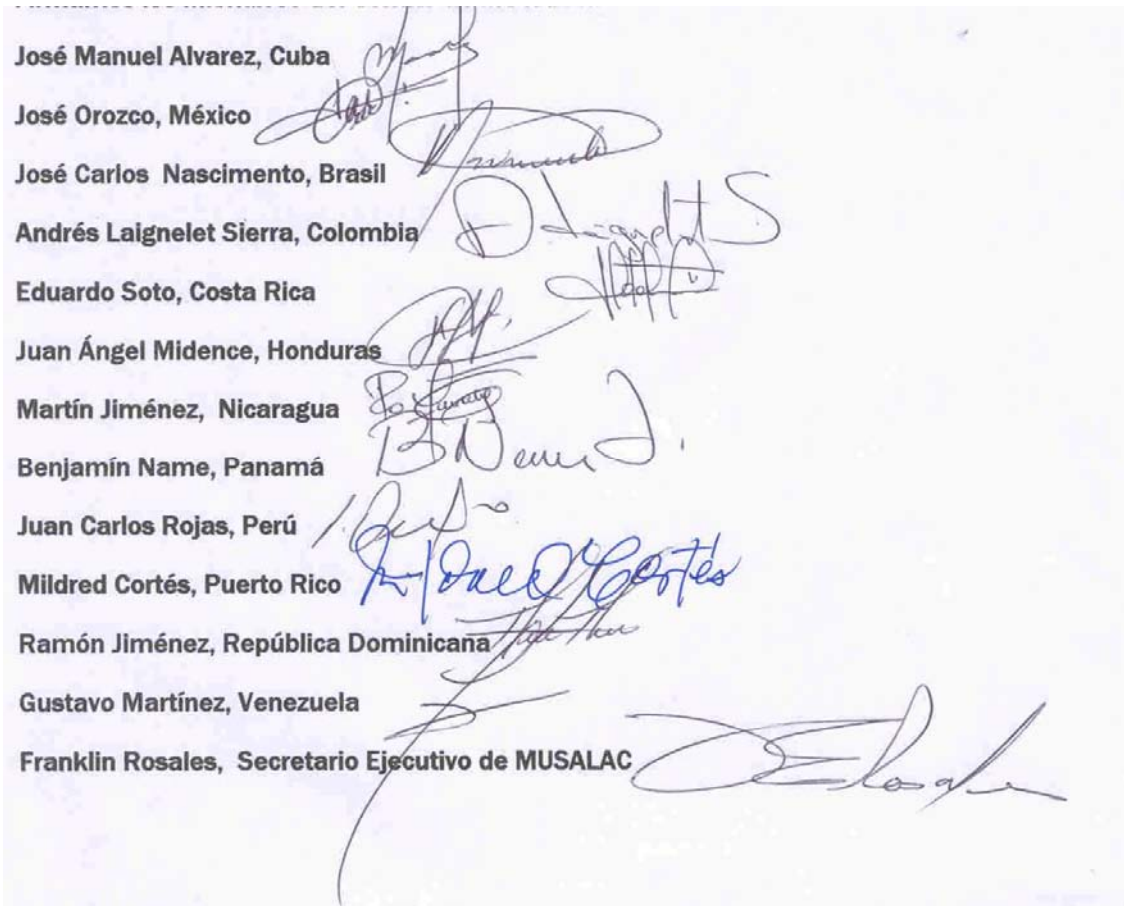
1. MUSALAC board members will have the responsibility in their respective countries to distribute the resolutions issued during the VII Board Committee Meeting of MUSALAC, to let people know the risks of race 4 entrance to the Americas. Likewise, local groups can prepare an alert note among the actors and their respective countries about the pathogen and its impact to the area.
2. To look for an approach and alliances development with Plant Protection national services to strengthen and develop actions in relation to public information between farmers and to strengthen surveillance to prevent FOC RT4 entrance to Latin America and the Caribbean.
3. MUSALAC will sponsor a meeting between Latin American experts to develop a short and medium term profile of a strategy to prevent pathogen's entrance to the region. Likewise, it would be very convenient to invite Plant Protection representatives from the region to this meeting.
4. To request ACORBAT 2008 Organizing Committee to be held in Ecuador, through MUSALAC's Vice-president, Mildred Cortes, the development of a special section on *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* with participation of international experts.
5. To prepare and distribute a special editions of a MUSALAC Informative Letter about *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* tropical race 4. Mainly to present risk analyses on FOC RT4 entrance to the Americas.
6. To prepare a poster on FOC TR4 for distribution to all countries. It is recommended that countries contribute to print this poster.
7. To prepare a list of researchers working on FOC in the area of Latin America and the Caribbean.

### **At medium term (2-5 years)**

1. To look for funds to develop a project to make a regional mapping with information (geographic and by clones) on FOC populations (VCGs) existing in Latin America and the Caribbean.
2. To favor national capacities creation to diagnose FOC populations genetic (VCG) composition in the area.
3. To maintain active collaboration with the Global Initiative on *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race 4 developed by Bioversity International in Asia-Pacific.

4. To promote survey, selection and production of biocontrol agents projects as well as disease management alternative methods.

Meeting held in the city of David, Panama on the Twenty Six Day of October Two Thousand and Seven.



The image shows a list of names and countries, each followed by a handwritten signature. The names and countries are: José Manuel Alvarez, Cuba; José Orozco, México; José Carlos Nascimento, Brasil; Andrés Laignelet Sierra, Colombia; Eduardo Soto, Costa Rica; Juan Ángel Midence, Honduras; Martín Jiménez, Nicaragua; Benjamín Name, Panamá; Juan Carlos Rojas, Perú; Mildred Cortés, Puerto Rico; Ramón Jiménez, República Dominicana; Gustavo Martínez, Venezuela; and Franklin Rosales, Secretario Ejecutivo de MUSALAC. The signatures are written in various colors, including black, blue, and red ink.

José Manuel Alvarez, Cuba  
José Orozco, México  
José Carlos Nascimento, Brasil  
Andrés Laignelet Sierra, Colombia  
Eduardo Soto, Costa Rica  
Juan Ángel Midence, Honduras  
Martín Jiménez, Nicaragua  
Benjamín Name, Panamá  
Juan Carlos Rojas, Perú  
Mildred Cortés, Puerto Rico  
Ramón Jiménez, República Dominicana  
Gustavo Martínez, Venezuela  
Franklin Rosales, Secretario Ejecutivo de MUSALAC

REPÚBLICA DE PANAMÁ  
MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO

RESUELTO N° DAL-048-ADM-08 PANAMÁ 18 DE JULIO DE 2008

EL MINISTRO DE DESARROLLO AGROPECUARIO,  
en uso de sus facultades legales,

CONSIDERANDO:

Que la República de Panamá mediante la Ley N° 9 de 1992, aprobó la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), y que mediante la Ley 46 de 27 de noviembre de 2006 se aprobó el nuevo texto revisado de la CIPF (1997), la cual responde a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Que la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), tiene como finalidad actuar conjuntamente entre las partes contratantes, y de manera eficaz para prevenir la introducción y diseminación de plagas de plantas y productos vegetales, así como promover medidas apropiadas para combatirlas.

Que la Ley N° 47 de 9 de julio de 1996, "Por la cual se dictan medidas de Protección Fitosanitarias y se adoptan otras disposiciones", en su capítulo I, faculta a la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal del Ministerio de Desarrollo Agropecuario a establecer las medidas fitosanitarias de prevención para evitar la introducción de plagas cuarentenarias, con el objeto de proteger las áreas agrícolas, los cultivos, las plantas y los productos vegetales de nuestro país; y de modificar cualquier requisito fitosanitario que le sea contrario en la adopción de estas acciones.

Que una nueva cepa tropical de la raza 4 del hongo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, causante de la enfermedad conocida como "Mal de Panamá", amenaza nuevamente la producción de bananos y plátanos en el mundo. Durante las décadas de 1940 y 1950, la raza 1 del *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* provocó la declinación progresiva del género Musa y la sustitución del Gros Michel, principal banano de exportación de aquel entonces, por cultivares del subgrupo 'Cavendish'.

Que la raza tropical 4 de *Fusarium* (Foc RT-4) es muy virulenta ya que ataca a las plantas de banano del subgrupo 'Cavendish', así como a los cultivares susceptibles a la raza 1 y 2. En poco tiempo ha invadido plantaciones en Australia y en la península tropical de Malasia e Indonesia (Sumatra y Java), causando cuantiosas pérdidas en la economía de dichos países.

Que los países de Latinoamérica y el Caribe representan la zona de mayor producción comercial de banano en el mundo empleando para la siembra los clones Enano, Gran Enano, Valery y Williams del subgrupo 'Cavendish'.

Que la actividad platanera y la agroindustria del banano en Panamá, continúan siendo un factor determinante en la economía nacional y primera fuente de empleo para las Provincias de Chiriquí, Bocas del Toro y Darién, contando con 11,000 y 10,780 hectáreas respectivamente; siendo la variedad de plátano Harton (mayormente sembrada) susceptible también al Foc RT-4.

Que el actual proceso de globalización y desarrollo económico condicionan de forma alarmante el riesgo de entrada de Foc RT-4 a nuestro continente. Así mismo, las condiciones para el establecimiento y desarrollo de la patología en los clones susceptibles

de banano y plátano son muy altas, lo que pudiera provocar el desarrollo de una epidemia de la enfermedad.

Que luego de las consideraciones antes expuestas,

**RESUELVE:**

**PRIMERO:** Declarar la plaga *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4 tropical de las musáceas en cuarentena vegetal, en todo el territorio nacional.

**SEGUNDO:** Prohibir el ingreso de germoplasma y de cualquier material de reproducción de musáceas (hijuelos, rizomas, cultivos de meristemos), procedentes de áreas donde la plaga haya sido reportada.

**TERCERO:** La Dirección Nacional de Sanidad Vegetal en coordinación con la Dirección Ejecutiva de Cuarentena Agropecuaria adoptará todas las medidas fitosanitarias necesarias que impidan la introducción de la plaga en el territorio nacional, en los términos siguientes:

- a) Todo envío que contenga germoplasma y material de reproducción de musáceas, procedentes de áreas no reportadas con esta enfermedad, deberán ampararse con certificados fitosanitarios que evidencien la ausencia del hongo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4 tropical.
- b) Realizar inspección o aplicar cualquiera medida cuarentenaria pertinente a la entrada del material de reproducción de musáceas a el territorio nacional.
- c) Efectuar inspecciones en origen cuando se estime pertinente.
- d) En caso de detección de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4 tropical, en un envío de germoplasma o cualquier otro material de reproducción de musáceas, se procederá a la destrucción del mismo o devolución del cargamento a su país de origen. Los costos que se incurran, serán asumidos por el importador, sin que esto le represente erogación alguna a la autoridad nacional competente.

**CUARTO:** Las disposiciones contenidas en este resuelto son de estricto cumplimiento.

**QUINTO:** El presente resuelto empezará a regir a partir de su publicación en la Gaceta Oficial.

**COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE**

  
**GUILLERMO A. SALAZAR N.**  
Ministro

  
**ADONAI RÍOS**  
Viceministro



EL MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y GANADERÍA  
DIRECCIÓN NACIONAL DE ASESORIA LEGAL

CERTIFICA: Que el presente documento es fiel copia de su original.

Panamá, 31 de julio de 2008

**REPUBLIC OF PANAMA**  
**MINISTRY OF AGRICULTURE DEVELOPMENT**  
**RESOLUTION N°DAL-048-ADM-08 PANAMA JULY 18, 2008**

**THE MINISTRY OF AGRICULTURE DEVELOPMENT,**  
**in use of its legal faculties**

**CONSIDERING:**

That the Republic of Panama through its Law No. 9 of 1992, approved the International Convention of Phytosanitary Protection (ICPP), and that through the law 46 of November 27, 2006, the new ICPP (1997) revised text was approved, which responds to the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

That the International Convention of Phytosanitary Protection (ICPP), has as its purpose acting jointly between the contracting parts and in an efficient way to prevent the introduction and dissemination of plant diseases and plant products, as well as to promote appropriate measures to control them.

That the Law No. 47 of July 9, 1996, “for which Phytosanitary Protection measures are enacted and other dispositions are adopted”, in its chapter 1, entitles the National Board of Plant Protection from the Ministry of Agriculture Development to establish the prevention Phytosanitary measures to avoid introduction of quarantine pests, in order to protect agriculture areas, crops, plants and plant products of our country; y to modify any Phytosanitary requirement contrary to adoption of these actions.

That a new tropical strain of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* fungus race 4 causing the disease known as “Panama disease” is threatening again bananas and plantains production at worldwide level. During the decades of 1940 and 1950, *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race 1 brought a progressive decline of Musa and the substitution of Gros Michel, main export banana back then, by ‘Cavendish’ subgroup cultivars.

That *Fusarium* (Foc RT-4) Tropical Race 4 is very virulent as it attacks plants from the ‘Cavendish’ banana subgroup, as well as susceptible race 1 and 2 cultivars. In a short time it has invaded plantations in Australia and in the tropical peninsula of Malaysia and Indonesia (Sumatra and Java), causing enormous losses to the economies of such countries.

That Latin America and the Caribbean countries constitute the biggest banana commercial production area of the world using ‘Cavendish’ subgroup Dwarf, Gran Dwarf, Valery and Williams clones as planting material.

That the plantain activity and the banana agro-industry in Panama continue to be a key factor in the national economy and the first employments source for the Chiriqui, Bocas del Toro and Darien provinces, with 11,000 and 10,780 hectares, respectively, and that the Harton plantain variety (mostly cultivated) is also susceptible to Foc RT-4.

That current globalization process and economic development conditioned in a very alarming way the risk of Foc-RT-4 entrance to the continent. Likewise, the conditions for this pathology to



establish and develop in susceptible banana and plantain clones are very high which could cause the development of an epidemic of this disease.

That after the considerations exposed above,

### RESOLVES

- FIRST: To declare the disease *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* tropical race 4 of plant quarantine musaceas, throughout the national territory.
- SECOND: To prohibit germplasm entrance or of any other musaceas reproduction material (suckers, rhizomes, meristem cultures), coming from areas where the disease has been reported.
- THIRD: The National Plant Sanitation Board in coordination with the Executive Board of Agriculture Quarantine will adopt all necessary phytosanitary measures to avoid introduction of this disease into the national territory, in the following terms:
- a) All shipments containing germplasm and musaceas reproduction material coming from areas with no reports of this disease, should present required phytosanitary certificates which evidence absence of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* tropical race 4 fungus.
  - b) To conduct inspections or to apply any pertinent quarantine measures to the entrance of musaceas reproduction material to the national territory.
  - c) To conduct in origin inspections when it is considered pertinent.
  - d) In case of detecting *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* tropical race 4 in a germplasm shipment or in any other musaceas reproduction material, it will be destroyed or the shipment returned to its origin country. Expenses involved will be assumed by the importer with no cost whatsoever to the competent national authority.
- FOURTH: The dispositions contained in this resolution are of strict observance.
- FIFTH: The present resolution will be in force after its publication in the Official Gazette

INFORM AND PUBLISH





100-121-08  
San Salvador, 17 de octubre de 2008

Ing. Julio César Recinos Salas  
Ing. Alberto Cárdenas Jiménez  
Hon. René Montero  
Lic. Mario Ernesto Salaverría  
Ing. Héctor Hernández Amador  
Ing. Ariel Bucardo Rocha  
Ing. Javier Flores Galarza  
Lic. Guillermo A. Salazar N.  
Ing. Salvador Jiménez

Ministro MAGA, Guatemala / Presidente del CIRSA  
Secretario SAGARPA, México  
Ministro MAP, Belize  
Ministro MAG, El Salvador  
Ministro SAG, Honduras  
Ministro MAG-FOR, Nicaragua  
Ministro MAG, Costa Rica  
Ministro MIDA, Panamá  
Secretario SEA, Rep. Dominicana

**ASUNTO: Alerta Fitosanitaria: Raza 4 del Mal de Panamá**

Respetables Señores Ministros/Secretarios:

La marchitez por *Fusarium*, mas conocida como 'Mal de Panamá', causada por el hongo *Fusarium oxysporium f. sp. cubense* ha sido catalogada como una de las enfermedades más destructivas del cultivo de banano y plátano. En la actualidad se ha reportado la presencia de un nuevo biotipo de la Raza Tropical 4 (RT4) de *Fusarium*, que esta afectando plantaciones comerciales de banano en Taiwán, Australia, Sur África, Islas Canarias, Indonesia, Filipinas y Vietnam. Por lo tanto, la introducción de la Raza Tropical 4 (RT4) de *Fusarium* representa un serio peligro a los países miembros del OIRSA, por lo que respetuosamente le solicito girar sus valiosas instrucciones a los funcionarios de sanidad vegetal y al personal de los servicios nacionales de cuarentena, a fin de que se fortalezcan las medidas fitosanitarias, con una mayor atención a las plantas y productos de la familia de las musáceas que representan un riesgo de ser portadores de esta enfermedad, cuya introducción puede causar un serio impacto a las producción bananera de nuestros países.

Con la finalidad de evitar la entrada de la Raza Tropical 4 (RT4) de *Fusarium oxysporium f. sp. cubense* a Latinoamérica y El Caribe, recomendamos las siguientes medidas para los inspectores de sanidad vegetal de los países miembros de OIRSA:

1. Prohibir la entrada de todas las plantas y partes de plantas de las familias de las musáceas procedentes de los países donde está presente la plaga
2. Evitar la importación de cormos, hijuelos y todo tipo de material vegetativo de las familias de musáceas, ya que podrían estar infectadas con el patógeno
3. Evitar la importación de material propagativo heliconias de países donde el hongo ha sido registrado
4. Evitar la importación de muestras de suelos de los países donde el hongo ha sido reportado
5. Inspección minuciosa de los medios de transporte procedentes de estos países para verificar que vengán libres de tierra
6. Evitar la entrada de vitroplantas de los países donde el hongo ha sido documentado

...11

Calle Ramón Belles, Real gje. Isidre,  
Colonia Escalón, San Salvador,  
El Salvador, C. A.  
Apartado Postal 011, 91  
P.O. Box (5031) 2253-1-123  
FAX (503) 2 263-1 125  
E-Mail: oirsa@oirsa.org

[www.oirsa.org.sv](http://www.oirsa.org.sv)

55 años protegiendo los alimentos de la región

7. *Reforzar los métodos de inspección de vuelos provenientes de países donde la enfermedad ha sido identificada*
8. *Desarrollar cursos de entrenamiento para inspectores de sanidad vegetal para el reconocimiento de sintomatología del patógeno a nivel campo*
9. *Implementar técnicas rápidas de diagnóstico del patógeno para tener reacción pronta en caso de una eventual entrada inesperada del patógeno*
10. *Realizar una campaña informativa a todos los sectores relacionados con la producción de banano y plátano en la región acerca de los potenciales riesgos de la entrada del patógeno en la región*

*Para más información sobre el estado actual de distribución de la enfermedad a nivel mundial, potencial impacto económico en la región, posibles vías de entrada del patógeno al continente, se adjunta una nota técnica.*

*Al agradecer la atención que se sirvan otorgar a la presente, aprovecho para saludarle con las muestras de mi consideración y estima.*



**Ing. Guillermo Alvarado Downing**  
Director Ejecutivo

GAD/JAS/sgf

c.c. Representantes OIRSA - Países  
Biodiversity International

[www.oirsa.org.sv](http://www.oirsa.org.sv)

Calle Ramón Belloso, 5na. pte. Isidro,  
Callema Escalón, San Salvador,  
El Salvador, C.A.  
Apartado Postal (D1) 61  
PBR (503) 2263-1122  
FAX (503) 2 263-1128  
E-Mail: [oirsa@oirsa.org](mailto:oirsa@oirsa.org)

55 años protegiendo los alimentos de la región



## Raza 4 del Mal de Panamá: Una seria Amenaza para la Producción de banano y plátano en América Latina y El Caribe

### ANTECEDENTES

La marchitez por *Fusarium*, más conocida como 'Mal de Panamá', causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ha sido catalogada una de las enfermedades más destructivas de los cultivos de banano y plátano. La enfermedad causó la destrucción de más de 50,000 hectáreas del cultivar Gros Michel (AAA) comúnmente conocido como Mínimo, Legítimo, Indio, Patriota, Banano Seda y Johnson -entre otros- en la región. A pesar de los esfuerzos para mantener la variedad por excelencia de exportación (Gros Michel), no fue posible encontrar un método de combate químico ni cultural de control de la enfermedad, debido a la agresividad y larga persistencia del hongo en el suelo, razón por la cual la variedad susceptible tuvo que ser sustituida por variedades resistentes del subgrupo Cavendish (AAA).

Originalmente fueron documentadas 3 razas de *Fusarium* que son capaces de atacar las Musáceas y familias relacionadas: La raza 1 que ataca a Gros Michel (AAA) y manzano (AAB); La raza 2 que ataca a los bananos de cocción tipo Bluggoe (ABB), más conocido como guineo cuadrado, Cachaco, Topocho y Chatos, y la raza 3 que ataca plantas ornamentales del grupo de las Heliconias. Sin embargo, actualmente se ha documentado que la raza 4 está atacando seriamente a las variedades de Cavendish en el sur de Asia, Asia Pacífico y África. Afortunadamente, la raza 4 de *Fusarium* no está presente en el continente americano y se tienen que hacer todos los esfuerzos posibles para evitar su entrada.

### Biotipos de Raza 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* y su distribución geográfica

Es importante destacar que existen dos variantes de raza 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, la raza 4 subtropical (STR4) que ha sido registrada en Islas Canarias, Sudáfrica y Australia, que necesita de bajas temperaturas y condiciones abióticas que predisponen a la planta para el desarrollo de la enfermedad. La Raza Subtropical 4 (RST4) ha estado por muchos años en los países descritos sin causar mayores problemas. El segundo biotipo es la Raza Tropical 4 (RT4) que es más agresiva; no necesita de bajas temperaturas para iniciar procesos patogénicos y ha causado epidemias en suelos vírgenes en lugares donde nunca se había cultivado banano, como en el caso de Indonesia. TR4 es un patógeno más virulento y ataca a más del 80% de los cultivares de banano de exportación, bananos de cocción y plátanos. Ver Cuadro 1.



**Cuadro 1. Especies de plantas afectadas por las diferentes razas conocidas de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense***

Especies	Cultivar	Genotipo	Raza 1	Raza 2	Raza 3	Raza 4
<i>Musa acuminata</i>	Gros Michel	AAA	+++	-	-/+ <sup>a</sup>	+++
	Cavendish	AAA	-	-	NT	+++
<i>M. balbisiana</i>		BB	-	-	-/+ <sup>a</sup>	+++
<i>M. acuminata</i> <i>X M. balbisiana</i>	Silk	AAB	+++	-	NT	+++
<i>M. acuminata</i> <i>X M. balbisiana</i>	Bluggoe	ABB	-	+++	-	+++
<i>Heliconia</i>			-/+ <sup>a</sup>	-	+++	NT

+++ = Alta patogenicidad; ++ = Moderada patogenicidad; + = Baja patogenicidad; - = No patógena; NT = No testada.

<sup>a</sup> No patógena o patógena, dependiendo del aislamiento testado.

<sup>b</sup> No patógena o patógena, dependiendo de la especie testada.

Fuente: Rodríguez Rodríguez y Rodríguez Rodríguez. s.f. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E. F. Sm.) Snyder & Hans. Mal de Panamá, Marchitamiento. Platanera Musa spp. Gran Canarias, Canarias. Laboratorio de Sanidad Vegetal Espino de Paz, A. 4 p. Ficha 181 y 181 bis.

#### Potencial Impacto en Latinoamérica y El Caribe

Considerando que la Raza Tropical 4 es un biotipo altamente virulento en Cavendish y otras variedades de banano de otros grupos, y que la industria bananera de Latinoamérica y Caribe, tanto de banano convencional como banano orgánico se basa en el cultivo de las variedades del Subgrupo Cavendish, se estima que el impacto sería muy significativo. Es importante destacar que el banano representa el primer rubro de exportación para varios países en la región (ver Cuadro 2); solamente Ecuador exporta más de 250 millones de cajas de banano anualmente y genera más de US\$1,350,000,000 en ingresos al país. Para el caso de Costa Rica, segundo exportador de banano en el continente, se exportan 107 millones de cajas y genera más de US\$659,000,000 por año al país. Asimismo, la industria bananera genera una serie de empleos directos e indirectos, ya que es uno de los pocos cultivos en que la producción, cosecha y comercialización se realiza durante todo el año. Consecuentemente, la Raza Tropical 4 (RT4) podría tener efectos nefastos en la economía de los países en la región y constituye una seria amenaza para la producción de bananos en el continente.

Es imperante destacar que en Latinoamérica y El Caribe el plátano es uno de los cultivos base de la seguridad alimentaria, así como fuente de divisas para la exportación en algunos países del área, y la Raza Tropical 4 (RT4) de *Fusarium* podría afectar seriamente la industria platanera en la región.



Cuadro 2. Superficie y producción de bananos y plátanos en la Región del OIRSA.  
Año 2007

País	Bananos		Plátanos	
	Superficie (hectáreas)	Producción (toneladas)	Superficie (hectáreas)	Producción (toneladas)
México	75,000	2,200,000	ND	ND
República Dominicana	17,700	552,500	41,000	415,000
Guatemala	19,500	1,010,000	7,000	275,000
Belize	3,100	90,000	800	41,000
El Salvador	6,000	65,000	2,840	88,526
Honduras	21,000	910,000	21,500	290,000
Nicaragua	879	47,072	4,300	42,000
Costa Rica	43,000	2,240,000	11,500	80,000
Panamá	12,000	440,000	11,000	95,200
<b>Total</b>	<b>198,179</b>	<b>7,554,572</b>	<b>99,940</b>	<b>1,326,726</b>
<b>Total s/México</b>	<b>123,179</b>	<b>5,354,572</b>	<b>99,940</b>	<b>1,326,726</b>

ND: No disponible en la fuente de información

Fuente: FAOSTAT

Potenciales vías de entrada de la Raza 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* a Lationamérica y el Caribe

No obstante que *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* es un patógeno del suelo y su diseminación es menor que un patógeno foliar, existen varias vías por las que el hongo puede ser diseminado, entre la cuales las más importantes son:

1. Material de siembra de musáceas infectados (cormos, hijuelos y partes de seudo tallo u hojas infectadas)
2. Plantas ornamentales, principalmente Heliconias infectadas con el hongo
3. Suelo adherido a plantas hospederas y no hospederas del hongo
4. Herramientas de trabajo
5. Actividad humana: Introducciones de nuevas variedades por parte de productores, investigadores y comerciantes de plantas

Es importante enfatizar que la actividad humana ha sido tradicionalmente la mayor fuente de diseminación de plagas a nivel mundial. Por lo tanto, es necesario realizar una campaña de concienciación del impacto de la enfermedad a nivel regional.

El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) desea expresar su agradecimiento al DOCTOR LUIS E. POCASANGRE, Investigador y Coordinador del Programa Biodiversity International para América Latina y el Caribe, por su valiosa cooperación con la elaboración de esta importante información.

## REGIONAL ORGANIZATION FOR AGRICULTURE AND LIVESTOCK SANITATION

100-121-08

San Salvador, October 17, 2008

Ing. Julio César Recinos Salas	Minister, MAGA, Guatemala/Chairman of CIRSA
Ing. Alberto Cárdenas Jiménez	Secretary of SAGARPA, Mexico
Hon. René Montero	Minister MAP, Belize
Lic. Mario Ernesto Salaverría	Minister MAG, El Salvador
Ing Héctor Hernández Amador	Minister SAG, Honduras
Ing. Ariel Bucardo Rocha	Minister MAG-FOR, Nicaragua
Ing. Javier Flores Galarza	Minister MAG, Costa Rica
Lic. Guillermo A. Salazar N.	Minister MIDA, Panama
Ing. Salvador Jiménez	Secretary of SEA, Dominican Republic

Esteemed Ministers/Secretaries:

Fusarium wilt, best known as 'Panama disease', caused by the *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* fungus, has been regarded as one of the most destructive diseases affecting banana and plantain crops. The presence of a new biotype, *Fusarium* Tropical Race 4 (TR4) has been reported affecting commercial banana plantations in Taiwan, Australia, South Africa, Canary Islands, Indonesia, the Philippines and Vietnam. Therefore, entrance of *Fusarium* Tropical Race 4 (TR4) to OIRSA member countries represents a serious threat, for which, we respectfully request you to address your valuable instructions to plant protection staff and quarantine national service officers to strengthen phytosanitary measures, giving more attention to plants and products of the musaceas family that could present the risk of carrying this disease, whose introduction can cause a serious impact to banana production in our countries.

In order to avoid entrance of Tropical Race 4 (TR4) of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* to Latin America and the Caribbean, we recommend the following measures to plant sanitation inspectors of OIRSA member countries:

1. To prohibit entrance of plants or plant parts of musaceas families coming from any country where this disease is already present.
2. To avoid import of corms, suckers or any plant material from musaceas families that could be pathogen infected.
3. To avoid imports of *Heliconia* L. propagation material coming from any country where the fungus has been reported.
4. To avoid imports of soil samples from any country where the fungus has been reported.
5. To conduct a thorough inspection of transportation means coming these countries to check that they are soil-free.
6. To avoid vitro plants entrance from any country where the fungus has been documented.
7. To strengthen inspecting methods to flights coming from countries where this disease has been identified.
8. To develop training courses for plant sanitation inspectors to recognize the pathogen's symptomatology at field level.
9. To implement fast pathogen diagnostic techniques to have a quick response in case of a possible unexpected pathogen entrance.

10. To conduct an informative campaign to all sectors involved with banana and plantain production in the region about the potential risks of this pathogen's entrance to the region.

For more information regarding the current distribution of the disease at worldwide level, the potential economic impact to the region, and the possible pathogen's entrance ways to the continent, please refer to the attached technical note.

I want to take this opportunity to thank you for your attention to this letters and to express you my deepest consideration and esteem.

Ing. Guillermo Alvarado Downing  
Executive Director



Ing. Guillermo Alvarado Downing  
Director Ejecutivo

*GAD/JAS/eyr*

*c.c. Representantes OIRSA - Paises  
Bioversity International*



**Panama Disease Race 4:  
A serious threat to banana and plantain production in  
Latin America and the Caribbean**

**BACKGROUND**

Fusarium wilt, best known as 'Panama disease', caused by the *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* fungus, has been regarded as one of the most destructive diseases for banana and plantain crops. This disease caused the destruction of more than 50,000 hectares of Gros Michel cultivar (AAA), commonly known in the region as *Mínimo*, *Legítimo*, *Indio*, *Patriota*, *Silk Banana* and *Johnson*, among others. Despite the efforts to keep the export variety for excellence (Gros Michel), it was not possible to find neither a chemical nor a cultural control method for this disease due to its aggressiveness and long persistence of the fungus in the soil; for that reason the susceptible variety had to be replaced by resistant varieties from the Cavendish subgroup (AAA).

Three *Fusarium* races were originally documented as capable of attacking Musaceas and related families: race 1 which attacks Gros Michel (AAA) and apple (AAB); race 2 which attacks type Bluggoe cooking bananas (ABB), commonly known as *guineo cuadrado*, *Cachaco*, *Topocho* and *Chatos*, and race 3 which attacks ornamental plants from the Heliconias group. However, it has been recently documented that race 4 is seriously attacking Cavendish varieties in south Asia, Asia Pacific and Africa. Fortunately, *Fusarium* race 4 is not present in the American continent for which all possible efforts should be made to avoid its entrance.

Biotypes of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Race 4 and their geographical distribution

It is important to highlight that there are two *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race 4 variants, the subtropical race 4 (STR4) reported in Canary Islands, South Africa and Australia, requiring low temperatures and abiotic conditions which predisposes the plant for the disease development. The subtropical Race 4 (STR4) has been present for many years in the above mentioned countries without causing significant problems. The second biotype is Tropical Race 4 (TR4) which is more aggressive, does not require low temperatures to start pathogenic processes and has caused epidemics in virgin soils of places where banana had never been cultivated, such as the Indonesia case. TR4 is a more virulent pathogen that attacks more than 80% of export banana cultivars, cooking bananas and plantains. See Table 1.

Table 1. Plant species affected by different known races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*

<i>Species</i>	<i>Cultivar</i>	<i>Genotype</i>	<i>Race 1</i>	<i>Race 2</i>	<i>Race 3</i>	<i>Race 4</i>
Musa acuminata	Gros Michel	AAA	+++	-	-/+ <sup>a</sup>	+++
	Cavendish	AAA	-	-	NT	+++
M. balbisiana		B	-	-	-/+ <sup>a</sup>	+++
M. acuminata X M. balbisiana	Silk	AAB	+++	-	NT	+++
M. acuminata X M. balbisiana	Bluggoe	ABB	-	+++	-	+++
Heliconia			-/+ <sup>b</sup>	-	+++	NT

+++ = High pathogenicity; ++ = Moderate pathogenicity; + = Low pathogenicity; - = Non pathogenic; NT = Not tested

<sup>a</sup>Non pathogenic or pathogenic, depending on the tested isolate

<sup>b</sup>Non pathogenic or pathogenic, depending on the tested species

Source: Rodríguez Rodríguez y Rodríguez Rodríguez. S.f. *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (E.F. Sm.) Snyder & Hans. Mal de Panama. Marchitamiento. Platanera Musa spp. Gran Canaria, Canarias. Laboratorio de Sanidad Vegetal Espino de Paz, A. 4 p. Ficha 181 y 181 bis.

### Potential Impact in Latin America and the Caribbean

Considering that Tropical Race 4 is a highly virulent biotype in Cavendish and in other groups of banana varieties, and that the banana industry in Latin America and the Caribbean both of conventional and organic banana is based on Cavendish Subgroup varieties, it is estimated that the impact would be very significant. It is important to emphasize that banana represents the first export item for several countries in the region (see Table 2); only Ecuador exports more than 250 million banana boxes annually, generating more than US\$1,350,000,000 to the country. In the case of Costa Rica, second banana exported of the continent, 107 million boxes are exported, generating more than US\$659,000,000 per year to the country. Likewise, the banana industry generates a series of direct and indirect jobs, as it is one of the few crops in which, production, harvest and commercialization takes place during the whole year. As a consequence, Tropical Race 4 (TR4) could have disastrous effects in the economies of the region countries, constituting also a serious threat to bananas production in the continent.

It is imperative to emphasize that in Latin America and the Caribbean, plantain is one of the crops where food security is based on as well as foreign currency source for export in some countries of the area and *Fusarium* Tropical Race 4 (TR4) could seriously affect the region's plantain industry.

Table 2. Bananas and plantains area and production in the OIRSA Region. Year 2007.

Country	Bananas		Plantains	
	Area (hectares)	Production (tones)	Area (hectares)	Production (tones)
Mexico	75,000	2,200,000	NA	NA
Dominican Republic	17,700	552,500	41,000	415,000
Guatemala	19,500	1,010,000	7,000	275,000
Belize	3,100	90,000	800	41,000
El Salvador	6,000	65,000	2,840	88,526
Honduras	21,000	910,000	21,500	290,000
Nicaragua	879	47,072	4,300	42,000
Costa Rica	43,000	2,240,000	11,500	80,000
Panama	12,000	440,000	11,000	95,200
Total	198,179	7,554,572	99,940	1,326,726
Total w/Mexico	123,179	5,354,572	99,940	1,326,726

NA: Not available in the information source

Source: FAOSTAT

### **Potential entrance ways of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Race 4 into Latin America and the Caribbean**

Nevertheless *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* is a soil pathogen and its dissemination is lower than a foliar pathogen, there are several ways through which the fungus can be disseminated, among which the most important are:

1. Planting material from infected musaceas (corms, suckers and pseudostem parts or infected leaves)
2. Ornamental plants, mainly fungus infected Heliconias.
3. Soil adhered to fungus host and non host plants.
4. Working tools.
5. Human activity: introductions of new varieties by farmers, researchers and plant traders.

It is important to emphasize that human activity has been traditionally the highest disease dissemination source at worldwide level. Therefore, it is necessary to conduct an awareness impact campaign of the disease at regional level.

The Regional Organization for Agriculture and Livestock Sanitation (OIRSA) wishes to express its appreciation to Dr. Luis. E. Pocasangre, Researcher and Coordinator of the Bioversity International Program for Latin America and the Caribbean, for his valuable cooperation to prepare this important information.

---

**RESOLUCIONES del comité directivo de MUSALAC sobre la Raza Tropical 4 del Mal de Panamá  
(*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*)**

En seguimiento a la resolución emitida por el Comité Directivo de MUSALAC el 26 de Octubre del 2007 en David, Panamá y ante la potencial amenaza de la entrada a América Latina y el Caribe de la Raza Tropical 4 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (FOC); el comité directivo de MUSALAC en su VIII Reunión discutió el estado actual de la enfermedad y considerando que es un tema estratégico, acuerda tomar el siguiente plan de acción para la prevención de la entrada de este patógeno a la región.

1. MUSALAC y Bioversity International, deben identificar oportunidades de proyectos para encontrar financiamiento para apoyar el plan de acción de prevención de la entrada a la región de la Raza Tropical 4 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (FOC).
2. MUSALAC y Bioversity International en alianza estratégica con OIRSA deben coordinar las acciones de la campaña de prevención de la entrada de la Raza Tropical 4 de FOC
3. Dar seguimiento a los acuerdos ministeriales de los países de la región en relación con la alerta fitosanitaria enviada por la secretaria ejecutiva de OIRSA.
4. En el caso de Sur América y el Caribe se informará e invitará a las autoridades gubernamentales de protección vegetal a participar en el plan de acción de prevención.
5. Se recomienda normar la introducción de material vegetal de musáceas y heliconias de países donde está presente la enfermedad. Asimismo, toda persona que visite zonas afectadas tome las precauciones del caso para evitar la introducción del patógeno.
6. Los programas de protección vegetal, productores y técnicos relacionados con la producción de musáceas de los países miembros de MUSALAC deben ser capacitados en identificación de síntomas internos y externos de *Fusarium* para poder identificar casos de Raza 1 y 2 de FOC.
7. El grupo de expertos de *Fusarium* coordinado por MUSALAC/Bioversity debe proporcionar a los miembros de la red de MUSALAC un protocolo sencillo para poder identificar plantas de banano Cavendish y plátano potencialmente infectadas de raza 4 de FOC. Asimismo este protocolo debe incluir la preparación y envío de muestras a laboratorios para su respectivo análisis.
8. Identificar y proponer un laboratorio de diagnóstico de Raza Tropical 4 para el envío de muestras. Obligatoriamente, el laboratorio debe estar fuera de la región productora de banano y plátano de América Latina y el Caribe (Estados Unidos de América o Sudáfrica).

9. La necesidad de que MUSALAC publique una hoja técnica con actualidades de raza 4 de FOC. La misma debe incluir, estado actual del patógeno en los países afectados, potenciales vías de entrada y sintomatología externa e interna de la enfermedad.
10. Bioversity Internacional proporcionará a los países miembros y no miembros de MUSALAC archivos electrónicos de material de divulgación, carteles y hojas técnicas para que sean reproducidos y distribuidos.
11. Proporcionar información científica a los integrantes de MUSALAC sobre análisis de riesgo de introducción de la Raza Tropical 4 FOC para América Latina y el Caribe y análisis de detección temprana.
12. En países subtropicales donde las condiciones de bajas temperaturas y stress pueden predisponer la planta y favorecer la aparición de casos de Fusarium en Cavendish, estos casos deben ser analizados por separado ya que puede levantar una falsa alarma sobre introducción de Raza Tropical 4 de FOC en el continente.
13. En caso de una potencial entrada del patógeno, se debe desarrollar un plan de contingencia para tratar de erradicar o evitar la diseminación del patógeno en la región.

Para mayor información comunicarse con el Dr. Jorge Sandoval, presidente de MUSALAC y el Dr. Luis Pocasangre, coordinador de Bioversity para América Latina y el Caribe.

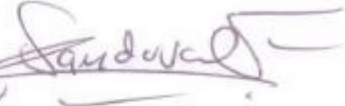
[jsandoval@corbana.co.cr](mailto:jsandoval@corbana.co.cr) [l.pocasangre@cgiar.org](mailto:l.pocasangre@cgiar.org)

Dado en la ciudad de Mérida, Venezuela a los seis días del mes de junio del dos mil nueve



Luis Pocasangre, Secretario Ejecutivo MUSALAC,

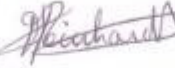
Jorge Sandoval, Presidente de MUSALAC, Costa Rica



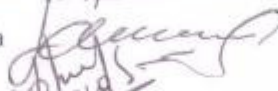
Rafael Pérez Duvergé, República Dominicana



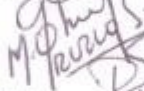
Domingo Reinhardt, Brasil



Jairo Osorio, Colombia



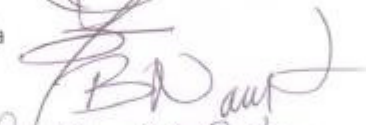
Mario Orozco, México



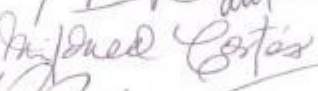
Martín Jiménez, Nicaragua



Gustavo Martínez, Venezuela



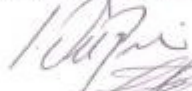
Benjamín Name, Panamá



Mildred Cortés, Puerto Rico



Juan Carlos Rojas, Perú



Omar Mérida, Bolivia



Juan Ángel Midence, Honduras



María Julia Fagiani, Argentina



Mario Maldonado, Guatemala



## **RESOLUTIONS of MUSALAC's Executive Committee on Panama Disease Tropical Race 4 (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*)**

Following the resolution issued by MUSALAC's Executive Committee on October 26, 2007 in David, Panama, and in view of the potential threat of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (FOC) Tropical Race 4 entrance to Latin America and the Caribbean; MUSALAC's executive committee discussed during its VIII Meeting the current state of the disease and considering that this is a strategic theme, it agrees to take the following action plan to prevent entrance of this pathogen to the region.

1. MUSALAC and Bioversity International should identify project opportunities to find resources to support the action plan to prevent entrance to the region of Tropical Race 4 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (FOC).
2. MUSALAC and Bioversity International in a strategic alliance with OIRSA should coordinate the campaign actions to prevent entrance of Tropical Race 4 of FOC.
3. To follow up ministerial agreements of the region countries in regards to the Phytosanitary alert sent by OIRSA's Executive Secretariat.
4. In the case of South America and the Caribbean their government plant protection authorities will be informed and invited to participate in the prevention action plan.
5. It is recommended to regulate the introduction of musaceas and heliconias plant material from countries where the disease is present. Likewise, any person visiting affected areas should take the necessary precautions to avoid introducing the pathogen.
6. Plant protection programs, farmers and technicians related to musaceas production from MUSALAC member countries should be trained on *Fusarium* internal and external symptoms identification to be able to identify FOC Races 1 and 2 cases.
7. The *Fusarium* experts group coordinated by MUSALAC/Bioversity should provide MUSALAC network members a simple protocol to identify Cavendish banana and plantain plants potentially infected with race 4 of FOC. Likewise, this protocol should include samples preparation and shipment to laboratories for analysis.
8. To identify and propose a Tropical Race 4 diagnostic laboratory to send the samples. As a must condition, the laboratory should be outside the banana and plantain producing region of Latin America and the Caribbean (the United States of America or South Africa).
9. The need that MUSALAC publishes a technical sheet with current information about race 4 of FOC. This should include the current pathogen state on the affected countries, potential entrance ways and disease external and internal symptomatology.
10. Bioversity International will provide to MUSALAC member and non member countries electronic files with information material, posters and technical sheets to be re-printed and distributed.


11. To provide scientific information to MUSALAC members about risk analysis in regard to Tropical Race 4 of FOC entrance to Latin America and the Caribbean and early detection analysis.
12. In subtropical countries where low temperature conditions and stress can predispose a plant and favor *Fusarium* cases appearance in Cavendish, such cases should be separately analyzed as they could raise a false alarm regarding Tropical Race 4 of FOC entrance to the continent.
13. In case of a potential pathogen entrance, a contingency plan should be developed to try to eradicate or avoid pathogen dissemination in the region.

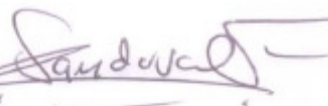
For more information please communicate with Dr. Jorge Sandoval, MUSALAC President and to Dr. Luis Pocasangre, Bioersivity Coordinator for Latin America and the Caribbean.


[jsandoval@corbana.co.cr](mailto:jsandoval@corbana.co.cr)

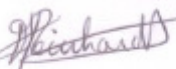
[l.pocasangre@cgiar.org](mailto:l.pocasangre@cgiar.org)

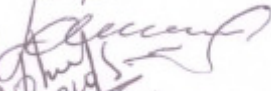
Given in the city of Merida, Venezuela, on the Six of June, Two Thousand and Nine.


  
 Luis Pocasangre, Secretario Ejecutivo MUSALAC,


  
 Jorge Sandoval, Presidente de MUSALAC, Costa Rica

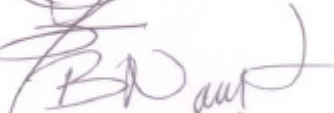
  
 Rafael Pérez Duvergé, República Dominicana

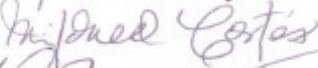
  
 Domingo Reinhardt, Brasil


  
 Jairo Osorio, Colombia


  
 Mario Orozco, México


  
 Martín Jiménez, Nicaragua

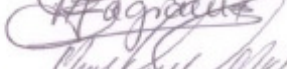
  
 Gustavo Martínez, Venezuela


  
 Benjamín Name, Panamá


  
 Mildred Cortés, Puerto Rico

  
 Juan Carlos Rojas, Perú

  
 Omar Mérida, Bolivia

  
 Juan Ángel Midence, Honduras

  
 María Julia Fagiani, Argentina

  
 Mario Maldonado, Guatemala



## Plan de Acción para TR4

### Resumen

La raza tropical 4 (TR4) del Mal de Panamá constituye una seria amenaza para la producción de banana en las Américas. Alrededor del 80% de las bananas que se producen a nivel mundial son susceptibles a esta nueva raza, incluyendo todos los cultivares comerciales del subgrupo Cavendish, subgrupo Plátano, importantes bananas de cocción AAA y ABB y diversas bananas utilizadas para postre AA, AB, AAA y AAB.

TR4 se encuentra actualmente en el Sudeste de Asia, pero fácilmente pudiera trasladarse a las Américas mediante plantas infectadas y cormos (hijos). TR4 pudiera devastar la producción de bananas utilizadas para postres, plátanos y de bananas de cocción dondequiera que estén establecidas.

El plan de acción lista medidas que deberían tomarse para prevenir la introducción de TR4 en las Américas o lidiar con el problema si se extiende a la región. Mantener TR4 fuera de las Américas requerirá educación y una elevada conciencia de la naturaleza y seriedad de esta amenaza entre las partes interesadas. Deben desarrollarse protocolos de detección precisos para monitorear la posible incursión del patógeno, así como planes de contingencia que serían activados si TR4 se extiende al Hemisferio Occidental. El plan de acción requerirá apoyo monetario de productores, vendedores y firmas exportadoras de la región.

### Antecedentes

El Mal de Panamá, conocido también como marchitamiento de la banana por fusarium, es la enfermedad letal más importante de la banana (Moore et al., 2001; Ploetz, 2005; Ploetz, 2006a, b; Simmonds, 1966; Stover, 1962; Thurston, 1997). La enfermedad es causada por un hongo diverso, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (FOC), el cual se encuentra en la mayoría de las regiones



Figure 1. TR4 is found in the blackened areas.



Figure 2. Cavendish monoculture affected by TR4.

productoras de banana. Sin embargo, las razas específicas del patógeno tienen una distribución geográfica más restringida. La raza más destructiva de FOC, la raza tropical 4 (TR4), se encuentra solamente en el sudeste de Asia (Fig. 1).

TR4 tiene un rango de hospederos inusualmente amplio. Todos los cultivares comerciales en el subgrupo Cavendish son



susceptibles (Fig. 2), como lo son importantes bananas de cocción ABB y AAA, los plátanos y varios cultivares utilizados como postres AA, AB, AAA, y AAB. Alrededor del 80% de toda la producción de bananas proviene de cultivares que son susceptibles a TR4 (Fig. 3).

La mayoría de los sectores de producción podrían ser impactados si TR4 se extiende a las Américas. TR4

dañaría la producción destinada al comercio de exportación, que depende del subgrupo Cavendish, así como al consumo local y de subsistencia de Cavendish, plátano, bananas de cocción y otras bananas utilizadas como postre. Un reciente estimado de riesgo identificó a TR4 como la mayor amenaza para la producción sostenida de banana (Ploetz, 2008).

Mantener a TR4 fuera de las Américas es de extrema importancia. Esta ambiciosa meta pudiera depender de las siguientes actividades:

1. examinar las medidas de cuarentena vigentes en varios países y puertos de entrada del Hemisferio Occidental;
2. incrementando la conciencia de la naturaleza y seriedad de la amenaza de TR4 entre las partes interesadas;
3. entrenando a personal de cuarentena y a productores en las vías a través de las cuales TR4 podría moverse al hemisferio, así como a los productores en el diagnóstico de TR4;
4. desarrollando una técnica de diagnóstico sensible que permita identificar incursiones de TR4 de una forma rápida y acertada;
5. desarrollando bases de datos de poblaciones de FOC existentes en las Américas y
6. desarrollando protocolos de erradicación para cuando/si llegue TR4 a las Américas.

Los requerimientos para cada objetivo se describen a continuación.

#### Objetivos

1. Revisar la cuarentena. Serán revisadas las restricciones de cuarentena vigentes en países del Hemisferio Occidental para determinar si existen puntos débiles y analizar posibles mejoras. A pesar de que se comprende la soberanía de los países de la región,

anticipamos la cooperación entre todos los países una vez que la gravedad de la amenaza de TR4 sea clara.

**2. Incrementar la conciencia.** Se necesita incrementar la conciencia acerca de la amenaza de TR4 en los países productores. Se necesitará educar a personal de cuarentena, viajeros internacionales y a todos los eslabones involucrados en la cadena de producción y comercialización, sobre la naturaleza y magnitud de la amenaza.

Se desarrollarán carteles en varios idiomas que sensibilicen y eduquen a los viajeros en puertos de entrada internacionales, acerca de las leyes de cuarentena y las restricciones en el traslado de material vegetal. Materiales educativos con información especializada sobre TR4 se desarrollarán para aquellos en cuarentena, producción y comercialización.

**3. Entrenamiento.** Autoridades de cuarentena y producción deben ser educadas en las vías a través de las cuales pudiera introducirse TR4 en las Américas y en la importancia de transportar germoplasma de banana de forma segura. Bajo ninguna circunstancia deben ser trasladados cormos (hijos) y semillas tradicionales a través de fronteras internacionales. Plántulas certificadas obtenidas a partir del cultivo de tejidos, son la única vía segura a través de la cual el germoplasma debe ser trasladado (Diekman and Putter, 1996).

Los productores también deberían ser entrenados en cómo diagnosticar TR4. Los síntomas causados por TR4 son idénticos a los causados por otras razas de FOC, pero el rango de cultivares hospederos afectados por TR4 es mucho más amplio. Un aspecto importante del entrenamiento sería cómo coleccionar y enviar de forma adecuada muestras sospechosas de la enfermedad (por ejemplo: Plantas Cavendish con síntomas de Mal de Panamá) a laboratorios regionales para la identificación específica de TR4. Los encuentros deberían realizarse en países productores en los cuales tendría lugar el entrenamiento de personal clave.

**4. Herramientas para el diagnóstico.** A pesar de que el análisis tradicional de compatibilidad vegetativa, que diagnostican los fenotipos VCG 01213/01216, son generalmente los medios confiables para identificar brotes de TR4, los resultados requieren de dos a tres semanas. Considerando que la erradicación de brotes de nuevas enfermedades depende frecuentemente de la inmediatez del diagnóstico, lo más valioso sería contar con una herramienta que permitiera una rápida y correcta identificación de TR4. Se anticipa que la herramienta de diagnóstico desarrollada podría ser utilizada en cualquier laboratorio con equipamiento estándar para PCR.

**5. Base de Datos sobre FOC.** Se necesita una base de datos acerca de las poblaciones de FOC existentes en las Américas. Hay grandes lagunas en que se conoce sobre la distribución y diversidad de este patógeno en occidente. Una base de datos que documente dónde y qué poblaciones existen en las Américas, proporcionaría valiosa información para futuros brotes del Mal de Panamá.

**6. Eradicación.** La detección temprana de un brote de TR4 (ver objetivo 4) permitiría la erradicación y/o medidas de cuarentena que minimizarían impactos subsiguientes. Una vez desarrollado el plan de acción y que las autoridades de producción y cuarentena

estén involucradas, serán identificados cadenas de comandos y actividades de erradicación apropiados.

#### Referencias

- Diekman, M., and Putter, C.A.J. 1996. *FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm. No. 15. Musa*. 2<sup>nd</sup> edition. Food and Agricultural Organization of the United Nations. International Plant Genetics Resources Institute, Rome.
- Moore, N., Pegg, K.G., Buddenhagen, I.W., and Bentley, S. 2001. Fusarium wilt of banana: A diverse clonal pathogen of a domesticated clonal host. Pages 212-224 in: B.A. Summerell, J.F. Leslie, D. Backhouse, W.L. Bryden, and Burgess, L. (eds.). *Fusarium: Paul E. Nelson Memorial Symposium*. APS Press.
- Ploetz, R.C., and Pegg, K.G. 2000. Fusarium wilt. Pages 143-159 In: Jones, D.R. (ed.) *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. CABI Publishing. Wallingford, UK.
- Ploetz, R. C. 2005. Panama disease, an old nemesis rears its ugly head: Part 1, the beginnings of the banana export trades. Published Online 21 December 2005. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2005-1221-01-RV.
- Ploetz, R.C. 2006a. Fusarium Wilt of Banana Is Caused by Several Pathogens Referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology* 96:653-656.
- Ploetz, R.C. 2006b. Panama disease: An old nemesis rears its ugly head. Part 2. The Cavendish era and beyond. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2006-0308-01-RV.
- Ploetz, R.C. 2008. Assessing threats that are posed by destructive banana pathogens. *Acta Horticulturae* (In press).
- Simmonds, N.W. 1966. *Bananas*. 2<sup>nd</sup> ed. Longmans, London, UK.
- Stover, R.H. 1962. *Fusarial Wilt (Panama Disease) of Bananas and other Musa species*. CMI, Kew, Surrey, UK.
- Thurston, H.D. 1997. *Tropical Plant Diseases*. 2nd ed. Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN.

---

## Tropical race 4 of Panama disease: A dangerous threat to sustainable production of banana and plantain

Randy C. Ploetz  
University of Florida, IFAS  
Tropical Research & Education Center  
18905 SW 280<sup>th</sup> Street  
Homestead, FL 33031-3314 USA  
305 246-7000; kelly12@ufl.edu  
[http://trec.ifas.ufl.edu/personnel\\_faculty\\_randy\\_ploetz.shtml](http://trec.ifas.ufl.edu/personnel_faculty_randy_ploetz.shtml)

---

### Abstract

Tropical race 4 (TR4) of Panama disease is a serious threat to banana production in the Americas. Over 80% of the bananas that are produced worldwide are susceptible to this new race, including all commercial cultivars of the Cavendish subgroup, the plantain subgroup, important AAA and ABB cooking bananas, and diverse AA, AB, AAA and AAB dessert bananas.

TR 4 is currently found in Southeast Asia, but could easily be moved to the Americas in infected plants and suckers. TR4 would devastate dessert, plantain and cooking banana production wherever it established.

The described action plan lists measures that should be taken to prevent the introduction of TR4 to the Americas, or to deal with the problem if it ever spread to the region. Keeping TR4 out of the Americas will require education and a heightened awareness among stake-holders of the nature and seriousness of this threat. Accurate detection protocols must be developed to monitor possible incursions of the pathogen. Contingency plans should also be formulated for when/if TR4 spread to the Western Hemisphere. The action plan will require support of producers, marketers, and export firms throughout the region.

---

### Background

Panama disease, which is also known as fusarium wilt of banana, is the most important lethal disease of banana (Moore et al., 2001; Ploetz, 2005; Ploetz, 2006a, b; Simmonds, 1996; Stover, 1962). The disease is caused by a diverse soilborne fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (FOC), which is found in most banana-producing regions. Specific races of the pathogen have restricted geographic distributions. The most destructive race of FOC, tropical race 4 (TR4), is currently found only in Southeast Asia (Fig. 1).

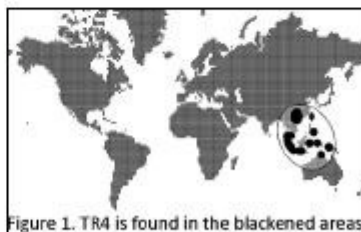


Figure 1. TR4 is found in the blackened areas.



Figure 2. Cavendish monoculture affected by TR4.

TR4 has an unusually wide host range. All commercial cultivars in the Cavendish subgroup are susceptible (Fig. 2), as are important ABB and AAA cooking bananas, the plantain subgroup, and various AA, AB, AAA, and AAB dessert cultivars. Over 80% of all banana production

comes from cultivars that are susceptible to TR4 (Fig. 3).

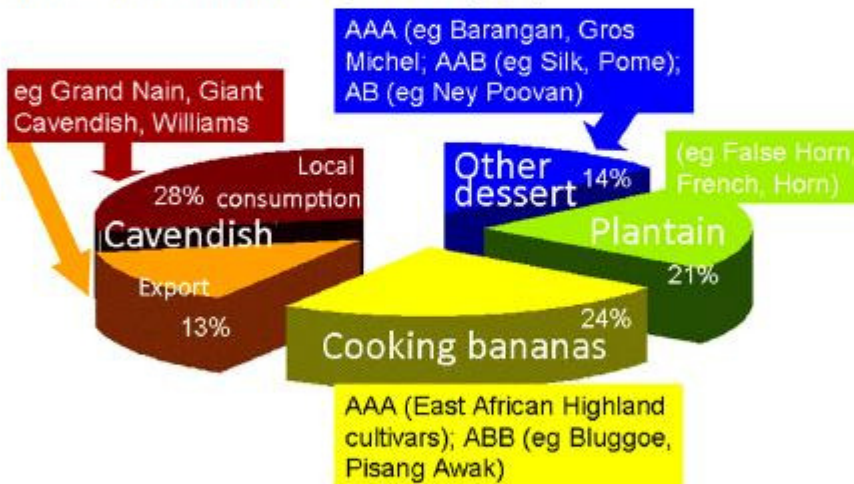


Figure 3. Piechart showing major categories of bananas and the relative percentages that are produced. Superimposed on the chart are cultivars in the different categories that succumb to TR4. In total, over 80% of the bananas that are harvested each year come from cultivars that are susceptible to TR4.

Major sectors of production would be impacted if TR4 spread to the Americas. TR4 would cripple production of the export trades, which rely on the Cavendish subgroup, as well as locally consumed and subsistence Cavendish, plantains, cooking bananas and other dessert bananas. A recent risk assessment identified TR4 as the greatest threat to sustained banana production (Ploetz, 2008).

Keeping TR4 out of the Americas is of utmost importance. This ambitious goal would rely on the following activities:

1. a survey of quarantine measures that are in place in the various countries and ports of entry in the Western Hemisphere;
2. increasing awareness among stake-holders of the nature and seriousness of the TR4 threat;
3. training quarantine personnel and producers on ways in which TR4 could move into the hemisphere, and producers on diagnosing TR4;
4. developing a sensitive diagnostic technique with which TR4 incursions could be quickly and accurately identified;
5. developing a database on populations of FOC that exist in the Americas; and
6. developing eradication protocols for when/if TR4 arrives in the Americas.

The rationale and requirements for each objective are described below.

#### Objectives

1. **Quarantine survey.** Quarantine restrictions that are in effect in countries in the Western Hemisphere will be assessed to determine if weak areas exist, or where improvements could be made. Although the sovereignty of nations in the region is understood, we anticipate cooperation among all countries once the gravity of the TR4 threat is made clear.

2. **Increased awareness.** Increased awareness of the TR4 threat is needed in producing countries. It will be necessary to educate quarantine personnel, international travellers, and those in all stages of the production and marketing chain on the nature and magnitude of the threat.

Multilingual posters will be developed that would sensitize travellers at international ports of entry and educate them on quarantine laws and restrictions on the movement of plant material. Educational materials that would provide in-depth information on TR4 will be developed for those in quarantine, production and marketing.

3. **Training.** Quarantine and production authorities must be educated on the ways in which TR4 could move into the Americas and on the importance of moving banana germplasm safely. Under no circumstances should suckers and traditional seed pieces be moved across international borders. Virus-indexed tissue-culture plantlets are the only safe means by which germplasm should be moved (Diekman and Putter, 1996).

Producers should also be trained on how to diagnose TR4. Symptoms caused by TR4 are identical to those produced by other races of FOC, but the host range of cultivars that are affected by TR4 is far wider. The proper way to sample and send suspect disease samples (e.g. Cavendish plants with symptoms of Panama disease) to regional labs for specific identification of TR4 will be an important aspect of this training. Meetings would be held in producing countries at which training of key personnel would take place.

4. Diagnostic tool. Although traditional vegetative compatibility analysis, which determines the diagnostic VCG 01213/01216 phenotype, is usually a reliable means for identifying TR4 outbreaks, results with it require 2-3 weeks. Since the eradication of new disease outbreaks is often time-sensitive, a diagnostic tool that could rapidly and accurately identify TR4 would be most valuable. It is anticipated that the developed diagnostic tool could be used in any laboratory with standard PCR expertise and equipment.

5. FOC database. A database on populations of FOC that exist in the Americas is needed. There are large gaps in what is known about the distribution and diversity of this pathogen in the west. A database that would document where and what populations of FOC exist in the Americas would provide valuable baseline information for future Panama disease outbreaks.

6. Eradication. Early detection of a TR4 outbreak (see objective 4) would enable eradication and/or quarantine measures that would minimize subsequent impact. Appropriate chains of command and eradication activities will be identified as the action plan is developed and quarantine and production authorities in the Americas are engaged.

#### References

- Diekman, M., and Putter, C.A.J. 1996. *FAQ/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm. No. 15.* Musa. 2<sup>nd</sup> edition. Food and Agricultural Organization of the United Nations. International Plant Genetics Resources Institute, Rome.
- Moore, N., Pegg, K.G., Buddenhagen, I.W., and Bentley, S. 2001. Fusarium wilt of banana: A diverse clonal pathogen of a domesticated clonal host. Pages 212-224 in: B.A. Summerell, J.F. Leslie, D. Backhouse, W.L. Bryden, and Burgess, L. (eds.). *Fusarium: Paul E. Nelson Memorial Symposium.* APS Press.
- Ploetz, R.C., and Pegg, K.G. 2000. Fusarium wilt. Pages 143-159 In: Jones, D.R. (ed.) *Diseases of Banana, Abaca and Enset.* CABI Publishing. Wallingford, UK.
- Ploetz, R. C. 2005. Panama disease, an old nemesis rears its ugly head: Part 1, the beginnings of the banana export trades. Published Online 21 December 2005. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2005-1221-01-RV.
- Ploetz, R.C. 2006a. Fusarium Wilt of Banana Is Caused by Several Pathogens Referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology* 96:653-656.
- Ploetz, R.C. 2006b. Panama disease: An old nemesis rears its ugly head. Part 2. The Cavendish era and beyond. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2006-0308-01-RV.
- Ploetz, R.C. 2008. Assessing threats that are posed by destructive banana pathogens. *Acta Horticulturae* (In press).
- Simmonds, N.W. 1966. *Bananas.* 2<sup>nd</sup> ed. Longmans, London, UK.
- Stover, R.H. 1962. *Fusarial Wilt (Panama Disease) of Bananas and other Musa species.* CMI, Kew, Surrey, UK.
- Thurston, H.D. 1997. *Tropical Plant Diseases.* 2nd ed. Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN.