



Gobierno Bolivariano  
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular  
para la Agricultura Productiva y Tierras

Instituto Nacional de  
Salud Agrícola Integral



**PROGRAMA PARA PREVENCIÓN, DETECCIÓN, MANEJO Y CONTROL  
DE LA MARCHITEZ POR FUSARIUM DE LAS MUSÁCEAS, CAUSADA  
POR EL HONGO *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (**Foc  
R4T**) PARA LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**

**DIRECCIÓN DE SALUD VEGETAL INTEGRAL  
Agosto, 2021.**



## INTRODUCCIÓN.

El cultivo de musáceas, es uno de los cultivos de mayor importancia económica a nivel mundial, así lo refleja FAO: “El banano (*Musa spp.*), incluyendo el banano de postre, el plátano y el banano de cocción, es el octavo cultivo alimenticio más importante del mundo, y el cuarto más importante en los países menos desarrollados (FAOSTAT, 2015). Se producen en 135 países y en territorios en zonas tropicales y subtropicales. La gran mayoría de los productores son pequeños agricultores que cultivan el banano para un consumo doméstico o para mercados locales (menos del 15 % de la producción global de más de 130 millones de toneladas métricas se exporta). Hoy en día, el comercio de exportación internacional de banano (17 millones de toneladas métricas aproximadamente) asciende a más de 10 billones de dólares americanos por año (FAOSTAT, 2015).”

En 2015, las exportaciones mundiales de bananos, excluidos los plátanos, registraron su primer descenso desde 2010, tras haber alcanzado un nivel sin precedentes de 18,6 millones de toneladas en 2014. Aunque la demanda de importaciones siguió siendo fuerte en todas las regiones, los efectos adversos del fenómeno de El Niño, así como la propagación del fusarium del banano, afectaron negativamente a los rendimientos y produjeron una escasez de producción en varias de las principales regiones productoras y exportadoras.

El Foc R4T, es un patógeno del suelo que ha infestado plantaciones de banano en Asia sudoriental y Pakistán, y fue señalado más recientemente en Jordania, Mozambique y Australia. Es una preocupación creciente para la industria, ya que coloniza, infecta y destruye las plantas de banano Cavendish. Una vez la enfermedad presente, no puede ser controlada por prácticas de cultivo tradicionales o químicas. Los métodos disponibles para la contención de la enfermedad no son totalmente eficientes y las opciones alternativas se encuentran todavía en una etapa de evaluación. Las consecuencias sociales de la fusariosis pueden ser graves, considerando que el banano es una fuente importante de alimentación, salarios, empleos e ingresos para gobiernos en muchos países tropicales.

La marchitez por Fusarium de las musáceas (plátanos y bananos), causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T), ha sido la enfermedad más destructiva de las musáceas y está considerada entre las diez enfermedades más importantes en la historia de la agricultura. La raza 1 causó una epidemia que impactó la industria de exportación bananera de América basada en la variedad Gros Michel y provocó la desaparición de la mayoría de las plantaciones comerciales en la década de los años 50 a los 60, con un impacto económico (solo estimado para las compañías exportadoras) de US \$2,300 millones. La única solución al problema fue reemplazar ‘Gros Michel’ por variedades resistentes del subgrupo Cavendish, que representan actualmente casi la totalidad del banano de exportación plantado actualmente en el continente.



Durante muchos años los clones del subgrupo Cavendish solo fueron afectados por Foc bajo condiciones de estrés nutricional y de bajas temperaturas como las que ocurren en los bananos cultivados en los subtrópicos. Sin embargo, la aparición en el sudeste asiático a principios de los 90 de la raza 4 tropical (R4T), la cual ataca severamente a las variedades del subgrupo Cavendish en condiciones de los trópicos, constituye una seria amenaza para la industria bananera de América Latina y el Caribe. Un factor adicional que torna Foc R4T extremadamente severa es el hecho de que además de las variedades del grupo Cavendish afecta un grupo considerable de variedades importantes para la seguridad alimentaria y generación de ingresos, entre las se encuentran los plátanos (AAB), bananos de cocción tipo Bluggoe (ABB), así como otras variedades importantes para pequeños productores como Gros Michel (AAA), Prata (AAB) y Manzano (AAB). Con los antecedentes anteriormente expuestos, es evidente que una eventual entrada de Foc R4T en América tendría consecuencias devastadoras tanto económicas como en términos de seguridad alimentaria.

En el sudeste asiático, grandes superficies plantadas con variedades del subgrupo Cavendish, han sido afectadas por Foc R4T provocando pérdidas millonarias. Los daños no solo están vinculados con las pérdidas debido a plantas enfermas, sino también al costo de las medidas de manejo a implementar, así como a los cambios tecnológicos que tienen que ser introducidos para minimizar los impactos de la enfermedad.

Recientemente, se obtuvo información sobre el primer reporte de la presencia de *Fusarium* en banano causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T) fuera de la región del sudeste asiático, precisamente en Jordania, Medio Oriente. Esta enfermedad no se encuentra presente en el continente americano, pero es de alto riesgo para los países miembros del OIRSA, los cuales ya han sido alertados sobre su presencia en Asia y Jordania, para que tomen las medidas fitosanitarias de emergencia pertinentes. En adición, el OIRSA ha elaborado un Plan de Contingencia ante un posible brote.

En Venezuela se registra la producción del cultivo de musáceas localizada principalmente en los estados Zulia, Aragua, Carabobo, Trujillo, Barinas y la región oriental. Siendo, la superficie total cosechada de alrededor de 52.700 ha, con un rendimiento total de 107.600 t y un promedio de 11.955,55 Kg/ha. Desglosados en 43.500 ha de plátano con un rendimiento promedio de 12.666,6 Kg/ha; y 8.000 ha de cambur, con un rendimiento promedio de 11.600 Kg/ha.

Según reporte de los Puntos Nacionales de Ingreso y Egreso del País del INSAI, en el mercado internacional, durante los años 2015 – 2017 se exportaron para banano 2.692,233 toneladas de musáceas entre (banano y plátano), hacia los Estados Unidos, Aruba, Bonaire y Curazao.



Estas cifras de exportaciones y de producción nacional son indicadoras de la importancia de las musáceas en Venezuela y el potencial de exportación que representan, la cual está en riesgo ante el peligro de la introducción o diseminación del Foc R4T ya que adicionalmente todas las especies y variedades son susceptibles a la enfermedad. Es por ello, el interés del INSAI e instituciones afines a la agricultura en establecer e implementar el programa de prevención para así evitar la introducción de tan importante enfermedad al territorio nacional.

## 1. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Proporcionar las bases técnicas y los procedimientos para la implementación de acciones fitosanitarias que permitan prevenir, detectar y controlar en forma apropiada posibles brotes del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T) en la República de Venezuela.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Proteger al territorio de la República Bolivariana de Venezuela del posible ingreso de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (Foc R4T) a través de medidas cuarentenarias aplicadas en los Puntos Nacionales de Ingreso y Egreso.

Asegurar una adecuada implantación de vigilancia para la detección de posibles brotes de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (Foc R4T) en la República de Venezuela.

Implementar un plan de manejo y control de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (Foc R4T), en caso de que se produzca la detección de focos de la misma.

Ejecutar programas de formación, sensibilización y difusión del “**PROGRAMA PARA PREVENCIÓN, DETECCIÓN, MANEJO Y CONTROL DE LA MARCHITEZ POR FUSARIUM DE LAS MUSÁCEAS, CAUSADA POR EL HONGO** raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (Foc R4T)” dirigidos a los productores y técnicos.

### PROGRAMA DE SEGURIDAD

No existe un tratamiento totalmente efectivo viable de suelo o plantas para controlar o curar el marchitamiento por *Fusarium* en el terreno; El hongo en esporas en reposo en el suelo puede permanecer activo durante décadas y debido a que no existen variedades resistentes que puedan reemplazar las afectadas, la única medida preventiva disponible en la actualidad es la cuarentena, previniendo la transferencia de tierra afectada o material vegetal de zonas infectadas a zonas libres de Foc R4T.

En tal caso se requiere manejar medidas de seguridad según las normas establecidas por el INSAI, siendo la exclusión (evitar su entrada), la mejor opción para evitar el impacto de Foc R4T en la producción de musáceas en un país, debido a que una vez que esta plaga invade un área, se necesita la implementación de medidas fitosanitarias severas para evitar el movimiento del patógeno de áreas infectadas a áreas libres. Estas estrictas medidas son costosas y demandan personal capacitado para reconocer la plaga y poder manejarla.



## MEDIDAS CUARENTENARIAS DE PREVENCIÓN.

El programa está basado en los principios de cuarentena y epidemiología básica de prevención, ya sea para evitar la introducción o diseminación de la plaga. En el caso del *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T), por tratarse de una enfermedad que se trasmite por material vegetativo, sustrato (suelos y medios de cultivo), las medidas preventivas están orientadas a impedir la introducción o importación de los materiales vegetativos o plantas que puedan representar riesgo de estar infectadas con el hongo; así como en la vigilancia epidemiológica para detectar cualquier posible brote de Foc R4T, activando la cuarentena interna para la contención del brote hasta la erradicación del mismo.

### Entre las principales medidas preventivas:

1. Prohibir la introducción al país de material de propagación de musáceas, procedente de países en que ha sido reportado raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T).
2. Se permitirá la introducción al país material de propagación de musáceas proveniente de Áreas Libres de Foc R4T.
3. Evitar visitar fincas en los países afectados por Foc R4T. y definitivamente no visitar fincas donde se haya informado sobre la presencia de Foc R4T, a no ser que sea estrictamente necesario.
4. De los países afectados, no recoger ni transportar suelo o plantas, ni partes de plantas, de ningún género o especie. Si por razones de trabajo requiere la toma de muestras para uso interno dentro del país, debe hacerlo bajo la supervisión de un especialista y siguiendo las regulaciones cuarentenarias existentes.
5. Mantener inspección periódica a los centros de propagación de musáceas (INIA, CIPLAT, Viveros, entre otros).
6. Establecer cuarentena en la(s) Unidades de Producción (UP) donde se sospeche del brote de Foc R4T.
7. Ordenar las medidas para la mitigación del riesgo en las UP donde se confirme la presencia de Foc R4T. (Restringir la movilización y rastrear el material que haya sido movilizado desde y hacia la UP, destruir material infectado, aplicar tratamientos efectivos para el control de la plaga).
8. Campaña divulgativa de prevención y concienciación acerca del Foc R4T.

### Registro de siembra

- Fechas de siembra
- N° Casa
- Variedad y lote
- Fecha de comercialización o fecha de salida
- Registro de salida
- Destino
- Datos del comprador



#### 4. PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN.

El sistema de vigilancia fitosanitaria que se mantendrá a nivel nacional, contemplará como estrategias de acción para la detección temprana de plagas, la vigilancia activa, la cual se orienta a la captura y registro de información de Foc R4T obtenidas a través de monitoreos y verificación de denuncias, entre otros.

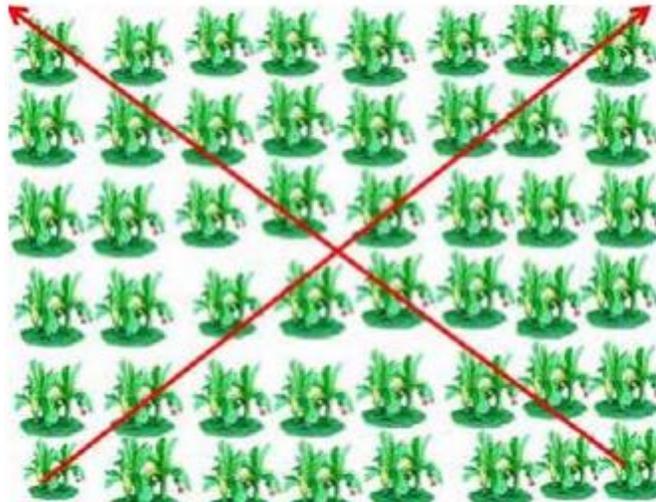
El monitoreo se realizará en:

- Áreas del entorno evaluando zonas con cultivos establecidos a partir de material de propagación vegetal importado.
- Áreas del entorno fronterizo evaluando zonas con cultivos que pudieran ser establecidos a partir de material de propagación vegetal de contrabando.
- Áreas relacionadas con lugares de acopio, consumo, almacenamiento, procesamiento o selección de productos agrícolas importados.
- Áreas relacionadas con Estaciones Experimentales agrícolas.
- Áreas de riesgo correspondientes a vías o rutas internacionales.
- Áreas de riesgo correspondientes a zonas aledañas a los espacios de disposición final de basura internacional.

La vigilancia activa se realizará en base a una selección del sitio de detección de la siguiente manera:

Superficie Lote	Superficie sitio de detección
Menor de 1 ha	Total
1 a 5 ha	1 ha
Mayor de 5-12 ha	2 ha
Mayor de 12 -30 ha	4 ha
Mayor de 30 ha	4 ha

Una vez seleccionado el sitio de monitoreo, se procede a recorrer el lote siguiendo un diseño de acuerdo a la forma de producción de la especie de cultivo.



Forma de realizar el monitoreo.

#### 4.1. Diagnóstico preliminar del *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc R4T).

Cuando se tenga sospecha de la presencia de Foc R4T, a través de las prospecciones, inspecciones, de las notificaciones pertinentes, o de cualquier otro medio, deben adoptarse una serie de medidas cautelares orientadas a confirmar o desmentir la presencia de la enfermedad y a evitar su dispersión mientras se define la situación.

Estas medidas son las siguientes:

1. Confirmar presencia o ausencia del brote (hasta confirmar la presencia o ausencia del brote, se procederá a la inmovilización del material vegetal y/o frutos del área sospechosa).
2. Determinar la/s fuente/s primaria/s de la sospecha de contaminación.
3. Establecer medidas complementarias adecuadas basadas en el nivel de riesgo estimado, para evitar cualquier dispersión potencial del organismo (ej. Delimitar el área con posible presencia del brote).
4. Si existe riesgo de contaminación de material vegetal que se dirija a otro sitio, debe informar inmediatamente a la coordinación respectiva. (INSAI)

Una vez recibida la denuncia sobre la sospecha de Foc R4T, el personal del Instituto pertinente acudirá al sitio donde se presume la presencia de la plaga, para establecer un diagnóstico preliminar. Si amerita darle seguimiento o confirmación del diagnóstico, se requerirá del envío de muestras a un laboratorio reconocido por el mismo instituto para la confirmación. La falta de confirmación del diagnóstico no será obstáculo para que con base en el diagnóstico preliminar se implementen acciones de emergencia que estén orientadas a la contención y/o erradicación de la plaga, como son:

Eliminación de hospedantes con síntomas o potencialmente infectados.

Establecimiento de área o áreas bajo cuarentena que implica la restricción de movilización de vías de dispersión de Foc R4T desde el (o las) área(s) infestada(s).

Si se aplican medidas de erradicación, deberán tomarse muestras de las plantas que se eliminan a fin de obtener una confirmación posterior de la plaga. Es de suma importancia tener en cuenta que para la toma, manipulación y transporte de las muestras deben acatarse las medidas de bioseguridad necesarias para evitar la dispersión de la plaga.



#### **4.2. Confirmación de diagnóstico de Foc R4T**

Si los resultados de confirmación del diagnóstico son negativos, se detendrá el proceso de cuarentena y se harán las notificaciones necesarias para comunicar que la amenaza ya no existe o que se trató de una falsa alarma. Si los resultados de diagnóstico preliminar y/o confirmación del diagnóstico son positivos, los técnicos de Vigilancia Fitosanitaria deberán:

Aumentar los monitoreos en las zonas y sectores aledaños donde se ha confirmado la presencia de la plaga, los mismos que se intensificarán en un radio de 5 km del foco afectado tratando de cubrir toda la superficie de la zona en un lapso no mayor a una semana, teniendo como fin delimitar el área afectada por Foc R4T, a través de Vigilancia activa. Se realizará un levantamiento de información y monitoreos en la zona afectada y las zonas aledañas, para lo cual se inspeccionarán visualmente el 15 % de la superficie total de cultivos comerciales y no comerciales de musáceas y heliconáceas.

#### **4.3. Determinación de lugares con mayor probabilidad de ser infectados para monitoreo de zona con posible foco de Foc R4T**

Para determinar las localidades y lugares con mayor probabilidad de ser infectados debido a incursiones iniciales de Foc R4T se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- El área circundante al brote (donde se encuentra la planta o plantas enfermas y con síntomas) a una distancia de 7,5 m de la planta o plantas enfermas y con síntomas tiene una alta probabilidad de estar infestada por el hongo y por tanto, las plantas hospedantes ubicadas dentro de esta área.
- Si el brote está cerca de un cauce, existe la posibilidad que sea originado a partir de otro brote ubicado aguas arriba, por lo que, en estos casos, todas las áreas de la cuenca o subcuenca aguas arriba tendrían alguna probabilidad de contener un brote y deberían ser monitoreadas mediante encuestas de delimitación, detección o monitoreo.
- Si el o los brotes se ubican cerca de caminos o carreteras, las áreas con hospedantes en la ruta o rutas de estos podrían considerarse como áreas con probabilidad de haber sido infectadas.
- Las áreas en las que se comparte la mano de obra, uso de maquinaria agrícola o se haya intercambiado (movilizado en una o en ambas direcciones) materiales de propagación de musáceas y heliconáceas con el lugar de producción o campo donde ocurra la incursión o brote; deben considerarse con probabilidad alta de estar infectadas.

### **5. FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.**

La factibilidad técnica y económica es un factor importante en el programa de prevención, detección, manejo y control de Foc R4T y su implementación implicará costos directos e indirectos que pueden ser elevados debido a la campaña mediática que se debe desarrollar para sensibilizar a viajeros, servidores públicos y comunidad en general que hace vida y transita por los Puntos Nacionales de Ingreso y Egreso del País (PNIE), así como de los productores de musáceas y las autoridades en los diferentes puntos de control; la superficie a monitorear sembrada con musáceas, diversidad de plantas hospedantes y la capacidad de dispersión del hongo.



Se debe tener en cuenta que no existe tratamiento alguno para el control de Foc R4T; por lo que las únicas alternativas son la destrucción de cultivos, el establecimiento de cuarentenas a las zonas diagnosticadas y el uso de variedades resistentes o tolerantes, que actualmente no existen en el País.

Los costos directos de la implementación de este programa estarán constituidos por los costos asociados con la ejecución del programa de prevención; tales como elaboración de micros audiovisuales para la publicación en los medios radiales y televisivos del País, la parrilla de programación de los PNIE; la elaboración de material POP, dípticos, trípticos, folletos, volantes, pendones, vallas y todos los necesarios para obtener el mayor alcance informativo acerca de la enfermedad en la población.

Los costos asociados con la ejecución del programa emergencia, tales como servicios de diagnóstico, equipo de laboratorio y sus accesorios, flete aéreo para envío de muestras sospechosas a laboratorios de referencias, incluyendo maquinaria y vehículos, combustibles y lubricantes, servicios de transporte, alquileres, capacitación, divulgación, salarios, viáticos (para encuestas, monitoreo y control), mano de obra para labores de control, papelería, costos administrativos y consultorías.

Los beneficios estarían constituidos en los ahorros directos en costos que podrían ocurrir si el programa no se ejecutara, entre estos, la prevención de pérdidas en las cosechas de plantaciones de musáceas y costos por controles adicionales de la plaga por los productores. La precisión de la estimación de los costos / beneficios dependerá de la capacidad de predecir el impacto del Foc R4T si esta entrara al país y no fuera controlada ocasionando la pérdida de la producción de musáceas nacional. Para esto se pueden usar los datos sobre las pérdidas de producción en países donde el Foc R4T se ha introducido (Ver anexo 1: Ficha técnica de la descripción de raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense). Un mejor ajuste de la predicción podría conseguirse si se toma en cuenta la importancia de la producción de musáceas y las condiciones del cultivo en cada país, condiciones climáticas y variedades o clones utilizados en la producción.

Se recomienda al momento de ejecutar el programa, la sección 2.3 de la NIMF N°11, Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados, como referencia para la identificación y clasificación, tanto de los costos como de los beneficios.

### **5.1 Factibilidad Técnica y Económica de Erradicación del Foc R4T.**

La experiencia registrada en los países donde el Foc R4T se ha presentado, nos indica que la erradicación práctica de esta enfermedad puede definirse como compleja. Generalmente, para el Foc R4T la técnica factible es el control y prevención. Introducida la enfermedad es sumamente difícil erradicarla y los esfuerzos van dirigidos a la prevención de que no se infecten las áreas sanas ya que una vez infectadas no hay cura.

Se recomienda a los países que todos los esfuerzos, recursos humanos y económicos disponibles deben ser dirigidos a la prevención, principalmente en los PNIE.



Cuando el hongo sea detectado en una unidad de producción, entonces, es de prioridad inmediata el establecimiento de cuarentena en la zona; El control químico no es una opción en las unidades de producción donde exista el hongo.

Debido a que el hongo se establece en el suelo, las zonas infectadas se constituyen en fuente de inóculo del hongo, es imprescindible que sea cuarentenado lo más pronto posible la unidad de producción y la zona para evitar su diseminación.

Por otra parte es importante implementar el programa de producción de clones de variedades resistentes o tolerantes al Foc R4T; la certificación de viveros de musáceas en cada país que oferte a la demanda clones sanos resistentes o tolerantes al Foc R4T que reemplacen a los infectados, que hay que remover.

Los costos más importantes que se pueden asumir al implementar el presente programa, lo constituyen las actividades de prevención (divulgación y sensibilización) vigilancia fitosanitaria (encuestas, inspecciones, muestreos, registros), establecimiento de cuarentenas, remoción de clones infectados, importación de clones resistentes o tolerantes al Foc R4T, diagnósticos de laboratorio, investigación y desarrollo de clones resistentes o tolerantes al Foc R4T adaptados a nuestras condiciones, laboratorios de cultivo de tejidos, establecimiento de bancos de germoplasmas y la implementación de un programa de certificación de viveros.

## **6. PROCEDIMIENTOS REGLAMENTARIOS.**

### **6.1 Marco Legal sobre emergencias fitosanitarias.**

Se elaboró una providencia por la cual se establecen las medidas y los procedimientos fitosanitarios para prevención y contención de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T).

### **6.2 Acciones a Reglamentar.**

Al detectarse el Foc R4T, el INSAI deberá inmediatamente elaborar una resolución de declaratoria de Emergencia Fitosanitaria en base a la norma legal existente. NIMF N° 13 sobre Notificación de una plaga. Esta declaratoria le facilitará el acceso a fondos de emergencia nacionales o de organismos internacionales, así como, será de utilidad para que otros países tomen las precauciones pertinentes e intensifiquen la búsqueda del Foc R4T en sus propios territorios. La cual debe contemplar las siguientes medidas:

#### **Medidas Fitosanitarias específicas, tales como:**

1. Prohibir la introducción de material vegetativo de musáceas de países infectados con Foc R4T. Se permitirá la introducción al país material de propagación proveniente de Áreas Libres de Foc R4T.
2. Se permitirá la introducción de material de propagación proveniente de un país que tenga un programa de certificación de plantas de musáceas reconocido y previa autorización del INSAI, así como también que el material introducido sea sometido a cuarentena y sus respectivas pruebas.



3. Prohibir la importación de plantas musáceas ornamentales hospedantes de Foc R4T. Ver anexo 1, donde se especifica el ítem de hospedero.
4. Exigir que los viveros para la producción de plantas de musáceas estén certificados por el INSAI.
5. Facultar el acceso a propiedades privadas para prospección, inspecciones, evaluación, toma de muestras y control.
6. Denunciar con carácter de obligatoriedad la presencia o sospecha del Foc R4T por parte de productores y público en general.
7. Establecer las medidas de emergencias a aplicar en caso de que se detecte un brote de Foc R4T.

## 7. ORGANIZACIÓN A LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

Es conveniente que en todos los Puntos Nacionales de Ingresos y Egresos del país, existan mecanismos apropiados para prevenir la entrada de las plagas cuarentenarias; así como en los estados, donde se debe mantener activo e informado a los servidores público de la Coordinación de Salud Vegetal Integral de cada región, en caso de presentarse un evento (brotes con diagnóstico preliminar confiable de Foc R4T).

La coordinación de Salud Vegetal Integral regional+, tendrá un papel protagónico en la integración de esfuerzos estatales y privados en la prospección y control del Foc R4T, se recomienda que cada estado realice vigilancia fitosanitaria.

Entre las responsabilidades de la Dirección Nacional de Salud Vegetal Integral del INSAI son:

- a) Evaluar el brote y recomendar las medidas fitosanitarias a tomar.
- b) Elaborar y aplicar la normativa legal de Emergencia Fitosanitaria.
- c) Gestionar el financiamiento para la ejecución del programa.
- d) Incluir acciones en el Plan Operativo en cualquier etapa de ejecución a fin de decidir sobre la continuidad del mismo o cambios de estrategias (de erradicación- eliminación, medidas alternativas o viceversa, considerando la factibilidad técnica y económica).

### 7.1 Activación de la Emergencia.

La activación de la Emergencia, debe considerar el siguiente procedimiento:

- a. Diagnóstico oficial, confirmado y certificado por el INSAI.
- b. Activar el Programa para Foc R4T y el Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC R4T) para la República Bolivariana de Venezuela
- c. Aplicar las medidas precautorias de emergencia en el marco legal vigente del país, esto con el fin de evitar que los servidores públicos incurran en posibles abusos de autoridad o que los propietarios de las unidades de producción infectadas no cooperen con el programa de control de la enfermedad.

### 7.2 Procedimientos para la Evaluación Preliminar.

#### Encuesta de delimitación del Foc R4T.



Con la confirmación de un brote de Foc R4T en un área de producción de musáceas o traspatio, la evaluación preliminar se limita a un monitoreo más detallado del área real afectada. Esto implica un muestreo más minucioso y la toma de un mayor número de muestras para su diagnóstico de laboratorio. Su objetivo es determinar el área geográfica abarcada por la enfermedad.

### 7.3 Respuestas operacionales según evaluación preliminar.

En el caso de Foc R4T la estrategia epidemiológica es la prevención de que otras unidades de producción se infecten, para ello, la metodología se basa en los principios básicos de control epidemiológico estableciendo cuarentenas en la zonas donde se tenga sospecha o se haya diagnosticado Foc R4T.

### 7.4 Implementación del Programa de Emergencia.

Al ser confirmado el o los brotes de Foc R4T en áreas determinadas por el diagnóstico preliminar confiable y oficial, se activará el “Programa para prevención, detección, manejo y control de raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* (Foc R4T), agente causal de la Marchitez por *Fusarium* de las musáceas para la República Bolivariana de Venezuela”. El Director Nacional de Salud Vegetal Integral, informará a las Direcciones regionales, para la ejecución del mismo.

### 7.5 Formación.

La Dirección Nacional de Salud Vegetal Integral y la Comisión Nacional para Prevención, control y contención de plagas cuarentenarias para los cultivos de musáceas, coordinará las actividades del plan de formación del personal técnico a través de seminarios, talleres, nacionales e Internacionales sobre las características de Foc R4T, a su vez, deberán ejecutar actividades de entrenamiento y formación a nivel técnico y de productores, en cada región.

Los entrenamientos deben ser impartidos por técnicos formados en Foc R4T y deben contemplar los aspectos de las características de la enfermedad a nivel teórico y práctico, tomando en cuenta las disposiciones legales y los recursos para su manejo, el tiempo del plan de formación se discutirá en la comisión nacional.

Los temas que se recomiendan sean abordados son:

#### A. Temas generales

- a) Los bananos y plátanos: características generales, variedades e importancia económica
- b) Plagas de las musáceas
- c) La Marchitez por *Fusarium*

- ✚ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, Introducción a la taxonomía de *Fusarium*
- ✚ Síntomas (diferenciación con los de otras plagas), hospedantes (reconocimiento)
- ✚ Ciclo de la enfermedad, patogenicidad.
- ✚ Epidemiología del *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*
- ✚ Manejo de la marchitez por *Fusarium*
- ✚ Plan de contingencia para el Foc R4T



## B. Temas de Aspectos Metodológicos (teoría y práctica)

- + La Marchitez por Fusarium
- + Protocolos para toma, conservación y envío de muestras
- + Protocolos de aislamiento y conservación de los aislamientos
- + Protocolos para la extracción de ADN de plantas y hongos
- + Métodos para la detección molecular de fitopatógenos
- + Diagnóstico por PCR de Foc R4T
- + Procedimientos de encuesta
- + Procedimientos de control
- + Supervisión y evaluación
- + Recopilación y procesamiento de la información - informes

### 7.6 Supervisión y Control.

Comisión Nacional para Prevención, control y contención de plagas cuarentenarias para los cultivos de musáceas junto la Dirección Nacional de Salud Vegetal Integral, las coordinaciones de Salud Vegetal de cada región, sostendrán reuniones permanentes, en base a los informes de seguimientos elaborados y así evaluar las estrategias aplicadas y realizar supervisiones periódicas

## 8. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DEL Foc R4T.

### 8.1 – Estrategias y Técnicas de control.

Como se ha detallado anteriormente, es muy difícil erradicar y controlar eficientemente el Foc R4T. La incidencia del Foc R4T en los países en los que ha sido identificado a acabado con el cultivo de musáceas en las zonas infectadas, obligando a utilizar clones resistentes o tolerantes, esto justifica el “Programa para prevención, detección, manejo y control de raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T), agente causal de la Marchitez por Fusarium de las musáceas para la República Bolivariana de Venezuela” y la necesidad de la prospección inmediata para su detección oportuna.

Crear la Comisión técnica de Foc R4T capítulo Venezuela, integrada interinstitucionalmente con la activa participación del sector privado productor de musáceas en Venezuela donde permitirá la articulación y sinergia que requiere enfrentar la enfermedad más desbastadora de las musáceas. Como estrategia básica para el control de Foc R4T, se debe considerar lo siguiente:

1. Todo recurso técnico, humano y económico debe ser dirigido a prevenir el ingreso de material vegetal de musáceas; así como implementar vigilancia rigurosa en las zonas productoras de musáceas.
2. La atención inmediata del problema fitosanitario que se viene presentando en las zonas productoras de musáceas del Estado Aragua, ocasionado por el complejo microbiano al que se le ha denominado “Falso Mal de Panamá”.
3. Establecer programa de mejoramiento genético para la obtención de materiales resistentes o tolerantes al Foc R4T.
4. Registrar en base de datos las medidas fitosanitarias aplicadas en los PNIE para el control de Foc R4T.



5. Establecer las sanciones a los viajeros, tripulantes y demás personas naturales o jurídicas que incumplan con la Providencia por la cual se establecen las medidas y los procedimientos fitosanitarios para prevención y contención de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T).
6. Registrar en base de datos las medidas fitosanitarias realizadas para medir y analizar los resultados del control del Foc R4T.

En el caso de la Contención (cuarentenas internas), se deben tener en cuenta los riesgos de dispersión de Foc R4T.

Criterios para el establecimiento y delimitación de áreas sujetas a medidas fitosanitarias.

- Estudios antes y durante el programa que deben realizarse (orígenes, rutas, destinos de artículos regulados infectados).
- Análisis de las vías de dispersión, incumplimiento de la normativa de emergencia, evaluación de la eficacia de la vigilancia y procedimientos cuarentenarios.
- Descripción de los procedimientos, medidas de seguridad, manejo del material infectado, datos que deben registrarse (consultar la Sección 3.2, Directrices para los programas de erradicación de plagas del NIMF N° 9)
- El mejoramiento genético orientado hacia la resistencia y la investigación en el campo de compuestos sistémicos que controlen eficientemente el patógeno dentro de la planta debe ser investigado.
- Realizar ensayos con controladores biológicos.

La información sobre las estrategias técnicas para el control del hongo se detallan minuciosamente en la Ficha Técnica correspondiente al Anexo 1, respectivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO – AGROCALIDAD. 2013. Plan Nacional de Contingencia para *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T)

CROP PROTECTION COMPENDIUM; CAB INTERNATIONAL. 2006

FAO. 2017. Situación del mercado del Banano, 2015-16; [en línea] <http://www.fao.org/3/a-i7410s.pdf>; visto 27-11-2017

MARTINEZ, G. *et al*; 2008. Breve análisis sobre la producción de Musáceas en Venezuela; Producción Agropecuaria, Febrero 2008, p. 24- 29, Vol. 1, N° 1; Universidad Nacional Experimental Sur del Lago [en línea] [https://www.researchgate.net/publication/298807765\\_Breve\\_Analisis\\_sobre\\_la\\_produccion\\_de\\_musaceas\\_en\\_Venezuela](https://www.researchgate.net/publication/298807765_Breve_Analisis_sobre_la_produccion_de_musaceas_en_Venezuela) ; visto 24-11-2017.

NORMAS INTERNACIONALES PARA MEDIDAS FITOSANITARIAS N° 05 - Versión en



línea Versión en línea del Glosario de términos fitosanitarios. Producido por la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria Adoptado en 2016; publicado en 2016. FAO 2016.

NORMAS INTERNACIONALES PARA MEDIDAS FITOSANITARIAS N° 09. Directrices para la erradicación de plagas Programas. Producido por la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria Adoptado en 2016; publicado en 2016. FAO 2016

NORMAS INTERNACIONALES PARA MEDIDAS FITOSANITARIAS N° 13. Directrices para la notificación del incumplimiento y acción de emergencia. Producido por la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Adoptado en 2001; publicado en 2016

PEREZ, L. 2013. Manejo integrado de la Marchitez por *Fusarium* de las musáceas o mal de Panamá: perspectivas del control cultural, biológico, químico y genético; Curso de Capacitación sobre Diagnóstico y Manejo del Mal de Panamá de las Musáceas (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense): Creando Capacidades para la Prevención de la Entrada y Detección Temprana de la Raza 4 Tropical, Quevedo, Ecuador; [en línea] <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/D1-05%20Manejo%20integrado%20de%20Mal%20de%20Panama.pdf>; visto 24-11-2017

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA (OIRSA). 2009. América Latina discute programa para la protección del cultivo del banano y plátano. Mirador Agrosanitario. No. 3. Septiembre 2009. San Salvador, El Salvador.

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA OIRSA. 2013. Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense en un país de la región del OIRSA.



## FICHA DESCRIPTIVA DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen Raza 4 Tropical (*Foc* R4T)

### CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL ORGANISMO CUARENTENARIO POSICIÓN TAXONÓMICA

Dominio: Eukaryota  
Reino: Hongos  
Phylum: Ascomycota  
Clase: Ascomycetes  
Subclase: Sordariomycetidae  
Orden: Hipocreales  
Familia: Nectriaceae  
Género: *Fusarium*  
Especies: *F. oxysporum*  
*Forma specialis* ' *cubense*' (2022)  
Razas fisiológicas: 4 (2022)  
(Syn. *Fusarium odoratissimum*)



#### Notas sobre taxonomía y nomenclatura:

*Fusarium* es uno de los géneros de hongos más importantes, recientemente ocupó el quinto lugar en un listado de los principales patógenos de plantas en función de su importancia científica/económica (Ploetz, 2005). En este taxón, *Fusarium oxysporum* es un complejo de especies, que incluye tanto especies no patógenas como patógenos de plantas que causan marchitez vascular, pudriciones de raíces en cientos de plantas hospedantes (Comunidad Andina, 2020). Hasta ahora, se han descrito más de 150 formas específicas a huésped de *F. oxysporum* conocidas como *formae speciales* (f. spp.) y cada *forma specialis* (f. sp.) tiene la capacidad infectar una especie de planta huésped única (Comunidad Andina, 2020).

*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* no se puede distinguir confiablemente en cultura de otras formas especiales. La forma especial designada *cubense* se aplicó solo sobre la evidencia de pruebas de patogenicidad y su capacidad para causar síntomas de marchitez en condiciones de campo parece estar limitada a los hospedadores en las Musáceas: especies de *Musa* y *Heliconia* (OIRSA, 2017).

La Raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc* R4T) posee características semejantes a las demás razas ya presentes en Venezuela, con la diferencia de que es patogénica a las variedades del subgrupo Cavendish en condiciones tropicales.

#### AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD

**Agente causal:** *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen Raza 4 Tropical (*Foc* R4T)



La marchitez por *Fusarium* es una enfermedad causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f sp. *cubense* (*Fusarium odoratissimum*). Actualmente, según García-Bastidas *et al.* (2019), con capacidad de producir estructuras de resistencia (clamidosporas), constantemente liberadas al invadir el huésped, que puede o no mostrar síntomas visibles. Las clamidosporas le permiten al patógeno adaptarse a condiciones extremas y perpetuarse en el suelo en ausencia de hospederos por más de veinte años, lo que limita su control (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020).

## RAZAS

En el caso de *Foc*, hay tres razas bien conocidas identificadas por su patogenicidad para hospedantes de banano triploide clonales específicos: (i) *Foc* Raza 1, que destruyó la bien establecida industria bananera del cultivar 'Gros Michel' (Grupo del genoma AAA) que se cultivaba en plantaciones de monocultivo en las Américas, África y el Lejano Oriente durante la década de 1900 y también puede causar enfermedades en otros cultivares, como 'Silk' (AAB), 'Pome' (AAB), 'Pisang Awak' (ABB) y 'Maqueno' (AAB); (ii) *Foc* Raza 2, que infecta los bananos de cocción, especialmente los del subgrupo Bluggoe (ABB); y (iii) *Foc* Raza 4, que se sabe que causa enfermedades en cultivares susceptibles a las razas 1 y 2 y, lo que es más importante, en cultivares del subgrupo 'Cavendish' (AAA) resistentes a *Foc* raza 1. *Foc* Raza 4 ha se ha dividido aún más en Subtropical Race 4 (SR4), que infecta cultivares del subgrupo 'Cavendish' y cultivares susceptibles a *Foc* raza 1 y *Foc* raza 2 en los subtrópicos, donde las plantas están expuestas a condiciones de estrés, como bajas temperaturas y sequía, y *Foc* Tropical Raza 4 (*Foc* TR4), que infecta muchos de los mismos cultivares que SR4 en condiciones tropicales y subtropicales sin factores predisponentes. La raza 3, que en el pasado se informó que infectaba a *Heliconia* spp. (Parientes del banano americano tropical), ya no se reconoce como un patógeno del banano (2022)

## RANGO DE HOSPEDERO

Según la hoja de datos de CABI sobre *Foc* TR4, el patógeno afecta principalmente a especies de *Musa* (plátano, plátano), incluida *M. acuminata*. Además, *Heliconia* spp. y otros parientes del banano están indicados por CABI como 'otros huéspedes'. Sin embargo, *Heliconia* spp., fueron reportados en el pasado como huéspedes de *Foc* raza 3, que ya no se reconoce como un patógeno del banano (2022).

Según la base de datos global de la EPPO, los principales huéspedes de *Foc* TR4 son *Musa* sp. y *M. acuminata*.

Se listan otras especies como hospedantes potenciales de *Foc* R4T: *Amaranthus* spp., *Ensete ventricosum* (enset, plátano abisinio; Wardlaw, 1972), *Euphorbia heterophylla* (flor de pascua silvestre); *Tridax procumbens* (botones de abrigo), *Panicum purpurascens* (2022).

No se ha documentado la importancia epidemiológica de las especies vegetales que no pertenecen al género *Musa*. Sin embargo, se ha planteado la hipótesis de que las malas hierbas pueden actuar como reservorios de inóculo en ausencia de las especies hospedantes cultivadas (2022).



Cabe señalar que la mayoría de los informes sobre el rango de hospedantes de *Foc*, no pueden considerarse fiables, ya que no se refieren específicamente a *Foc* R4T. Además, identificaron que *Foc* R4T (basado en VCG) en varias malezas cultivadas en plantaciones de banano, pero no se aplicaron los postulados de Koch y no se probó la patogenicidad de los aislamientos obtenidos en plantas de banano. La falta de aplicación de los postulados de Koch, junto con la posibilidad informada de que pueden ocurrir reacciones falsas positivas al detectar la presencia de *Foc* R4T por PCR genera un alto grado de incertidumbre. Según el rango real de huéspedes de este patógeno (2022).

Dada la gran incertidumbre sobre la confiabilidad de los estudios e informes que consideran algunas malezas y especies de plantas distintas de *Musa* como hospedantes del patógeno, esta categorización de plagas se centrará solo en las especies de *Musa* cultivadas como hospedantes principales (2022).

### VÍAS DE LA PLAGA EN EL COMERCIO

Las vías de la plaga en el comercio son:

- Plantas para plantar;
- Partes de plantas no destinadas para la siembra;
- Partes de plantas utilizadas como empaque;
- Suelo;
- Suelo que se moviliza como contaminante en otros artículos (productos vegetales, maquinaria, contenedores, herramientas agrícolas, aperos de labranza, calzado, gomas de equipos de transporte, etc.) (OIRSA, 2017).

Hasta el presente no existen evidencias de la dispersión de *Foc* R4T en frutos de bananos. La principal forma de dispersión internacional de las razas de *Foc*, incluida la historia más reciente de *Foc* R4T, ha sido a través del movimiento de hijuelos de *Musa* spp. y en materiales de propagación de *Heliconia* spp., asintomáticos infectados. Aproximadamente entre el 30 y el 40% de los hijos obtenidos de un rizoma de banano Cavendish infectado resultan infectados (Hsieh y Ko, 1986). Otra forma importante de dispersión del patógeno es en suelo que se moviliza con plantas de vivero y las partículas de suelo contaminado de estructuras propagativas de patógeno que son arrastradas por el agua de escorrentía, maquinaria, herramientas agrícolas o aperos de labranza, calzados, animales contenedores, etc (OIRSA, 2017).

### PARTES DE LOS HOSPEDANTES QUE SON AFECTADAS POR LA PLAGA

- Raíces;
- Rizomas o cormos;
- Pseudotallos;
- Peciolos.
- Pedúnculo 2022



## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Se indica como punto de origen de esta enfermedad, el sureste asiático, y en la figura 1, se señala su distribución, la cual presenta un carácter intercontinental que puede definirla como una pandemia. *Foc R4T* se reportó por primera vez en Taiwán en 1967, en clones Cavendish (inicialmente confundida con la R1), pero fue hasta 1977 que se confirmó a través de pruebas de patogenicidad; en 1989 se indicó que la misma correspondía al VCG 01213. El primer reporte fue originado por plantas infectadas provenientes de Sumatra (Indonesia), lo cual indica esta última zona como punto de origen de la enfermedad (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020).

Diversos reportes con sintomatología similares en clones Cavendish fueron indicados en Filipinas en 1970, en Australia entre 1977 y 1999 (en zonas cercanas a Darwin en la región norte), y a partir de 1990 en Indonesia y Malasia. Se considera posible que la expansión de la enfermedad en esos países se originó por movimiento de material infectado y migraciones de productores (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020)

Para finales del año 2000, la enfermedad se encontraba en Java, Sumatra, Sulawesi, Halmahera, Borneo, provincia de Papua, Nueva Guinea, isla de Mindanao en Filipinas, territorio norte de Australia y en China continental (áreas cercanas al Delta del río Pearl, Guangdong, donde se presume que fue introducida desde Taiwán). Desde entonces los reportes se han incrementado de manera exponencial (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020).

En el año 2013, se reportó la presencia de *Foc R4T* en **Jordania** y **Mozambique** (ProMusa, 2021). En 2015, se encontraba en **Queensland**, el **Líbano** y en **Pakistán** (ProMusa, 2021). En 2017, estaba presente en **Laos** y **Vietnam**, en 2018 en **Myanmar**, **Israel** e **India**. Su entrada al continente americano fue señalada a partir del año 2019. Ese año el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) confirmó la presencia de la R4T en un área de 175 ha en La Guajira colombiana, y para abril del año 2021 fue detectado en un área de 0.5ha en el departamento de Piura, Perú (ProMusa, 2021).

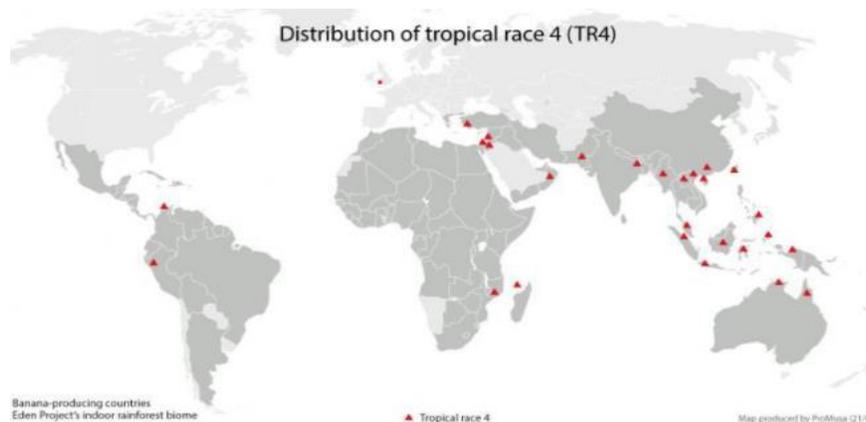


Figura 1: Origen y distribución mundial de *Foc R4T* (Fuente: ProMusa, 2021)

### BIOLOGÍA DE LA PLAGA:

*Foc* R4T, como cualquier otro miembro de FOSC, produce tres tipos de esporas: microconidios ( $5-7 \times 2,5-3 \mu\text{m}$ ), que son esporas de forma ovalada y el tipo de espora que se produce con más frecuencia en las plantas infectadas; macroconidios ( $22-36 \times 4-5 \mu\text{m}$ ), que son esporas más grandes de paredes delgadas que se producen con mayor frecuencia en la superficie de las plantas infectadas; clamidosporas ( $9 \times 7 \mu\text{m}$ ), que son esporas en reposo asexuales, redondas y de paredes gruesas formadas en células hifales más viejas (terminales o intercalares) o por la transformación de células macroconidias (EFSA J, 2022) (Figura 2). En referencia a la clasificación anterior, el patógeno, en medio de cultivo, produce micelio de color blanco con fondo rojizo (Figura 2a), que se acentúa con el tiempo (Figura 2b), produciendo microconidios, con forma elíptica, oval o de riñón, usualmente, sin septos (Figura 2c); macroconidios, con forma de hoz y tres septos (Figura 2d) y clamidosporas (Figura 2e), con paredes lisas o ásperas, formadas individualmente, en pares o en cadenas (López-Zapata *et al.*, 2019)

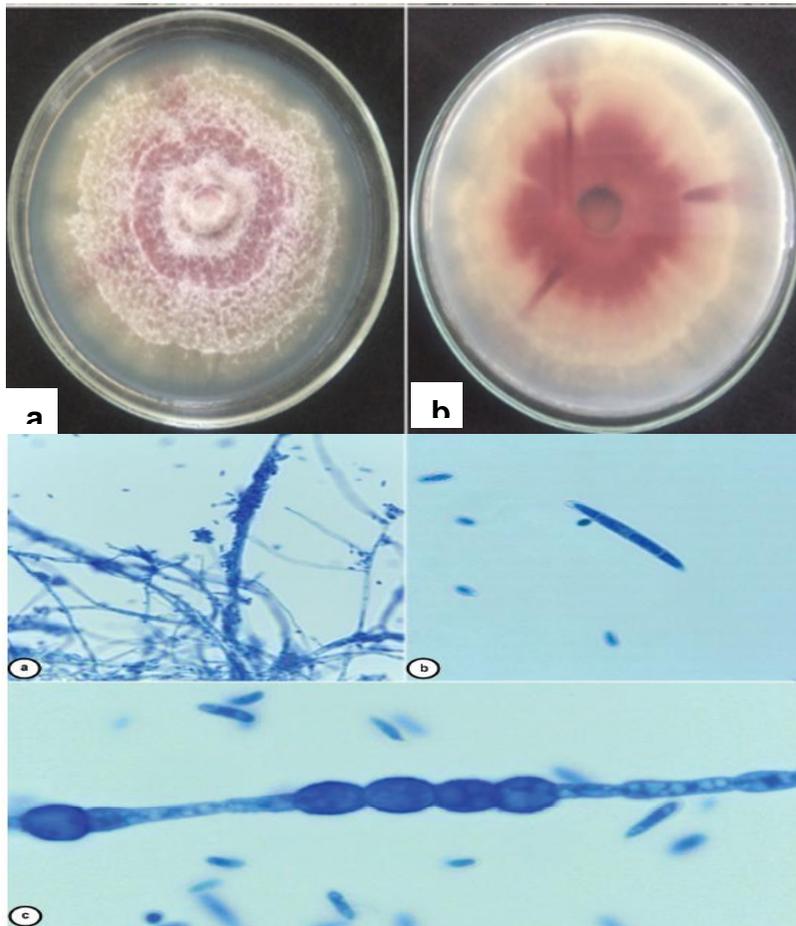


Figura 2. a-b. Crecimiento característico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en medio PDA. Estructuras reproductivas del hongo. c. Microconidios; d. Macroconidio; e. Clamidosporas en cadena (López-Zapata *et al.*, 2019)



*Foc* crece en un rango de temperaturas entre 9°C y 38°C en condiciones *in vitro*, con un crecimiento óptimo entre 23°C y 27°C. Por lo general, la enfermedad es más intensa durante los meses más cálidos y húmedos del año (2022).

A continuación, se mencionan las características morfológicas de cada una de estas estructuras:

Las clamidosporas (estructuras de resistencia), pueden persistir en el suelo por períodos de tiempo largos (hasta 30 años o más). La infección se inicia cuando germinan en respuesta a los exudados de las raíces de las plantas hospedantes, dando lugar al desarrollo de hifas (estructuras filamentosas largas y ramificadas conocidas comúnmente como micelio), son las que penetran en las raíces laterales o terciarias de la planta a la cual infectan. Su crecimiento en medios de cultivo artificiales se produce cuando éstos han envejecido y la disposición de nutrientes es pobre; este proceso puede tardar hasta dos meses para poder observarse, en cuyo caso pueden ser encontradas en la superficie del medio de cultivo o embebidas en este (OIRSA, 2018).

Los microconidios (estructuras de reproducción asexual). Consisten en una o dos células de forma oval o arriñonada, de color pálido y paredes delgadas, que nacen de las células conidiógenas a partir de monofialides cortas. Este tipo de espora es la que se produce con mayor frecuencia dentro de los vasos floemáticos de las plantas infectadas. En medio de cultivo, a las 48 horas de iniciada la incubación, aparecen crecimientos de colonias algodonosas de color blanco con micelio aéreo que producen abundantes microconidios (OIRSA, 2018).

Los macroconidios (estructuras de reproducción asexual). Son de color pálido, con tonos naranja o violeta, lo cual depende del medio de cultivo, generalmente con abundante esporodochia. De tamaños cortos a medianos, con superficie abaxial casi recta, de paredes delgadas y por lo general con tres septos. La célula apical es corta y ligeramente ganchuda en algunos aislamientos. La célula basal tiene una muesca en forma de pie. Los macroconidios se forman a partir de monofialides en conidióforos ramificados en esporodochia y, en menor medida, en monofialides en hifas. Este tipo de esporas se encuentra comúnmente en la superficie de las plantas muertas por el hongo (OIRSA, 2018).

## INICIO DE LA ENFERMEDAD

*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* es un patógeno necrotrófico o hemibiotrófico que forzosamente necesita interactuar con su planta hospedera para iniciar un proceso de infección y reproducción de estructuras que se encargarán de realizar un nuevo proceso de infección (OIRSA, 2018) (Figura 3)

La infección de la planta ocurre como respuesta a los exudados de las raíces de plantas hospedantes. Las raíces principales y los rizomas no suelen infectarse directamente. Tras la germinación de las esporas, las hifas se adhieren y penetran directamente en la epidermis; Luego, el patógeno avanza intracelularmente a través de la corteza y alcanza los vasos del xilema, donde produce microconidios y toxinas que se mueven río arriba en la savia de la planta, colonizando los vasos vecinos y produciendo nuevas estructuras fúngicas. Los vasos del xilema se decoloran y bloquean, lo que interrumpe el suministro de

agua y provoca el marchitamiento de las plantas. La producción de toxinas y/o la respuesta de defensa del huésped, incluida la producción de tilosa y goma, y la contracción de los vasos debido al crecimiento de células parenquimáticas acompañantes aumentan el deterioro del transporte de agua y nutrientes. En los cultivares resistentes, las tildes y las gomas se producen antes y mucho más rápido que en los cultivares susceptibles (2022)

El micelio y los conidios se originan de seis a ocho horas después, con formación de nuevas clamidosporas entre dos a tres días después. Por lo general, la infección se produce a través de raíces secundarias, terciarias o a través de heridas.

Al realizarse la penetración, una vez superadas las barreras del huésped, se producen microconidias e hifas gruesas, que se convertirán en nuevas clamidosporas en los espacios intra e intercelulares (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020). Diez días después, en los vasos del xilema, se pueden encontrar hifas que se desarrollaron en el xilema del rizoma, a lo largo de las uniones de las células epidérmicas de la raíz, e inclusive se pueden observar en la superficie de las raíces. Cuando la marchitez por *Fusarium* (*Foc*) alcanza la zona vascular de las raíces laterales, ocurre la infección del rizoma, obstruyendo los vasos xilemáticos e interfiriendo con la absorción de nutrientes y el transporte de agua hacia la parte superior (pseudotallo y hojas). Después de diecisiete días se observan gran cantidad de hifas en el pseudotallo, pudiendo morir la planta veinticuatro días después, liberándose gran cantidad de clamidosporas al suelo. Durante la mayoría de los intentos por generar la infección del *Foc*, la entrada del patógeno puede ser bloqueada por la pared celular de las raíces, que además de representar una fuente de nutrientes para los patógenos, también es una barrera para acceder al interior. En la pared celular se pueden desencadenar varias acciones como respuesta inmediata a la infección y que tienen impacto en la resistencia u otras defensas del huésped. De allí que, el desarrollo y la expresión de los síntomas en campo puedan variar (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020).



**Figura 3. Ciclo de vida de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (*Foc*) en banano.** (A) Esporas (micro y macroconidios y clamidosporas) presentes en el suelo o en hospederos alternos como las malezas. (B) Las clamidosporas germinan estimuladas por los exudados de la raíz y los tubos germinales penetran en las raíces del banano. (C) *Foc* crece a través de la corteza a la epidermis y el micelio invade el sistema vascular. (D) El micelio se extiende por el sistema vascular. (E) El micelio invade el pseudotallo. (F) El micelio invade el sistema vascular del pseudotallo.



(D) Los conidios y las clamidosporas se producen constantemente en los tejidos vasculares. Los conidios se producen rápidamente a través de toda la planta a través del sistema de conducción. El micelio y estructuras de reproducción bloquean los tejidos vasculares y los primeros síntomas de coloración amarillenta se observan en las hojas más viejas. (E) *Foc* coloniza y destruye más tejidos vasculares provocando un marchitamiento intenso. (F) La planta infectada muere y la planta seguidora (hija), que fue contaminada por la planta madre a través de la conexión vascular, muestra síntomas iniciales. La planta madre finalmente cae y el ciclo de la enfermedad comienza de nuevo (OIRSA, 2018)

## MEDIOS DE MOVIMIENTO Y DISPERSIÓN.

Las esporas pueden transportarse en el agua de escorrentía superficial, propagando la enfermedad rápidamente y diezmando una plantación en unos meses si las condiciones son favorables.

Después del establecimiento, la dispersión a larga distancia podría ocurrir a través de factores antropogénicos (p. ej., retoños asintomáticos, aunque infectados, utilizados como material de siembra; frutas frescas comercializadas en racimos con el pedúnculo y recolectadas de plantas infectadas, equipo agrícola, ropa, calzado, herramientas, contenedores, etc., que se han utilizado en áreas infestadas de *Foc* R4T) (EFSA J, 2022).

La dispersión a distancias cortas puede estar asociada con factores antropogénicos y naturales, como la propagación de una estera a otra, el escurrimiento del agua, el movimiento de animales o el suelo contaminado (EFSA J, 2022).

## IMPACTO ECONÓMICO

En las áreas de su distribución actual, *Foc* R4T afecta a una amplia gama de cultivares de banano, incluidos los cultivares de banano Cavendish (AAA) económicamente importantes, que comúnmente se cultivan en grandes monocultivos. La propagación de *Foc* TR4 a estas plantaciones puede destruir todo el cultivo, causando así un impacto económico significativo para los productores y exportadores comerciales de banano (EFSA J, 2022).

El costo anual de *Foc* R4T ha sido calculado para algunos países que han experimentado epidemias de marchitez por *Fusarium* causada por este hongo patógeno. En Malasia, por ejemplo, la pérdida anual se calculó en 14,1 millones de dólares. En Indonesia, el valor tasado fue de 121 millones de USD, mientras que las pérdidas anuales del banano 'Cavendish' en Taiwán se estimaron en 253,3 millones de USD (EFSA J, 2022).

Como ejemplo paradigmático, en la década de 1960 Taiwán exportó 60.000 cajas de 12 kg de 'Giant Cavendish'. La primera aparición del patógeno *Foc* R4T se informó en los cultivares de Cavendish en 1967: la enfermedad se propagó tan rápidamente que el número de plantas afectadas aumentó a 5536 en 3 años. En 1976, se infestaron 1200 ha, lo que representa aproximadamente 500 000 plantas de banano (EFSA J, 2022).

Se ha desarrollado un modelo dinámico para estimar el impacto económico potencial de *Foc* R4T en la industria bananera de Australia si continúa propagándose por medios naturales y antropogénicos, y se pronosticaron pérdidas anuales de > 138 millones de AUD. El impacto económico en la producción europea de plátanos sería devastador si el patógeno se introdujera (EFSA J, 2022).

## SÍNTOMAS

Los síntomas iniciales consisten en un amarillamiento a lo largo del margen foliar, el cual se va extendiendo hacia la nervadura central de la hoja, hasta que esta queda completamente seca y de color café. Este amarillamiento comienza en las hojas más viejas extendiéndose gradualmente hacia las más jóvenes, ocasionando que en sus inicios sea confundido con síntomas característicos por deficiencia de potasio, especialmente bajo condiciones de sequía y bajas temperaturas. Posteriormente las hojas colapsan gradualmente en la unión del pecíolo con el pseudotallo quedando colgadas alrededor de éste. El desarrollo de la planta no se detiene con la infección, las hojas nuevas que emergen del cogollo o eje central se tornan amarillentas y su lámina foliar puede reducirse considerablemente, así como mostrar arrugas y deformaciones (OIRSA, 2018). De igual manera presentan “Síndrome” de hoja verde: En contraste con el síndrome de hoja amarilla, en algunos clones las hojas de las plantas afectadas permanecen predominantemente verdes hasta que los peciolo se doblan y las hojas colapsan (Figura 4). En general, las hojas más jóvenes son las últimas en mostrar síntomas y frecuentemente permanecen inusualmente erectas, dándole a la planta una apariencia “erizada”. El crecimiento no cesa en una planta infectada y las hojas que emergen son usualmente de una apariencia más pálida que la de las plantas sanas. La lámina de la hoja emergente puede estar marcadamente reducida, arrugada y distorsionada. En el pseudotallo pueden desarrollarse también en rajaduras longitudinales (OIRSA, 2017)

Internamente se observa decoloración de los haces vasculares del pseudotallo y del raquis. Así mismo, se observa decoloración vascular en las vainas de las hojas externas del pseudotallo extendiéndose hacia las más internas. Al igual que en pseudotallo, los síntomas en cormos infectados solo son visibles cuando éstos se parten transversalmente y consisten en bandas de color marrón o negro que corresponden a los haces vasculares afectados por el hongo (Figura 5) (OIRSA, 2018).



Figura 4. Sintomatología expresada por plantas de banano enfermas de fusariosis, ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (OIRSA, 2018)



**Figura 5. Sintomatología interna en plantas de banana enfermas de fusariosis, ocasionada por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 4 tropical*. (a y b) rajadura del pseudotallo, (c) malformación del racimo. (d) corte longitudinal del pseudotallo con haces vasculares obstruidos por las clamidosporas, (e y f) rizoma con haces vasculares (floema) obstruidos, (g y h) corte transversal del pseudotallo (OIRSA, 2018).**

## MANEJO FITOSANITARIO

Debido a la poca disponibilidad de clones resistente a *Foc* R4T, comercialmente viables y medidas de control efectivas, lo más indicado es evitar la entrada del patógeno en zonas libres del mismo y la implementación de estrategias eficientes dentro del MIP. Es indispensable una comprensión integral de su epidemiología que implica el conocimiento del patógeno dentro y fuera de los tejidos vegetales y su potencial para sobrevivir en condiciones extremas (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

Las estrategias a implementar para su manejo pueden variar de acuerdo a cuatro situaciones distintas: (i) Ausencia de *Foc*, donde es imprescindible adoptar medidas de exclusión para evitar su entrada a otras áreas libres del mismo; (ii) Primera incursión de *Foc*, donde las medidas de contención deben aplicarse rápida y escrupulosamente, mientras que las medidas de exclusión tendrán vigencia solamente en áreas cercanas, libres del patógeno; (iii) Baja prevalencia de *Foc*, donde su manejo se puede implementar; (iv) Alta prevalencia de *Foc*, donde las medidas de contención son obviamente inefectivas, y el Manejo Integrado de la Enfermedad (MIE) puede ser cuestionable, siendo necesario el uso de clones resistentes (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

A continuación se indican limitaciones y bondades de un conjunto de estrategias para enfrentar el *Foc*:

### 1. Prácticas Culturales

#### a. Eliminación in situ de plantas infectadas.

Su presencia en el área, lo más indicado es la eliminación in situ de plantas infectadas o sospechosas. Se debe aplicar gran cantidad de urea para crear ambientes anaeróbicos y ayudar a acelerar la descomposición de tejidos vegetales, y así reducir el impacto



ambiental que causa el uso de biocidas como glifosato o productos similares, o los hidrocarburos. Se ha recomendado la eliminación de plantas vecinas o adyacentes al foco de infección detectado, para conformar un anillo simple o doble para reducir la diseminación del patógeno hacia áreas libres. Además es necesario complementar con otras estrategias como el uso de desinfectantes para la limpieza de botas, herramientas y maquinaria. Las respuestas más consistentes han sido obtenidas con sales de amonio cuaternario que pueden generar desintegración de estructuras del patógeno. Estas sales actúan de manera efectiva al ser usadas para limpiar o esterilizar superficies, implementos y maquinarias, entre otras, a fin de minimizar la propagación de patógenos, con bajo impacto ambiental y sin causar corrosión (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

#### **b. Uso de altas temperaturas.**

La incineración *in situ* de restos vegetales infectados es una práctica común en diversos países como Taiwán y Australia, utilizando para ello láminas de aluminio o zinc, para no afectar plantas vecinas sanas. Otra variante es la solarización del suelo utilizando plásticos transparentes para cubrir restos vegetales, repicados y tratados con urea o cualquier producto que pueda acelerar su descomposición. En un suelo infectado con *Foc* R4T, sometido únicamente a este tratamiento, la aparición de la enfermedad se retrasó más tiempo que con la práctica de rotación de cultivo con maíz, durante dos siembras consecutivas y barbecho durante 10 meses. La práctica de solarización del suelo para el control de plagas, está en función del tiempo y la temperatura. Se debe considerar que muchos patógenos, malezas y otras plagas, son mesófilos, por cuanto un umbral de temperatura de 37 °C es crítico, y los efectos del calor a temperaturas superiores a este punto durante cierto tiempo es letal para todos ellos. Por lo general con la solarización, las temperaturas pueden llegar a más de 45 °C en los primeros 15 cm, lográndose controlar muchas plagas en la zona radical –entre 10 a 30 cm–, al usar de cuatro a ocho semanas de solarización (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

Esta práctica podría ser combinada con el uso de abonos orgánicos (compost, bokashi, entre otros), lográndose incrementar la temperatura del suelo en menor tiempo. Además causa un efecto biotóxico *in situ* al liberarse compuestos volátiles provenientes de la descomposición de las fuentes orgánicas. La solarización del suelo ha demostrado ser una práctica efectiva y amigable con el ambiente, que por su eficiencia económica y facilidad, así como las acciones sinérgicas con otras tácticas de manejo, permiten que sea incluida dentro del manejo integrado de plagas MIP (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

#### **c. Control de malezas.**

Esta práctica además de contribuir a reducir la competencia por nutrientes, agua y espacio con las malezas, conlleva a disminuir la presión del inóculo inicial presente en estos hospedantes alternos, considerados portadores endofíticos. En muchas ocasiones pueden presentarse como plantas asintomáticas, lo cual hace difícil su ubicación e identificación en campo. La raza 1 de *Foc* fue encontrada en *Paspalum fasciculatum*, *Panicum purpurescens*, *Ixophorus unisetus* y *Commelina diffusa*; mientras que la raza 4 subtropical de *Foc* se encontró en *Paspalum* spp., y *Amaranthus* spp. Así mismo, *Foc* R4T se ha señalado en raíces de *Chloris inflata*, *Euphorbia heterophylla*, *Cyanthillium cinereum* y *Tridax procumbens*. Contrario a lo que comúnmente se asume, las clamidosporas de *Foc* son producidas constantemente una vez que el huésped es invadido, y su capacidad para colonizar y crecer saprofitamente en los desechos



aumenta la producción de las mismas, contribuyendo a su mayor persistencia en el suelo. Esto sugiere que *Foc* puede sobrevivir como endófito en otros sistemas y cuando el cultivo de bananos es replantado en el área, las malezas pueden actuar como reservorio de inóculo. El impacto de las prácticas de manejo de malezas en la dispersión de *Foc* y su supervivencia, necesitan más atención (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

#### **d. Rotación de cultivos o cultivos de cobertura.**

La rotación de cultivos además de contribuir a mejorar algunas propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos, puede contribuir a reducir el inóculo de *Foc*, al crear un ambiente supresivo o al reducir o eliminar malezas con o sin síntomas. Se debe tener en cuenta estrategias como la siembra intercalada o rotación con especies no hospedantes del hongo, como yuca (*Manihot esculenta*), puerro chino (*Allium tuberosum* Rottler) y piña (*Ananas comosus*), debido que *Foc* tiene la capacidad de colonizar otros cultivos, a su vez el maní pinto (*Arachis pinto*) como cobertura, redujo 20 % la intensidad de marchitez por *Fusarium* en bananos; además, se generó efecto positivo en el rendimiento al incrementar el peso del racimo. Utilizar el arroz como cultivo, en los suelos sumergidos, la población de *Foc* disminuye a niveles no detectable en cuatro meses (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

#### **e. Manejo de suelos.**

Al modificarse el microbioma suelo – planta se puede afectar la incidencia de marchitez por *Fusarium*, mediante la creación de ambientes supresores en el suelo o por obstaculizar la penetración del hospedador y la colonización, la presencia de una microbiota activa y funcionalmente diversa donde exista gran cantidad de colonias de microorganismos activos, debería tener mayor capacidad para suprimir la enfermedad. Adicionalmente, utilizar suelos bien drenados y aireados con menor contenido de arcilla, reducen la enfermedad, al mejorar el desarrollo radical y la actividad microbiana. El uso de materia orgánica (MO) altamente enriquecidas con microorganismos y aplicadas en diferentes dosis, es esencial para la salud del suelo y supresión de enfermedades. No obstante, existen riesgos en el manejo de la misma por desconocimiento de su naturaleza. La aplicación de estiércol de pollo, sin la debida descomposición, puede aumentar la enfermedad debido a mayor daño causado en la raíz. Esto por el efecto de las altas temperaturas generada por su descomposición, y que además conlleva a un menor pH del suelo. Ambos actúan como factores predisponentes para la enfermedad (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

#### **f. Riego y drenaje.**

Las inundaciones pueden contribuir con la reducción de poblaciones de la mayoría de los organismos del suelo; sin embargo, la recontaminación del vacío biológico resultante, por *Foc* ocurre de manera rutinaria. La aplicación de riego en altos volúmenes a través de canales de gravedad o ausencia de drenaje eficiente, favorecen el desarrollo de la enfermedad, así como su intensidad (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

#### **g. Nutrimentos.**

La nutrición puede aumentar o disminuir la resistencia a plagas y enfermedades, debido a su efecto en el crecimiento, morfología, anatomía y, particularmente, en la composición química de las plantas, y pueden influir en la intensidad de las enfermedades. En el caso



de *Foc*, esta condición puede ser más compleja, debido al impacto directo en el hábitat del patógeno (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a)

El nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) aumenta el pH cerca de la rizosfera, contribuyendo a aumentar el contenido la lignina, manteniendo mayor tasa fotosintética y mejorando la absorción de nutrientes relacionada con la resistencia. El amonio ( $\text{NH}_4$ ) puede favorecer la penetración del hongo a través de las raíces, al mantener estable el contenido de lignina que afecta la regulación de la exudación de citrato que condiciona la intensidad de la enfermedad (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a)

Una condición baja de fósforo en el suelo y plantas deficientes en potasio, conllevan a una alta incidencia y mayor susceptibilidad a la marchitez, mientras que el calcio y magnesio, parecen reducirla al estar asociados al aumento del pH. Mayor contenido de hierro podría promover la germinación de esporas *Foc* y aumentar la severidad de la enfermedad. El zinc (Zn) en óptimos niveles contribuye a mejorar la formación de tilosa barreras físicas que obstruyen el paso del patógeno hacia el rizoma. El silicio (Si), mejora las propiedades mecánicas y fisiológicas de las plantas, y contribuye a superar estrés bióticos y abióticos, e induce a la activación de resistencia mecánica y a la creación de una capa protectora externa (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a)

## 2. Uso de químicos

En general el uso de productos químicos, por la facilidad de obtención, empleo y rapidez con que se observan los resultados, es la estrategia más usada para el control de patógenos. No obstante, su uso inadecuado e indiscriminado puede generar mutaciones o resistencia en la población de patógenos tratados, con efectos colaterales en humanos, animales y ambiente (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

En el caso de *Fusarium*, debido a sus estructuras de resistencia, la eficiencia de estos productos ha quedado comprometida. Existen pocas referencias sobre el control de *Foc* en campo mediante el uso de fungicidas, tal como el carbendazim, procloraz, propiconazole o benomil, o *in vitro* como fosfonato, ácido ambuico, organoestaño mandelatos, carbendazim, carboxina, propiconazol, benomilo y difenoconazol, requiriéndose mayor validación. Recientemente se reportó el uso de nanopartículas de plata (AgNPs) como sustancia antimicrobiana en diferentes productos para el control de microorganismos (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

Se ha observado mayor efectividad para el control de *Foc* R4T, a dosis de 200 a 400 mL.L-1, aplicadas a intervalos ente 1 a 2 meses a plántulas de bananos, en suelos previamente solarizados por 3 meses, lo cual ha incrementado su uso entre productores: no obstante, se recomienda efectuar mayor cantidad de pruebas en campo, antes de recomendar su uso (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

## 3. Uso de extractos y aceites esenciales de plantas con propiedades antifúngicas.

Los métodos alternativos para el control de enfermedades se han estudiado con énfasis en nuevos compuestos como extractos vegetales y bioaceites con propiedades de fungicidas derivados de diversas fuentes de recurso fitogenéticos y algunos han sido reportados para el control de *Foc*, tales como extractos de plantas de pimienta (*Piper betle*), neem



(*Azadirachta indica*), ajenojo (*Artemesia annua*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), albahaca (*Ocimum sanctum*) y ruibarbo (*Rheum emodi*) (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

En banano la eficacia de una formulación comercial a base de extractos metanólicos de hojas de la planta trompeta del diablo (*Datura metel*), que contenía también agentes emulsificantes, estabilizadores, solventes, y algunos microorganismos de control biológico redujo el crecimiento micelial en 90 %, mientras que en condiciones de campo, mostro reducción hasta del 65 % de la marchitez por *Foc* (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

Aceites esenciales de clavos aromáticos (*Eugenia aromatica* y *Syzygium aromaticum*), canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume.), de hojas de Zimmu (*Allium cepa* L. x *Allium sativum* L.) y de puerro chino (*Allium ampeloprasum* var. *Porrum*), demostraron efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial y germinación de conidios, incluyendo la raza 4. Adicionalmente se señala que los aceites esenciales de Oregano (*Origanum vulgare*) y Pimienta Tabasco (*Pimenta dioica*), a nivel *in vitro* pudieron inhibir el 100 % del crecimiento micelial de *Foc* en concentraciones de 5.000, 3.000, 1.000, 750 y 500  $\mu\text{L.L}^{-1}$  y 1.000, 3.000 y 5.000  $\mu\text{L.L}^{-1}$  respectivamente. Por lo que su uso en campo puede ser utilizado en tratamientos profilácticos como desinfección de material propagativo y herramientas de trabajo, entre otros (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

#### 4. Uso de control biológico

El control biológico ha ganado interés en los últimos años y ha tomado campo dentro de los programas de MIE (López y Castaño 2019); aunque, históricamente han generado resultados inconsistentes, debido a múltiples variables ambientales, genéticas, fisiológicas, entre otras difíciles de controlar, que pueden interactuar y estar presentes en cualquier agroecosistema (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

Varios trabajos indican presencia de colonias de *Fusarium* spp. no patogénicos en algunos suelos supresivos, generando comportamiento antagónico ante el desarrollo de cepas patogénicas de otros *Fusarium*, estableciendo competencia por carbono, nutrientes, sitios de infección o inducción de resistencia sistémica. Efectos similares a los inducidos por bacterias promotoras del crecimiento vegetal y cepas no patogénicas de *Bacillus subtilis*, que inhiben el crecimiento micelial y colonizan los tejidos de la planta disminuyendo la incidencia de la enfermedad (Sun *et al.* 2011); igual situación se ha señalado para el caso de *Pseudomonas* (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

Aislamientos de *Bacillus amyloliquefaciens* presentaron tendencia a la reducción de la incidencia y severidad de la marchitez por *Fusarium* en suelos contaminados artificialmente con *Foc* R1, en los primeros 28 días después de la inoculación. Igual comportamiento fue observado con bacterias biocontroladoras como *Burkholderia* sp., *Herbaspirillum* sp., Gamma-proteobacterias; y con los hongos *Gigaspora margarita*, *Glomus mosseae* y *Trichoderma harzianum*. El uso de *Trichoderma* spp., en combinación con plantas sanas han mostrado excelentes resultados a escala comercial ante *Foc* R1, siendo necesario mayor cantidad de pruebas ante *Foc* R4T (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).



Otros microorganismos como *Serratia marcescens*, *Streptomyces griseus*, *Streptomyces violaceusniger*, inducen en *Fusarium* producción de hifas distorsionadas y lisis, inhibiendo formación y germinación de conidios, y degradación de la pared celular, similar a los causados por productos a base de quitosano (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

## 5. Manejo integrado

El manejo integrado permite entender y manejar la complejidad de los agroecosistemas donde se involucra un patógeno. En el caso de *Foc* R4T es indispensable identificar las prácticas alternativas disponibles a ser utilizadas y probadas ampliamente en diferentes contextos, teniendo en cuenta el estado de la enfermedad, la diversidad de cultivares y los sistemas de producción (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

En estos escenarios los análisis de riesgo son de alta prioridad, y al detectarse un brote de marchitez por *Foc*, un plan de erradicación de plantas y la contención de patógenos deben ser activados. El monitoreo continuo para la detección temprana es esencial, y una vez que la enfermedad está presente, las tácticas para suprimir el patógeno e impulsar las defensas de la planta son fundamentales, mientras que las medidas de exclusión y contención no deben

ser descuidadas. Con el tiempo la marchitez por *Foc* alcanza niveles elevados donde su manejo es económicamente imposible y la erradicación de la parcela con la sustitución o rotación de cultivos, son inevitables, a menos que dispongan de cultivares resistentes. Todas estas tácticas de manejo no solo deben centrarse en la enfermedad, sino también en la productividad sostenible y seguir el principio de un proceso continuo de mejora (Martínez-Solórzano *et al.*, 2020a).

Se establece un sistema de control estricto de entradas y salidas de la unidad de producción, se deben disponer de los siguientes:

- a. Batea, rodaluvio, piscina, arcos o bombas de aspersion de desinfección de cauchos con capacidad mínima 50 L, en la entrada de la unidad de producción con sal de amonio cuaternario. De igual manera, los pasajeros a bordo de las unidades que ingresan deberán proceder al proceso de desinfección de sus calzados.
- b. Establecimiento de señalizaciones y comunicaciones generales, las señales deben ubicarse en entradas principales, en los accesos de equipos e implementos agrícolas, en las instalaciones de procesamiento, parqueos y estaciones de lavado. Las señales deben ser claras e indicar los sitios de parqueo de los equipos y sus rutas dentro de la unidad de producción, de manera que los visitantes al entrar, deban dirigirse primeramente a la dirección o administración de la finca antes de entrar a las unidades de producción.
- c. Evitar movilizar cormos, suelo o partes de plantas, de una finca a otra, sin previo análisis del estado fitosanitario. Igualmente se recomienda llevar inventario de lotes a renovar, para hacer seguimiento al material de siembra, así como adquirir la semilla en fincas registradas.
- d. Evitar movilización de maquinarias entre fincas sin previa desinfección.
- e. Establecer una zona de bioseguridad para la recepción de visitantes, cuya ubicación garantice que no haya riesgo de infección o contaminación a las instalaciones de la finca.
- f. De la unidad de producción no debe salir residuos o desechos de musáceas con algún tipo de síntomas por plagas, ante esta medida debe ser destruido en el mismo área, siguiendo con lo establecidos en el plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc* R4T) para la República Bolivariana de



Venezuela, publicado en la página oficial del INSAI. Disponible en <https://bit.ly/3nTsiLL>

g. Toda herramienta debe ser únicamente para la unidad de producción y una vez que sea utilizada en las prácticas de labor debe ser desinfectada con amonio cuaternario u otro producto equivalente.

h. Se establece un monitoreo frecuente por parte del técnico de la unidad de producción y su respectivo reporte con la autoridad del INSAI, caso de una sospecha llamar de inmediato al técnico del INSAI.

i. La visita del técnico del INSAI de la región será quincenal, con el objeto de verificar el estatus fitosanitarios para una detección temprana de aquellas consideradas raras o inusuales. El monitoreo o vigilancia del cultivo involucra la búsqueda, registro y manejo de plagas.

j. Contemplar la visita de los técnicos del INSAI, INIA y MUSAVEN sede central, para el seguimiento de la unidad de producción y posibles investigaciones de manejos del cultivo de musáceas (La cantidad dependerá de los hallazgos e investigaciones que se esté realizando).

k. Controlar o Restringir la movilización de animales en área de siembra de musáceas.

l. Capacitación periódica a la familia, al personal y a los visitantes sobre las medidas de prevención que se está implementando en la unidad de producción.

m. En caso de un hallazgo fitosanitarios de síntomas típico a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, reportar inmediatamente a la oficina del INSAI-Central, respetando las regulaciones existentes sobre las amenazas existentes, manteniendo estricta moderación sobre el manejo de la información para evitar un manejo inadecuado de la situación.

n. Otras medidas fitosanitarias que establezca el plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc* R4T) para la República Bolivariana de Venezuela.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

Bolaños, L. 2016. *Fusarium Oxysporum* F. Sp. *Cubense* Raza 4 Tropical (*Foc* R4t) Ficha Técnica No. 2 Servicio Nacional De Sanidad, Inocuidad Y Calidad Agroalimentaria

Buddenhagen. 2009. Sustancia de la diversidad de cepas en *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* y la historia de la introducción de la raza tropical 4 para gestionar mejor la producción bananera. En línea:

[http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=828\\_19](http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=828_19).

Carr, C. 2017. Marchitez por *Fusarium* o mal de Panamá del banano y otras musáceas CORBANA HOJA DIVULGATIVA n.o 11

Davis R. 2005. Marchitez por *Fusarium* (enfermedad de Panamá) de plátano. Folleto de asesoramiento sobre plagas no 42. Secretaría de la Comunidad del Pacífico. Oceanía.



Dita, M, Echegoyén, P, Pérez, M. 2013. Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). San Salvador, El Salvador. 169 p.

Gerlach, W, Nirenberg, H. 1982 El género *Fusarium*, un atlas pictórico Berlin

Howell, C.R. y R.D. Stipanovic, (1980). La supresión de *Pythium ultimum* indujo la amortiguación de las plántulas por *Pseudomona fluorescens* y su antibiótico, pyoluteorin. *Phytopathol.*,

Jonathan El, Rajendran G, 1998. Interacción de *Meloidogyne incognita* y *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense en plátano. *Nematologia Mediterranea*,

López-Zapata, SP y Castaño-Zapata, J. 2019. Manejo integrado del mal de Panamá [*Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. sp. *cubense* (E.F. SM.) W.C. Snyder & H.N. Hansen]: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. Julio-Diciembre 2019 – Volumen 22 No. 2:e1240. . Consultado: 03. May, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3O2KcJg>

Martínez-Solórzano, GE; Rey-Brina, JC; Pargas-Pichardo, RE; Manzanilla, EE. 2020. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano. *Agronomía Mesoamericana*. Universidad de Costa Rica. Revisión bibliográfica Volumen 31(1):259-276. Enero-abril, 2020. Consultado: 03. May, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3xtiWOO>

Martínez-Solórzano, GE; Rey-Brina, JC; Pargas-Pichardo, RE y Domínguez, M. 2020a. Actualización sobre el manejo de la marchitez por *Fusarium* Raza 4 Tropical en musáceas. *Agronomía Tropical* 38: e4291108, 2020. Consultado: 03. May, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3mm9GWa>

Nelson, P.E., Tousson, T.A., y Cook, R.J. 1981. *Fusarium*: enfermedades, biología y taonomny (El estado de Pensilvania Universidad: Estado de Pensylvania).

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2009. América Latina discute programa para la protección del cultivo del banano y plátano. *Mirador Agrosanitario*. No. 3. Septiembre 2009. San Salvador, El Salvador. 12 pág.

Organismo Internacional Regional de sanidad Agropecuaria OIRSA). 2019. Análisis de riesgo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (*Foc* R4T) Plaga cuarentenaria. San Salvador, El Salvador.

Organismo Internacional Regional de sanidad Agropecuaria OIRSA). 2019. Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. San Salvador, El Salvador.

Pérez -Vicente, L. 2004. *Fusarium* de plátanos: revisión del conocimiento actual sobre enfermedad y su agente causal. En: XVI Reunión Internacional ACORBAT 2004, Oaxaca, México, 15 páginas.

Pérez- Vicente, L., M. A. Dita., Martínez- de la Parte, E. 2014. Technical Manual Prevention and diagnostic of Fusarium Wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4 (TR4). Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). Prepared for the Regional Workshop on the Diagnosis of Fusarium Wilt (Panama disease) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Tropical Race 4: Mitigating the Threat and Preventing its Spread in the Caribbean

Ploetz RC, Pegg KG, 1999. Marchitez por Fusarium. Enfermedades de Banana, Reino Unido: CAB International, 143-159

Sabadell. S. G. 2003. Etiología y epidemiología del “Falso Mal de Panamá” de la platanera en Canarias. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. p. 286

Shivas RG, Philemon E, 1996. Primer registro de *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense en plátano en Papúa Nueva Guinea.

Smith LJ, Moore NY, Tree DJ, Bentley S, Pattemore J, 2002. Primer registro de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense de Yap, Estados Federados de Micronesia.

Sotomayor, Ignacio. 2012 VOLETIN DVULGATVO N° 418 LA Raza tropical 4 de mal de panamá: amenaza potencial para la industria bananera y platanera del Ecuador INIAP

Stover, R.H. 1962. Enfermedades de la raíz del banano Causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense, *Pseudomonas solanacearum*, y *Radopholus similis*: un comparativo study de Life Cycles en relación con el control. Simposio Internacional sobre Factores Determinando el Comportamiento de la Planta Patógenos en el suelo. (1962, Londres, Inglaterra).

Thurston, H. D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Pág. 118-124.

## PARA LA MEJOR INTERPRETACIÓN DEL PROGRAMA SE ESTABLECEN LAS SIGUIENTES DEFINICIONES:

### **Acción de emergencia**

Acción fitosanitaria rápida llevada a cabo ante una situación fitosanitaria nueva o imprevista [CIMF, 2001]

### **Acción fitosanitaria**

Operación oficial, tal como inspección, prueba, vigilancia o tratamiento, llevada a cabo para aplicar medidas fitosanitarias [CIMF, 2001;

revisado CIMF, 2005]

**Agente de control biológico** Enemigo natural, antagonista o competidor u otro organismo, utilizado para el control de plagas [NIMF N° 3, 1996; revisado NIMF N. ° 3, 2005]

**ALP** Área libre de plagas [FAO, 1995; revisado CIMF, 2001]

**Análisis de riesgo de plagas (interpretación convenida)** Proceso de evaluación de las evidencias biológicas u otras evidencias científicas y económicas para determinar si un organismo es una plaga, si debería ser reglamentado y la intensidad de cualesquiera medidas fitosanitarias que hayan de adoptarse contra él [FAO, 1995; revisado CIPF, 1997; NIMF N° 2, 2007]

**ARP** Análisis de Riesgo de Plagas [FAO, 1995; revisado CIMF, 2001]

**Artículo reglamentado** Cualquier planta, producto vegetal, lugar de almacenamiento, de empacado, medio de transporte, contenedor, suelo y cualquier otro organismo, objeto o material capaz de albergar o dispersar plagas, que se considere que debe estar sujeto a medidas fitosanitarias, en particular en el transporte internacional [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997]

**Antagonista** Organismo (normalmente patógeno) que no causa ningún daño significativo al hospedante, sino que con su colonización protege a éste de daños posteriores considerables ocasionados por una plaga [NIMF N° 3, 1996]

**Aprobación (de un Verificación del cumplimiento con las**

envío)

reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1995]

**Área**

Un país determinado, parte de un país, países completos o partes de diversos países, que se han definido oficialmente [FAO, 1990, revisado FAO, 1995; CEMF, 1999; definición basada en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio]

**Área bajo cuarentena**

Un área donde existe una plaga cuarentenaria y que está bajo un control oficial [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]

**Área controlada**

Un área reglamentada que la ONPF ha determinado como el área mínima necesaria para prevenir la dispersión de una plaga desde un área cuarentenaria [CEMF, 1996]

**Área de baja prevalencia de plagas**

Un área identificada por las autoridades competentes, que puede abarcar la totalidad de un país, parte de un país o la totalidad o partes de varios países, en donde una plaga específica se encuentra a niveles bajos y que está sujeta a medidas eficaces de vigilancia, control o erradicación [CIPF, 1997; aclaración, 2005; anteriormente área de escasa prevalencia de plagas]

**Área de escasa prevalencia de plagas** Véase área de baja prevalencia de plagas

**Área en peligro**

Un área en donde los factores ecológicos favorecen el establecimiento de una plaga cuya

presencia dentro del área dará como resultado pérdidas económicamente importantes (véase el Suplemento N° 2 del Glosario) [FAO, 1995]

**Área Libre de Plagas**

Un área en donde una plaga específica no está presente, según se ha demostrado con evidencia científica y en la cual, cuando sea apropiado, dicha condición esté siendo mantenida oficialmente [FAO, 1995]

**Área protegida**

Área reglamentada que la ONPF ha determinado como área mínima necesaria para la protección eficaz de un área en peligro [FAO, 1990; omitida de la FAO, 1995; concepto nuevo del CEMF, 1996]

**Autoridad**

Organización Nacional de Protección Fitosanitaria, u otra entidad o persona designada oficialmente por un gobierno para encargarse de asuntos emanados de las responsabilidades fijadas en el Código [NIMF N° 3, 1996]

**Brote**

Población de una plaga detectada recientemente, incluida una incursión o aumento súbito importante de una población de una plaga establecida en un área [FAO, 1995; revisado CIMF, 2003]

**Campo**

Parcela con límites definidos dentro de un lugar de producción en el cual se cultiva un producto básico [FAO, 1990]

**Categorización plagas**

**de** Proceso para determinar si una plaga tiene o no tiene las características de una plaga cuarentenaria o de una plaga no cuarentenaria reglamentada [NIMF N° 11, 2001, anteriormente

clasificación de plagas] CIPF Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, depositada en 1951 en la FAO, Roma y posteriormente enmendada. [FAO, 1990; revisado CIMF, 2001]

**Certificación fitosanitaria**

Uso de procedimientos fitosanitarios conducentes a la expedición de un certificado fitosanitario [FAO, 1990]

**Certificado Fitosanitario**

Documento oficial en papel o su equivalente electrónico oficial, consistente con los modelos de certificados de la CIPF, el cual avala que un envío cumple con los requisitos fitosanitarios de importación [FAO, 1990; revisado CMF, 2012]

**Contaminación**

Presencia de plagas u otros artículos reglamentados en un producto, lugar de almacenamiento, medio de transporte o contenedor, sin que constituya una infestación [CEMF, 1997, revisado CIMF, 1999]

**Control (de una plaga)**

Supresión, contención o erradicación de una población de plagas [FAO, 1995]

**Control clásico**

**biológico**

La introducción intencional y el establecimiento permanente de un agente exótico de control biológico para el control de plagas a largo plazo [NIMF N° 3, 1996]

**Control oficial**

Observancia activa de la reglamentación fitosanitaria y aplicación de los procedimientos fitosanitarios obligatorios, con el propósito de erradicar o contener las plagas cuarentenarias o manejar las plagas no cuarentenarias reglamentadas (véase el Suplemento N° 1 del Glosario) [CIMF, 2001]

**Contención**

Aplicación de medidas fitosanitarias dentro de un área infestada y alrededor de ella, para prevenir la dispersión de una plaga [CEMF, 1995]

**Cuarentena**

Confinamiento oficial de artículos reglamentados para observación e investigación, o para inspección, prueba y/o tratamiento adicional



[FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CEMF, 1999]

**Cuarentena intermedia** Cuarentena en un país que no es el país de origen o destino [CEMF, 1996]

**Cuarentena pos entrada** Cuarentena aplicada a un envío, después de su entrada [FAO, 1995]

**Cuarentena vegetal** Toda actividad destinada a prevenir la introducción y/o dispersión de plagas cuarentenarias o para asegurar su control oficial [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]

**Declaración Adicional** Declaración requerida por un país importador que se ha de incluir en el Certificado Fitosanitario y que contiene información adicional específica sobre un envío en relación con las plagas reglamentadas [FAO, 1990; revisado CIMF, 2005]

**Diagnóstico de plaga** Proceso de detección e identificación de una plaga [NIMF N° 27, 2006]

**Diseminación** Véase dispersión

**Dispersión** Expansión de la distribución geográfica de una plaga dentro de un área [FAO, 1995; anteriormente diseminación]

**Encontrar libre** Inspeccionar un envío, campo o lugar de producción y considerarlo libre de una plaga específica [FAO, 1990]

**Encuesta** Procedimiento oficial efectuado en un período

dato para determinar las características de una población de plagas o para determinar las especies de plagas presentes dentro de un área [FAO, 1990; revisado CEMF, 1996]

**Encuesta de delimitación** de Encuesta realizada para establecer los límites de un área considerada infestada por una plaga o libre de ella [FAO, 1990]

**Encuesta de detección** Encuesta realizada dentro de un área para determinar si hay plagas presentes [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]

**Encontrar libre** Inspeccionar un envío, campo o lugar de producción y considerarlo libre de una plaga específica [FAO, 1990]

**Encuesta** Procedimiento oficial efectuado en un período dado para determinar las características de una población de plagas o para determinar las especies de plagas presentes dentro de un área [FAO, 1990; revisado CEMF, 1996]

**Encuesta de delimitación** de Encuesta realizada para establecer los límites de un área considerada infestada por una plaga o libre de ella [FAO, 1990]

**Encuesta de detección** Encuesta realizada dentro de un área para determinar si hay plagas presentes [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]

**Encuesta de monitoreo** Encuesta en curso para verificar las características de una población de plagas [FAO,

1995; anteriormente encuesta de verificación]

**Encuesta de verificación** Véase encuesta de monitoreo

**Enemigo natural** Organismo que vive a expensas de otro en su área de origen y que puede contribuir a limitar la población de ese organismo. Incluye parasitoides, parásitos, depredadores, organismos fitófagos y patógenos [NIMF N° 3, 1996; revisado NIMF N° 3, 2005]

**Entrada (de un envío)** Movimiento a través de un punto de ingreso hacia el interior de un área [FAO, 1995]

**Entrada (de una plaga)** Movimiento de una plaga hacia adentro el interior de un área donde todavía no está presente, o si está presente, no está extendida y se encuentra bajo control oficial [FAO, 1995]

**Erradicación** Aplicación de medidas fitosanitarias para eliminar una plaga de un área [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; anteriormente erradicar]

**Especificidad** Medida del rango de hospedante de un agente de control biológico, en una escala que abarca desde un especialista extremo, que sólo puede completar su desarrollo sobre una especie o raza única de su hospedante (monófago) hasta un generalista, con muchas especies hospedantes que comprenden varios grupos de organismos (polífago) [NIMF N° 3, 1996]

**Espécimen(es)** **de** Espécimen(es) individual(es) de una población

<b>referencia</b>	específica conservados en una colección de cultivos de referencia y, cuando sea posible, en una colección disponible al público [NIMF N° 3, 2005]
<b>Establecimiento</b>	Perpetuación, para el futuro previsible, de una plaga dentro de un área después de su entrada [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997; anteriormente establecida]
<b>Establecimiento (de un agente de control biológico)</b>	Perpetuación, para el futuro previsible, de un agente de control biológico, dentro de un área después de su entrada [NIMF N° 3, 1996]
<b>Estación cuarentenaria</b>	Estación oficial para mantener plantas o productos vegetales en cuarentena [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; anteriormente estación de cuarentena post-entrada]
<b>Estatus de una plaga (en un área)</b>	Presencia o ausencia actual de una plaga en un área, incluyendo su distribución donde corresponda, según lo haya determinado oficialmente el juicio de expertos basándose en los registros de plagas previos y actuales y en otra información pertinente [CEMF, 1997; revisado CIMF, 1998; anteriormente situación de una plaga (en un área)]
<b>Evaluación del riesgo de plagas (para plagas cuarentenarias)</b>	Evaluación de la probabilidad de introducción y dispersión de una plaga y de la magnitud de las posibles consecuencias económicas asociadas (véase el Suplemento N° 2 del Glosario) [FAO, 1995; revisado NIMF N° 11, 2001; NIMF N° 2, 2007]

<b>Evaluación del riesgo de plagas (para plagas no cuarentenarias reglamentadas)</b>	Evaluación de la probabilidad de que una plaga en plantas para plantar afecte el uso destinado de esas plantas, con repercusiones económicamente inaceptables (véase el Suplemento N° 2 del Glosario) [CIMF, 2005]
<b>Envío</b>	Cantidad de plantas, productos vegetales y/u otros artículos reglamentados que se movilizan de un país a otro, y que están amparados, en caso necesario, por un solo Certificado Fitosanitario (el envío puede estar compuesto por uno o más productos básicos o lotes) [FAO, 1990; revisado CIMF, 2001]
<b>Examen visual</b>	Examen físico de plantas, productos vegetales u otros artículos reglamentados utilizando solo la vista, una lupa, un estereoscopio o microscopio para detectar plagas o contaminantes sin realizar pruebas ni procesos [NIMF 23, 2005]
<b>Exclusión (de plaga)</b>	<b>una</b> Aplicación de medidas fitosanitarias para prevenir la entrada o el establecimiento de una plaga en un área [CMF, 2018].
<b>Germoplasma</b>	Plantas destinadas para uso en programas de mejoramiento o conservación [FAO, 1990]
<b>Infestación (de producto básico)</b>	<b>un</b> Presencia de una plaga viva en un producto básico, la cual constituye una plaga de la planta o producto vegetal de interés. La infestación también incluye infección [CEMF, 1997; revisado CEMF, 1999]
<b>Inspección</b>	Examen visual oficial de plantas, productos vegetales u otros artículos reglamentados para

determinar si hay plagas o determinar el cumplimiento con las reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; anteriormente “inspeccionar”]

<b>Inspector</b>	Persona autorizada por una organización nacional de protección fitosanitaria para desempeñar sus funciones [FAO, 1990]
<b>Interceptación (de una plaga)</b>	Detección de una plaga durante la inspección o pruebas de un envío importado [FAO, 1990; revisado CEMF, 1996]
<b>Introducción</b>	Entrada de una plaga que resulta en su establecimiento [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997]
<b>Introducción (de un agente de control biológico)</b>	Liberación de un agente de control biológico en un ecosistema donde no existía anteriormente (véase también “establecimiento”) [NIMF N° 3, 1996]
<b>Legislación</b>	Cualquier decreto, ley, reglamento, directriz u otra orden administrativa que promulgue un gobierno [NIMF N° 3, 1996]
<b>Legislación fitosanitaria</b>	Leyes básicas que conceden la autoridad legal a la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria a partir de la cual pueden elaborar las reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
<b>Liberación (de un envío)</b>	Autorización para la entrada luego de su aprobación [FAO, 1995]
<b>Liberación (en el medio ambiente)</b>	La liberación intencional de un organismo en el medio ambiente (véase también “introducción” y

“establecimiento”) [NIMF N° 3, 1996]

- Liberación inundativa** Liberación de una gran cantidad de agentes de control biológico u organismos benéficos producidos masivamente, previendo lograr un efecto rápido [NIMF N° 3, 1996; revisado NIMF N° 3, 2005]
- Libre de (referente a un envío, campo o lugar de producción)** Sin plagas (o una plaga específica) en números o cantidades que puedan detectarse mediante la aplicación de procedimientos fitosanitarios [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CEMF, 1999; anteriormente libre de]
- Lista de plagas de productos básicos** Lista de plagas que están presentes dentro de un área y que pueden estar relacionadas con un producto básico específico [CEMF, 1996]
- Lista de plagas de un hospedante** Lista de plagas que infestan a una especie de planta en un área o globalmente [CEMF, 1996; revisado CEMF, 1999; anteriormente lista de plagas de un hospedero]
- Lugar de producción libre de plagas** Lugar de producción en el cual una plaga específica no está presente, según se ha demostrado con evidencia científica y en el cual, cuando sea apropiado, esta condición esté siendo mantenida oficialmente por un período definido [NIMF N° 10, 1999]
- Manejo del riesgo de plagas (para plagas cuarentenarias)** Evaluación y selección de opciones para disminuir el riesgo de introducción y dispersión de una plaga [FAO, 1995; revisado NIMF N° 11, 2001]
- Manejo del riesgo de plagas (para plagas no cuarentenarias reglamentadas)** Evaluación y selección de opciones para disminuir el riesgo de que una plaga en plantas para plantar ocasione repercusiones económicamente inaceptables en el uso destinado de esas plantas (véase el Suplemento N° 2 del Glosario) [CIMF, 2005]

<b>Medida de emergencia</b>	Medida fitosanitaria establecida en caso de urgencia ante una situación fitosanitaria nueva o imprevista. Una medida de emergencia puede ser o no una medida provisional [CIMF, 2001; revisado CIMF, 2005]
<b>Medida fitosanitaria (interpretación convenida)</b>	Cualquier legislación, reglamento o procedimiento oficial que tenga el propósito de prevenir la introducción y/o dispersión de plagas cuarentenarias o de limitar las repercusiones económicas de las plagas no cuarentenarias reglamentadas [FAO, 1995; revisado CIPF, 1997; CIMF, 2002; aclaración, 2005]
<b>Medio de crecimiento</b>	Cualquier material en el que crecen las raíces de plantas o destinado para ese propósito [FAO, 1990]
<b>Microorganismo</b>	Un protozoo, hongo, bacteria, virus u otra entidad biótica microscópica capaz de reproducirse [NIMF N° 3, 1996]
<b>Monitoreo</b>	Proceso oficial continuo para comprobar situaciones fitosanitarias [CEMF, 1996; anteriormente verificación]
<b>NIMF</b>	Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias [CEMF, 1996; revisado CIMF, 2001]
<b>Norma</b>	Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado [FAO, 1995; definición de GUÍA ISO/IEC 2:1991]
<b>Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias</b>	Norma internacional adoptada por la Conferencia de la FAO, la Comisión Interina de Medidas Fitosanitarias o la Comisión de Medidas Fitosanitarias, establecida en virtud de la CIPF [CEMF, 1996; revisado CEMF, 1999]

<b>Oficial</b>	Establecido, autorizado o ejecutado por una Organización Nacional de Protección Fitosanitaria [FAO, 1990]
<b>ONPF</b>	Organización Nacional de Protección Fitosanitaria [FAO, 1990; revisado CIMF, 2001]
<b>Organismo</b>	Entidad biótica capaz de reproducirse o duplicarse en su forma presente naturalmente [NIMF N° 3, 1996; revisado NIMF N° 3, 2005]
<b>Organismo benéfico</b>	Cualquier organismo favorable en forma directa o indirecta para las plantas o productos vegetales, incluidos los agentes de control biológico [NIMF N° 3, 2005]
<b>Organización Nacional de Protección Fitosanitaria</b>	Servicio oficial establecido por un gobierno para desempeñar las funciones especificadas por la CIPF [FAO, 1990; anteriormente Organización nacional de protección de las plantas]
<b>Parásito</b>	Organismo que vive dentro o sobre un organismo mayor, alimentándose de éste [NIMF N° 3, 1996]
<b>Parasitoide</b>	Insecto que es parasítico solamente durante sus etapas inmaduras, matando al hospedante en el proceso de su desarrollo y que vive libremente en su etapa adulta [NIMF N° 3, 1996]
<b>Patógeno</b>	Microorganismo causante de una enfermedad [NIMF N° 3, 1996]
<b>Plaga</b>	Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. Nota: En la CIPF, el término “plaga de plantas” en ocasiones se utiliza en lugar del término “plaga” [FAO 1990; revisado NIMF 2, 1995; CIPF, 1997; revisado CMF, 2012]
<b>Plaga contaminante</b>	Plaga transportada por un producto, embalaje, medio de transporte o contenedor, o que está

presente en un lugar de almacenamiento, y que, en el caso de plantas y productos vegetales, no los infesta [CEMF, 1996; revisado CEMF, 1999; CMF, 2018]

**Plaga cuarentenaria**

Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está ampliamente distribuida y se encuentra bajo control oficial [FAO 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997; aclaración, 2005; aclaración CMF, 2012]

**Prácticamente libre**

(referente a un envío, campo o lugar de producción)

Sin plagas (o una plaga específica) en números o cantidades superiores a aquellas que se espera que resulten y estén de acuerdo con las buenas prácticas de cultivo y de manipulación empleadas en la producción y comercialización del producto [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]

**Presencia**

La existencia en un área de una plaga oficialmente reconocida como indígena o introducida y no reportada oficialmente como que ha sido erradicada [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; NIMF N° 17, 2002; anteriormente presente]

**Presente naturalmente**

Componente de un ecosistema o una selección de una población silvestre, que no es alterada por medios artificiales [NIMF N° 3, 1996]

**Procedimiento fitosanitario**

Cualquier método oficial para la aplicación de medidas fitosanitarias, incluida la realización de inspecciones, pruebas, vigilancia o tratamientos en relación con las plagas reglamentadas [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CEMF, 1999; CIMF, 2001; CIMF, 2005]

**Producto**

Tipo de planta, producto vegetal u otro artículo que se moviliza con fines comerciales u otros propósitos [FAO, 1990; revisado CIMF, 2001;

anteriormente producto básico; revisado, CMF, 2009]

<b>Productos vegetales</b>	Materiales no manufacturados de origen vegetal (incluyendo los granos) y aquellos productos manufacturados, que por su naturaleza o por su elaboración puedan crear un riesgo de introducción y dispersión de plagas [FAO, 1990; revisado CIPF, 1997; aclaración, 2005; anteriormente producto vegetal]
<b>Prohibición</b>	Reglamentación fitosanitaria que veda la importación o movilización de plagas o productos básicos específicos [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
<b>Prueba</b>	Examen oficial, no visual, para determinar la presencia de plagas o para identificar tales plagas [FAO, 1990]
<b>Punto de entrada</b>	Aeropuerto, puerto marítimo, punto fronterizo terrestre o cualquier otro lugar oficialmente designado para la importación de envíos o la entrada de personas [FAO, 1995; revisado CMF, 2015]
<b>Rango de hospedantes</b>	Especies capaces de sustentar una plaga específica u otro organismo, bajo condiciones naturales [FAO 1990; revisado NIMF N° 3, 2005; anteriormente rango de hospederos]
<b>Rechazo</b>	Prohibición de la entrada de un envío u otro artículo reglamentado cuando éste no cumple la reglamentación fitosanitaria [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
<b>Registro de una plaga</b>	Documento que proporciona información concerniente a la presencia o ausencia de una plaga específica en una ubicación y tiempo dados, dentro de un área (generalmente un país), bajo las circunstancias descritas [CEMF, 1997]

## **Reglamentación fitosanitaria**

Norma oficial para prevenir la introducción y/o dispersión de las plagas cuarentenarias o para limitar las repercusiones económicas de las plagas no cuarentenarias reglamentadas incluido el establecimiento de procedimientos para la certificación fitosanitaria [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CEMF, 1999; revisado CIMF, 2001]

## **Restricción**

Reglamentación fitosanitaria que permite la importación o movilización de productos básicos específicos que están sujetos a requisitos específicos [CEMF, 1996, revisado CEMF, 1999]

## **Riesgo de plagas (para plagas cuarentenarias)**

Probabilidad de introducción y dispersión de una plaga y magnitud de las posibles consecuencias económicas asociadas a ella (véase el Suplemento N° 2 del Glosario) [NIMF N° 2, 2007]

## **Riesgo de plagas (para plagas cuarentenarias reglamentadas)**

**no** Probabilidad de que una plaga presente en plantas para plantar afecte el uso destinado de esas plantas acarreando repercusiones económicas inaceptables (véase el Suplemento N° 2 del Glosario) [NIMF N° 2, 2007]

## **Transparencia**

Principio que prescribe el divulgar, a nivel internacional, información sobre medidas fitosanitarias y su fundamento [FAO, 1995; revisado CEMF, 1999, definición basada en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio]

## **Tratamiento**

Procedimiento oficial para matar, inactivar o eliminar plagas o ya sea para esterilizarlas o desvitalizarlas [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; NIMF N° 15, 2002; NIMF N° 18, 2003; CIMF, 2005]



**Vía**

Cualquier medio que permita la entrada o dispersión de una plaga [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]

**Vigilancia**

Un proceso oficial mediante el cual se recoge y registra información sobre la presencia o ausencia de una plaga utilizando encuestas, monitoreo u otros procedimientos [CEMF, 1996]