

LAS MEJORES PRÁCTICAS PARA LA PREVENCIÓN DE LA RAZA 4 TROPICAL DE LA MARCHITEZ POR *FUSARIUM* Y OTRAS ENFERMEDADES EXÓTICAS EN FINCAS BANANERAS

BANANA FARM BEST PRACTICES FOR PREVENTION OF *FUSARIUM* WILT TR4 AND OTHER EXOTIC BANANA DISEASES

Luis Pérez-Vicente

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ministerio de la Agricultura, Cuba

RESUMEN

La producción de bananos y plátanos en América Latina y el Caribe (ALC) es amenazada por enfermedades endémicas y exóticas causadas por hongos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical, marchiteces y pudriciones bacterianas por *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas musacearum*, *Dickeya* spp. y los virus BBTV, BBrMV, CMV, y el complejo de BSV, etc. Los actuales incrementos del movimiento de personas y artículos aumentan el riesgo del movimiento transfronterizo de plagas y constituyen una presión para la vigilancia de plagas exóticas. Se describen las vías de dispersión de Foc y otras importantes enfermedades que amenazan la producción de musáceas, las condiciones que predisponen a las plantas a la infección y las acciones que se deben adoptar de manera rutinaria para evitar su introducción en las áreas de producción. El movimiento irrestricto de hijos infectados para plantar de plantas asintomáticas y residuos de plantas ha sido la principal vía de dispersión de Foc y otros importantes patógenos. Las aguas de escorrentía y el libre movimiento de maquinarias agrícolas, animales y personas (dentro y entre plantaciones) pueden transportar suelo y mover clamidosporas entre áreas infectadas y libres de la enfermedad. Se discuten algunas lecciones originadas de las epidemias de la raza 1 de Foc en América. Se exponen medidas simples y básicas que contribuyen a reducir los riesgos de la introducción de patógenos exóticos a nivel de las fincas. La implementación de medidas encaminadas a prevenir la introducción y diseminación de enfermedades exóticas debe ser una responsabilidad compartida entre las ONPF y los productores.

Palabras claves: Bioseguridad a nivel de fincas; *Fusarium oxysporum* f. sp., *cubense* raza 4 tropical; marchiteces bacterianas, virus.

ABSTRACT

Banana production in Latin America and Caribbean is threatened by important endemic and exotic diseases caused by fungi as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4, bacterial wilts and rots by *Ralstonia solanacearum* complex, *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*, *Dickeya* spp. and the viruses BBTV, BBrMV, BSV complex, CMV, etc. Current increment of movement of persons and commodities, increase risks of transboundary movement of pests putting under press exotic pest surveillance. This report describes the dispersal ways of *Fusarium* wilt and other important diseases threatening banana production, conditions that predispose plants to infection and actions to adopt routinely to prevent their introduction to production sites. Unrestricted movement of infected suckers and plant residues, surface runoff and free movement of machinery, animal and persons inside and between farms and plots, can carry soil and move chlamydospores of pathogen between infected and disease free areas. Some lessons that arose from last century Foc race 1 epidemic in America are discussed. Some basic and simple measures that contribute to reduce the risks of introduction of exotic pathogens at the farm level are discussed. The implementation of measures to prevent introduction and dissemination of exotic diseases should be a shared responsibility between NPPO and growers

Key words: Farm biosafety practices; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, tropical race 4, bacterial wilts, viruses, banana diseases.

INTRODUCCIÓN

Los bananos constituyen la fruta más importante desde el punto de vista agrícola y para el comercio. Son producidos en 35 países. En 2015 el total de la producción mundial alcanzó las 133,7 millones de

toneladas [Lescot, 2015], con un valor en el orden de los 44,1 billones de dólares. Alrededor del 87 % de esta producción es consumida por los productores o vendida en mercados locales. Constituyen una impor-

tante fuente de alimentación en Asia, África, América Latina y el Caribe (ALC). El restante 13 % de la producción es exportado con un valor en 2013 cercano a los nueve billones de dólares. Los bananos Cavendish constituyen entre el primer y el tercer renglón de exportación más importante producidos en Belice, Camerún, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Filipinas, Guatemala, Honduras y Panamá [Faostat, 2013].

En América Latina existen diferentes sistemas de producción de bananos [Pocasangre *et al.*, 2015], como son: a) producción convencional intensiva de bananos y plátanos (caracterizados por monocultivos genéticamente homogéneos); b) agroforestales y sistemas de producción de bananos de bajos insumos (bananos cultivados fundamentalmente para consumo local y vendidos en mercados o supermercados locales); c) sistemas de producción orgánicos de bananos. Estos sistemas de producción están amenazados por el ataque de diferentes plagas que pueden reducir sus niveles de producción con un importante impacto económico y social. Entre estas amenazas encontramos importantes enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus.

La marchitez por *Fusarium* o mal de Panamá causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) es una de las enfermedades más devastadoras que afectan a la producción mundial de bananos. Este hongo presenta una gran diversidad genética y patogénica, tiene más de 20 Grupos de Compatibilidad Vegetativa (VCG, siglas en inglés) distribuidos en cuatro razas patogénicas [Stover y Simmonds, 1987; Stover, 1990; Ploetz y Pegg, 2000; Pérez-Vicente, 2004]. Las razas han sido identificadas en base a la patogenicidad de las poblaciones de *Foc* a determinados cultivares. La raza 1, que afecta a los cultivares Gros Michel (AAA), Manzano (AAB) y los del subgrupo Pisang awak, causó en América la destrucción de 378 000 ha de Gros Michel (de la United Fruit Co.) en la primera mitad del siglo XX [May y Plaza, 1958]. La raza 2 afecta a los plátanos tipo Burro y muy ligeramente a algunos cultivares susceptibles a la raza 1, y está ampliamente distribuida en los países de ALC. Las poblaciones de estas dos razas pertenecen a un amplio rango de VCG. La marchitez por *Fusarium* perdió importancia hasta la aparición, a finales de los años ochenta, de la raza 4 que afecta a los Cavendish en condiciones tropicales, llamada coloquialmente raza 4 tropical (R4T). Hasta ahora se estima que la R4T ha afectado aproximadamente 100 000 ha, y es probable que se

haya diseminado aún más por las vías antes mencionadas debido a medidas sanitarias inapropiadas. La expansión actual de la epidemia de *Foc* R4T es particularmente destructiva por la existencia de grandes áreas de bananos Cavendish cultivados en sistemas de monocultivo. Sin embargo, la R4T también es capaz de afectar los cultivares susceptibles a las razas 1 y 2 [Stover y Simmonds, 1987; Su *et al.*, 1986], por lo que también puede tener un gran impacto en la sostenibilidad alimentaria de los países.

Hasta el presente, una vez que el mal de Panamá ha sido introducido en una nueva área, no ha sido posible su erradicación y no se dispone de medidas eficientes de control o estas tienen baja eficacia [Pérez-Vicente *et al.*, 2014; Ploetz, 2015]. De igual forma, la marchitez por *Fusarium* puede cambiar los paradigmas de la producción de bananos, reducir la vida productiva de las plantaciones e incrementar significativamente los costos de producción. La exclusión es la estrategia de control más efectiva. Las epidemias de *Foc* R1 y R4T han tenido un fuerte componente antropogénico debido al movimiento activo de material de siembra infectado, de equipamiento y personas entre áreas infectadas y libres de la enfermedad. La epidemia de *Foc* R1 en Gros Michel se debió en gran medida a la ausencia de medidas de cuarentena, el empleo de material de siembra infectado y al ciclo de abandonar campos infectados y mover las plantaciones hacia nuevas áreas [Stover, 1972]. Las poblaciones de *Foc* R4T presentes en Taiwán, China, Malasia, Indonesia, Filipinas, Australia, Mozambique, Omán, Jordán, Líbano y Pakistán pertenecen a un único VCG 01213, lo que indica la dispersión de un solo clon del patógeno [Ordóñez *et al.*, 2015].

Además de la marchitez por *Fusarium*, otros patógenos pueden diseminarse entre las plantaciones a través de material de siembra infectado, restos de plantas, diferentes sustratos, suelo, zapatos, herramientas y maquinarias, animales, medios de transporte, así como por el movimiento de aguas de escorrentía e inundaciones (Figs. 1 y 2 y Tabla 1). En el material de siembra se pueden transmitir eficientemente marchiteces bacterianas como las causadas por el complejo *R. solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.* (Moko, Bugtok, Blood disease por *Ralstonia solanaceae*) Roberts *et al.*; Vaneechoutte *et al.* y *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* (Yirgou y Bradbury), las pudriciones de rizomas y pseudotallos por *Dickeya paradisiaca* Fernández-Borrero y López-Duque Samson *et al.*,

marchitez por fitoplasmas [Davis *et al.*, 2012; Blomme *et al.*, 2016 en prensa], así como *Banana bunchy top nanovirus*, el complejo de especies de *Banana streak badnavirus* (BSOLV, BSGFV, BSMYV; BSIMV, BSVNV; BSUAV, BSUIV, BSULV, BSUMV, BSCAV, el *Cucumis mosaic cucumovirus* (CMV) y el *Banana bract mosaic potyvirus* (BBrMV) [Diekmann y Putter, 1996; Daniells *et al.*, 2001; Harper *et al.*, 2004, 2005; Geering *et al.*, 2005, 2011; Lheureux *et al.*, 2007; Peréfarres *et al.*, 2009, James *et al.*, 2011; Javer-Higginson *et al.*, 2014; Marinho y Batista, 2005; Thomas, 2015]. Algunos de estos virus como BSOLV, BSGFV y BanMMV (*Banana mild mosaic virus*) son clasificados como plagas no reglamentadas en muchos países de África, Asia y Suramérica, ya que están bien establecidos en estas regiones. Por tanto, en estos países el germoplasma de

Musa infectado con estos virus no está sujeto a ninguna restricción de cuarentena y pueden ser potencialmente distribuidos ampliamente en el germoplasma de plantas de banano. Estas enfermedades producen en las nuevas áreas afectadas un importante impacto sobre la producción de bananos (el cual puede ser superior al 30 % del valor de la producción) debido a: a) que existen condiciones climáticas favorables para su establecimiento, desarrollo y diseminación; b) muchos sistemas de producción de bananos pueden verse afectados (no solo los Cavendish, ver *Tabla 2*) y consecuentemente, pueden tener un fuerte impacto en la sostenibilidad alimenticia; c) pueden provocar cambios en los paradigmas de producción especialmente en los grandes monocultivos de bananos; d) no existen soluciones de manejo rápidas y eficientes.

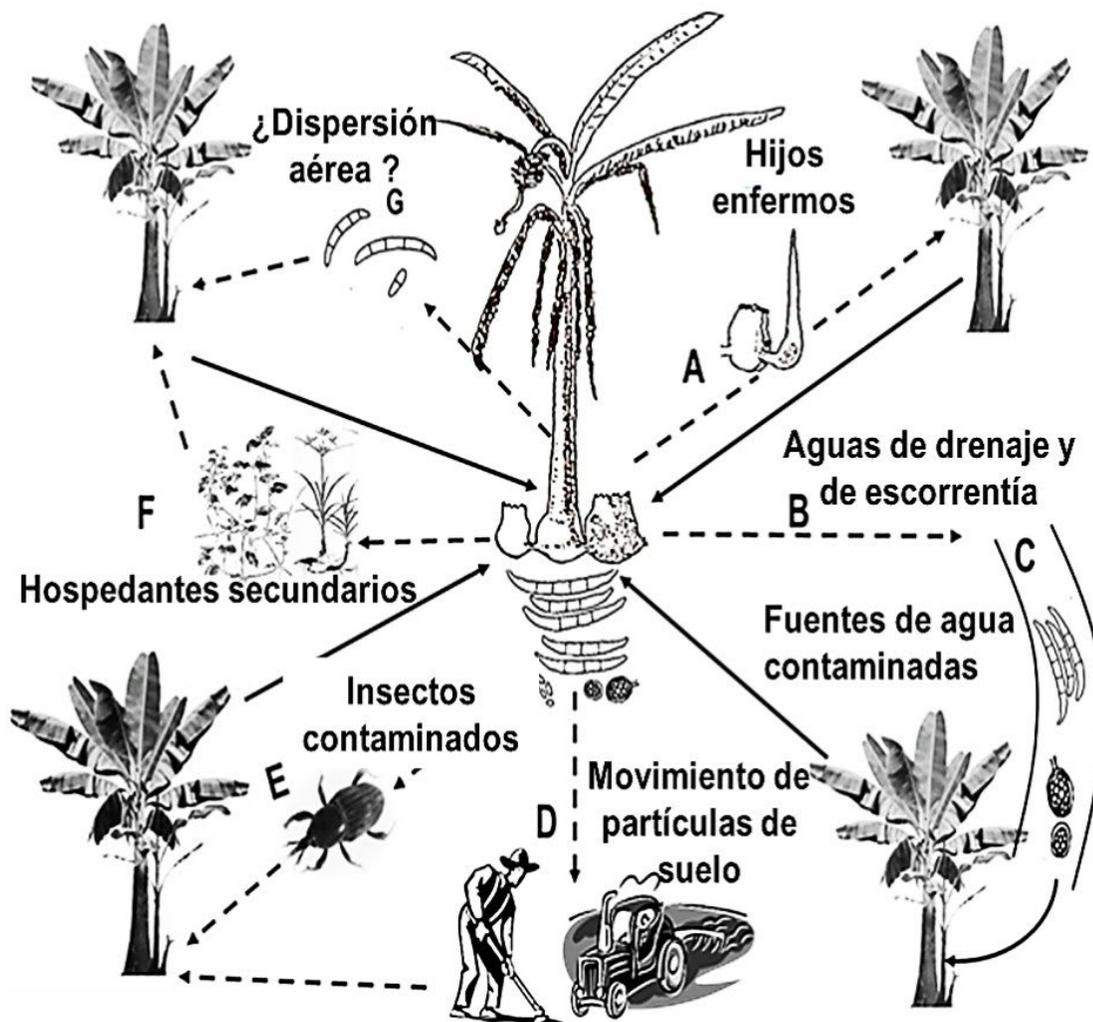


Figura 1. Ciclo de la marchitez por *Fusarium* o mal de Panamá de las musáceas. El patógeno se mantiene en suelo y restos vegetativos de plantas infectadas y en malezas hospedantes, asintómicamente. Diseminación del patógeno mediante: a) material de plantación; b) escorrentía y sistemas fluviales; c) partículas de suelo arrastradas y adheridas en zapatos, herramientas, equipos y todo lo que mueva suelo.

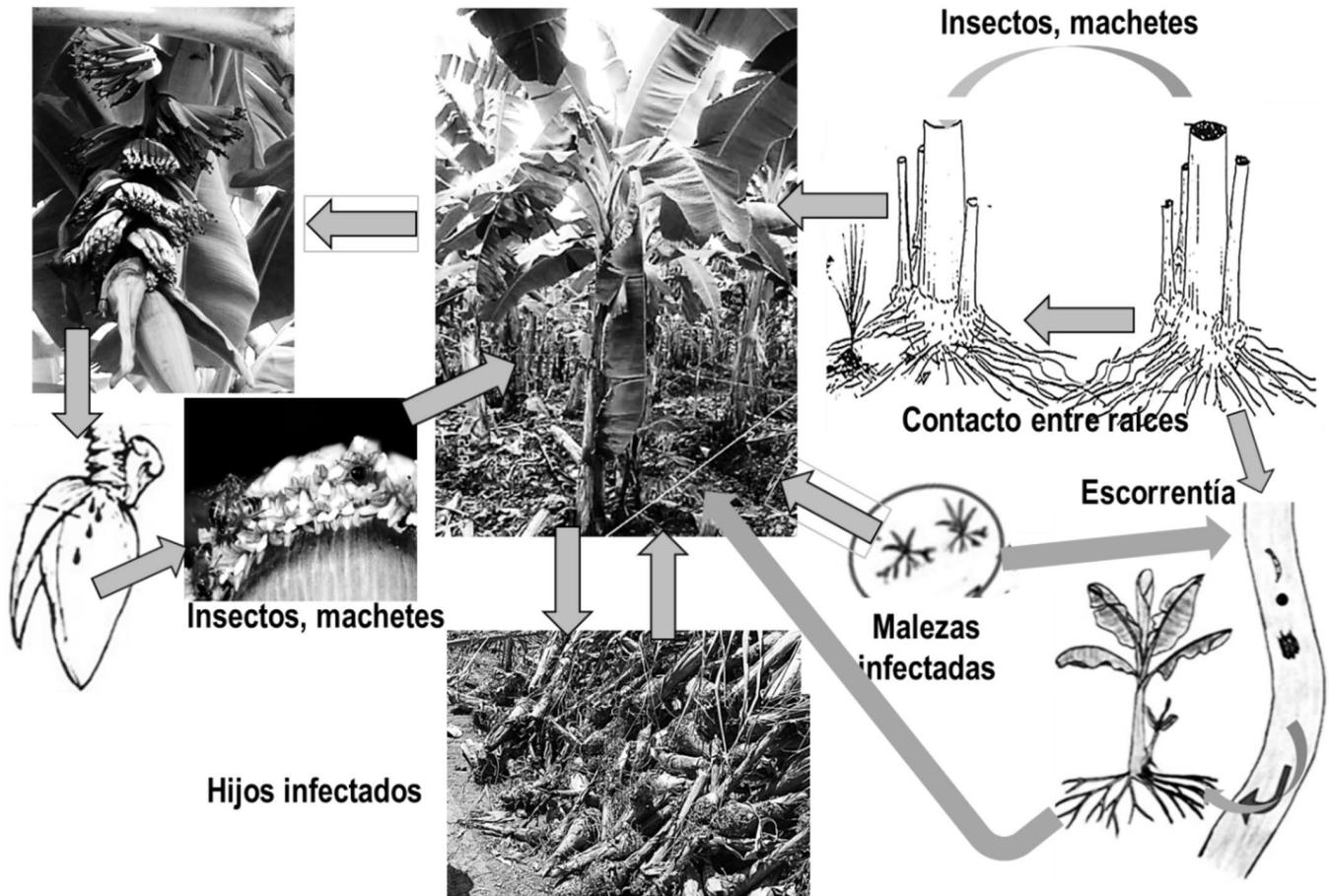


Figura 2. Ciclo infeccioso de los patógenos que causan marchitez bacteriana en musáceas. La bacteria puede ser transmitida mediante hijos infectados, escorrentía de agua y fuentes fluviales que mueven el patógeno desde plantas de *Musa* infectadas u otros hospedantes, la transferencia por herramientas contaminadas y los insectos que se mueven entre plantas infectadas y contaminan se mueven a las flores de plantas sanas.

Tabla 1. Enfermedades de alta amenaza para la producción de bananos y plátanos

Patógeno	Impacto
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cabense</i> TR4	Alto
<i>Mycosphaerella eumusae</i>	Alto
Bacterial wilts of <i>R. solanacearum</i> complex (Moko, Bugtok, Blood disease by <i>Ralstonia solanacearum</i>)	Alto
Bacterial wilt by <i>X. campestris</i> pv. <i>musacearum</i>	Alto
Banana bunchy top nanavirus	Alto
Banana bract mosaic potyvirus	Alto
Freckle (<i>Phyllosticta musarum</i> , <i>P. cavendishii</i> , <i>P. maculata</i>).	Medio

Tabla 2. Reacción general a Foc R4T de diferentes genotipos de bananos (International Musa Testing Program de INIBAP y otras fuentes)

Cultivares	Reacción a Foc R4T
Subgrupo Cavendish (AAA)	Altamente susceptible
Subgrupo Gros Michel (AAA)	Altamente susceptible
Subgrupo Ibota (Yangambi km 5, AAA)	Altamente susceptible
Subgrupo Bluggoe (ABB)	Altamente susceptible
Subgrupo Pisang awak (ABB)	Altamente susceptible/¿Resistente?

Subgrupo Silk and Prata (AAB)	Altamente Susceptible
Subgrupo Mysore (Pisang ceylan, AAB)	Susceptible
Subgrupo Plátanos (AAB)	Levemente susceptible/Resistente
FHIA Híbridos de FHIA	Variable performance
FHIA 01, FHIA 02, FHIA 18 (AAAB)	Levemente susceptible/Resistente
FHIA 03 (AABB)	Dudosa
FHIA 17 (AAAA)	Susceptible
FHIA 20, FHIA 21 (AAAB)	Levemente susceptible/Resistente
FHIA 23 (AAAB)	Susceptible
FHIA 25 (AAb)	Levemente susceptible/Resistente
SH 3640 (AAAB)	Susceptible

El incremento actual en el movimiento de artículos y personas pone en peligro y dificulta la vigilancia cuarentenaria en las fronteras de los países e incrementa el riesgo de introducción de patógenos peligrosos. Por lo tanto, la mejor estrategia es adoptar prácticas preventivas de bioseguridad encaminadas a reducir su entrada a las unidades de producción de bananos mediante la disminución de la dispersión de los patógenos por el hombre y creando capacidades entre los productores, relacionadas con el reconocimiento de los síntomas de la enfermedad, mejores prácticas de prevención y las labores para realizar una detección temprana y confinamiento, así como una eventual erradicación.

Prácticas de bioseguridad en la producción de *Musa* spp.

La bioseguridad en la industria bananera es una responsabilidad compartida. La bioseguridad efectiva de la industria recae sobre todos los grupos de interés, incluyendo a las agencias gubernamentales, la industria y el público [Plant Health Australia, 2009]. Las prácticas a adoptar para reducir el riesgo que representan las plagas exóticas de las musáceas en los sitios de producción incluyen la exclusión, erradicación/confinamiento y el control.

Las prácticas de bioseguridad incluyen acciones a desarrollar en el exterior, en y en el interior de las fronteras. Las acciones en el exterior de las fronteras incluyen la identificación de las amenazas de plagas, manejo de los riesgos en el exterior, acuerdos regionales de vigilancia y desarrollo de investigaciones donde la plaga esté presente. En el caso de *Foc* R4T, los acuerdos y medidas regionales de cuarentena son importantes herramientas para la reducción del riesgo a nivel regional y de país. En el caso de la región OIRSA, se desarrolló un plan de contingencia a nivel regional [Dita *et al.*, 2013], el cual constituye un documento

marco para el desarrollo de planes de contingencia nacionales por parte de las Organizaciones Nacionales de Protección de Plantas (ONPP). Las acciones a adoptar en frontera incluyen la implementación efectiva de medidas de cuarentena para personas, equipos, plantas, mercancías y un monitoreo y vigilancia de plagas alrededor de los puntos de entrada. Los países, sin embargo, tienen diferentes niveles de prioridad y recursos para desarrollar las actividades en el exterior de las fronteras y en frontera. Las acciones en el interior de las fronteras incluyen el desarrollo de planes de contingencia nacionales encaminados a la preparación para una detección temprana, la erradicación y la adopción de las mejores prácticas de bioseguridad a nivel de fincas.

Bioseguridad en fincas bananeras: necesidades y ventajas

La prevención es la estrategia más costo-efectiva para proteger las fincas e industria bananera de las amenazas de bioseguridad. Los productores pueden jugar un papel vital al familiarizarse con las plagas más importantes de los bananos. Las fincas son el primer y más importante nivel de ejecución de las operaciones de vigilancia y manejo de las plagas. La bioseguridad de las fincas comprende un grupo de prácticas simples de protección diseñadas para proteger la unidad de producción de la entrada y dispersión de plagas exóticas. Es un conjunto de medidas encaminadas a proteger las propiedades de la entrada y diseminación de plagas. Constituye la responsabilidad del productor y el personal que visita la finca o trabaja en ella. Las necesidades y ventajas de estas prácticas son:

- 1) No tener plagas, liberando a los productores de los altos costos de producción, garantizando una mejor calidad de los productos y asegurando su comercialización.

- 2) La prevención es la estrategia de mayor impacto en los costos-eficiencia para proteger las fincas y el ambiente de las amenazas de bioseguridad.
- 3) El éxito de los programas de vigilancia y manejo de plagas depende de las acciones a nivel de finca.
- 4) Una bioseguridad mejorada y un alto nivel de alerta incrementa las oportunidades de una detección temprana de las plagas si estas son introducidas en el país.
- 5) Una detección temprana incrementa la probabilidad de la erradicación, demorará la diseminación de la plaga y reducirá su impacto en la finca y en toda la región/país.

Existen procedimientos simples que al adoptarse como rutina son capaces de reducir el riesgo de entrada de plagas exóticas a la finca. Estos son:

- 1) *Creación de alertas sobre las principales plagas que amenazan la bioseguridad de la finca bananera y que exista un programa de bioseguridad adoptado en la finca.*

Los trabajadores, visitantes y familiares deben estar informados que existe en la finca un programa de bioseguridad para prevenir la entrada de plagas exóticas. El personal de la finca y sus familiares deben tener un conocimiento básico de las principales enfermedades que pueden afectar la producción con un gran impacto en la misma, así como de los procedimientos básicos a seguir en caso de una sospecha de la presencia de una de estas plagas.

- 2) *Señalizaciones/comunicaciones generales.*

Las señales deben ubicarse en la entrada principal y en los accesos de los equipos, en las instalaciones de procesamiento, parqueos y estaciones de fregado. Las señales deben ser claras e indicar los sitios de parqueo de los equipos y sus rutas dentro de la unidad de producción, que los visitantes al entrar deben dirigirse primeramente a la dirección o administración de la finca antes de ingresar a las unidades de producción. Lo mejor es que se realice la coordinación previa de la visita.

- 3) *Empleo de material certificado para plantar.*

Debe evitarse el movimiento de germoplasma de países donde *Foc* R4T esté presente, sin la adecuada certificación de su estatus fitosanitario y del conocimiento confiable de la calidad de su origen o fuente. El material de plantación puede transmitir y diseminar diferentes patógenos del banano (Tabla 3). El estatus fitosanitario del material de siembra no puede ser determinado por inspección visual simple, ya

que puede estar infectado asintóticamente (como por ejemplo con *Foc* R4T, Moko, BBTv, BSV, etc.). Se han desarrollado y publicado diferentes normas técnicas para el movimiento seguro del germoplasma de *Musa* [Diekmann y Putter, 1996]. En la actualidad existen métodos confiables para el diagnóstico de *Foc* R4T, marchiteces bacterianas y virus en plantas que serán empleadas como fuentes de material de siembra [Thomas, 2015]. El empleo de material de siembra obtenido de fuentes confiables reduce el riesgo de introducción de patógenos. Es altamente recomendado el empleo de vitroplantas certificadas como libre de patógenos e indexadas con trazabilidad. Las nuevas plantaciones deben mantenerse bajo vigilancia para de esta forma garantizar una detección temprana de plagas, y se debe mantener un registro de las plagas presentes en el nuevo material sembrado.

Tabla 3. Patógenos de *Musa* spp. transmisible en material de plantación

<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ubense</i>
<i>Ralstonia solanacearum</i> complex
<i>Ralstonia syzygii</i>
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>musacearum</i>
<i>Dickeya paradisiaca</i>
<i>Cucumis mosaic cucumovirus</i> (CMV)
<i>Banana streak badnavirus</i> complex of species (BSV)
<i>Banana bunchy top nanavirus</i> (BBTV)
<i>Banana bractmosaic virus</i> (BBrMV)
<i>Abaca mosaic</i> (SCMV-Aba).

- 4) *Mantener el pH del suelo encima de 5,5 para limitar el desarrollo de la marchitez por *Fusarium*.*

Los estudios realizados en Centroamérica durante la epidemia de la raza 1 de *Foc* en Gros Michel permitieron establecer que los suelos con valores de pH cercanos a 7 son menos óptimos para el desarrollo de marchiteces por *Fusarium* [Domínguez *et al.*, 2001; Pérez Vicente *et al.*, 2014]. Los suelos supresivos en general tienen valores cercanos a 7 de pH. Cuando el pH se encuentra por debajo de 6,5, ocurre un incremento de la incidencia del mal de Panamá [Rishbeth, 1957; Reinking y Manns 1932b; Peng *et al.*, 1999].

- 5) *Prevención de la entrada de plagas a la finca y sus parcelas mediante el manejo del movimiento del personal y maquinarias agrícolas.*

El movimiento del personal y los equipos dentro de la finca contribuye a la dispersión de las plagas.

Los trabajadores deben ser alertados de las medidas básicas de bioseguridad. Las ropas y zapatos deben lavarse a la entrada y salida de la finca para eliminar los restos de suelo y de plantas que pueden transportar. Se debe prohibir el ingreso directo de visitantes o trabajadores de otras fincas con ropas y zapatos sucios. Se debe proveer a los visitantes de calzado para visitar o trabajar en la finca; limitar con cercas o cables el movimiento del personal entre las diferentes parcelas y usar lo más que se pueda la misma vía para el movimiento de maquinarias, personal y productos dentro de la finca. Es necesario que se instruya a los trabajadores sobre medidas higiénicas básicas para proteger la bioseguridad. Deben establecerse para la desinfección de calzado y equipos, baños (los productos basados en amonios cuaternarios han demostrado su eficiencia en este propósito), para aquellos que van o regresan hacia la finca y los que se mueven entre las diferentes parcelas (llegar limpios, salir limpios).

Es recomendable mantener un registro de visitantes. Esta información será de mucho valor cuando se quiera determinar el origen y transmisión de eventos de bioseguridad.

6) *Monitoreo frecuente de las plagas que inciden en el cultivo para una detección temprana de aquellas consideradas raras o inusuales.*

El monitoreo o vigilancia del cultivo involucra la búsqueda, registro y manejo de las plagas. La conducción de inspecciones regulares al cultivo brinda un mejor chance de identificar nuevas plagas antes de que se establezcan e incrementa la oportunidad de erradicación y de hacer frente a brotes secundarios.

7) *Reportar inmediatamente situaciones inusuales.*

Esté alerta de regulaciones existentes para la protección de la producción bananera de las amenazas existentes.

8) *Creación de capacidades y entrenamiento a los trabajadores de los síntomas y procedimientos a seguir ante un evento de bioseguridad.*

Los trabajadores de la finca es el personal que diariamente se mueve por las diferentes áreas de producción y que está en contacto con las plantas. Se le debe proveer de información básica de los síntomas característicos de las plagas de interés, entendimiento básico de las vías de distribución y algunas normas de cómo proceder si se observa un evento de bioseguridad o algo parecido. El personal técnico tiene que estar atento a la información de los síntomas básicos y procedimientos de vigilan-

cia para obtener información relacionada con los límites y severidad del brote. La distribución de carteles o pósteres en los lugares de reunión, así como de plegables con informaciones simples y básicas, ayudará a incrementar la probabilidad de una detección temprana.

CONCLUSIONES

- La raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* y otros fitopatógenos pueden tener un gran impacto en la producción de bananos y en sostenibilidad alimentaria, y pueden determinar un cambio en los paradigmas actuales de la producción de bananos. Su impacto es particularmente elevado para los bananos producidos en grandes áreas de monocultivo, así como en los otros sistemas de producción debido a que no solo afectan a los Cavendish, sino también a otros cultivares que son importantes para la sostenibilidad alimenticia.
- La erradicación después de la entrada de una plaga es una medida muy difícil de lograr o no factible y muy costosa. La prevención es la medida con más alto impacto desde el punto de vista eficacia/costo para proteger a las fincas y al ambiente de un evento de bioseguridad. Los programas de vigilancia llevados a cabo en las fincas de producción y los de prevención deben ser una responsabilidad compartida en las ONPP y los productores. La bioseguridad de las fincas es un sistema simple de prácticas que una vez adoptado incrementará las oportunidades de: a) prevenir la entrada a los sitios de producción de *Foc R4T* y otras plagas exóticas, b) detección temprana y erradicación; c) demorar la dispersión y minimizar las pérdidas.

REFERENCIAS

- Blomme, G.; M. Dita; K. Jacobsen; L. Pérez-Vicente; A. Molina; O. Walter y P. Prior: «Bacterial diseases of bananas and Enset: current state of knowledge and integrated approaches towards sustainable management», *Frontier of Sciences* (submitted), 2016.
- Côte F.X.; S. Galzi; M. Folliot; Y. Lamagnère; P.Y. Teycheney; M.L. Iskra-Caruana: «Micropropagation by tissue culture triggers differential expression of infectious endogenous Banana streak virus sequences (eBSV) present in the B genome of natural and synthetic interspecific banana plantains», *Mol. Plant Pathol.* 11:137-144, 2010.
- Dallot, S.; P. Acuña; C. Rivera; P. Ramírez; F. Cote; B.E.L. Lockhart y M.L. Caruana: «Evidence that the proliferation stage of micropropagation procedure is determinant in the expression of Banana streak virus integrated into the genome of the FHIA 21 hybrid (*Musa AAA*)», *Arch. Virol.* 146: 2179-2190, 2001.

- Daniells, J.W.; A.D.W. Geering; N.J. Bryde y J.E. Thomas: «The effect of Banana streak virus on the growth and yield of dessert banana in tropical Australia», *Annals of Applied Biology* 139: 51-60, 2001.
- Davis, R.; P. Kokoa; L.M. Jones; J. Mackie; F. E. Constable; B.C. Rodoni; T.G. Gunua y J. B. Rossel: «A new wilt disease of banana plants associated with phytoplasmas in Papua New Guinea (PNG)», *Australasian Plant Dis. Notes* 7:91-97, 2012.
- Diekmann, D. R. and C.A.J. Putter: *Musa FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm*, 2nd ed., Rome, 1996.
- Dita-Rodríguez, M.; P. Echegoyen-Ramos and L. Pérez-Vicente: «Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* en un país de la región del OIRSA», El Salvador, 2013 <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/PlandecontingenciacontraFocR4TOIRSA.pdf>.
- Domínguez, J.; M. A. Negrín and C.M. Rodríguez: «Aggregate water stability, particle size and soil solution properties in conducive and suppressive soils to *Fusarium* wilt of banana from Canary Islands», *Soil Biology and Biochemistry* 33: 349-455, 2001.
- Faostat, 2013. <http://faostat.fao.org/>.
- Geering, A. D.; N. E. Olszewski; G. Harper; B. E. Lockhart; R. Hull y J. E. Thomas: «Banana contains a diverse array of endogenous badnaviruses», *J. Gen. Virol.* 86 (Pt 2): 511-520, 2005.
- Geering, A.D.W.; J.N. Parry; J.E. Thomas: «Complete genome sequence of a novel badnavirus, banana streak IM virus», *Arch. Virol.* 156:733-737, 2011.
- Harper, G.; D. Hart; S. Moul y R. Hull: «*Banana streak virus* is very diverse in Uganda», *Virus Research* 100: 51-56, 2004.
- Harper, G.; D. Hart; S. Moul; R. Hull; A. Geering y J. Thomas: «The diversity of *Banana streak virus* isolates in Uganda», *Archives of Virology* 12: 2407-2420, 2005.
- <http://www.fao.org/agriculture/crops/news-events-bulletins/detail/en/item/235419>; http://www.fao.org/agriculture/crops/news-events-bulletins/detail/en/item/235419/icode/?no_cache=1
- James, A.P.; R.J. Geijskes; J.L. Dale y R.M. Harding: «Molecular characterization of six badnavirus species associated with leaf streak disease of banana in East Africa», *Ann. Appl. Biol.* 158: 346-353, 2011a.
- Javer-Higinson, E.; I. Acina-Mambole; J. Efrain; C. Font; G. González; A.L. Echemendía; E. Muller; P.Y. Teycheney: «Occurrence, prevalence and molecular diversity of Banana streak viruses in Cuba», *Eur. J. Plant Pathol* 138:157-166, 2014.
- Lescot, T.: Genetic diversity of banana. Close-up. *FRUITReP* 231 April 2015.
- Marinho, V.L.A. and M. F. Batista: «Interceptação, pelo serviço de quarentena, de víruses mudas meristemáticas de bananeiras importadas», *Fitopatol. Bras.*, 30, 2005.
- May S.; G. Plaza: *The United Fruit Company in Latin America*, Seventh Case in an NPA Series on United States Business Performance Abroad, 1958.
- Ordóñez, N.; M.C. Seidl; C. Waalwijk; A. Drenth; A. Kilian; B.P.H.J. Thommas; R.C. Ploetz y G.H.J. Kema: «Worse Comes to Worst: Bananas and Panama Disease-When Plant and Pathogen Clones Meet», *PLoS Pathogens*.DOI:10.1371/journal.ppat.1005197, 2015.
- Pérefarres, F.; G. Le Provost; I. Acina; B.E.L. Lockhart; A. Allah-Dghim; M.L. Iskra-Caruana *et al.*: «Detection, prevalence and diversity of banana streak virus (BSV), banana mild mosaic virus (BanMMV) and banana virus X (BVX) in Guadeloupe», *Acta Horticulturae* 828:205-212, 2009.
- Peng, H.X.; K. Sivasithamparama, D.W. Turner: «Chlamyospore germination and *Fusarium* wilt of banana plantlets in suppressive and conducive soils are affected by physical and chemical factors», *Soil Biology and Biochemistry* 31: 1363-1374, 1999.
- Pérez-Vicente, L.: «*Fusarium* wilt (Panama disease) of bananas: an updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent», Proceedings of the XVI International Acorbat Meeting, Oaxaca, México, oct. 2004, 2004.
- Pérez-Vicente, L.; M.A. Dita; E. Martínez de la Parte: «Technical Manual: Prevention and diagnostic of *Fusarium* Wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* Tropical Race 4 (TR4)», Prepared for the FAO/CARDI Regional Workshop on the Diagnosis of *Fusarium* Wilt (Panama disease) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* Tropical Race 4: Mitigating the Threat and Preventing it Spread in the Caribbean. University of West Indies, Trinidad and Tobago, 5-9 May 2014.
- Plant Health Australia Ltd.: Industry Biosecurity Plan for the Banana Industry, 2003 (Version 2.0-2010), Plant Health Australia, Canberra, ACT.
- Plant Health Australia Ltd.: Farm Biosecurity Manual for the Banana Industry, Reducing the risk of exotic and damaging pests, becoming established in crops (Version 1.0), Plant Health Australia, Canberra, ACT, 2009.
- Ploetz, R.C.; K.G. Pegg: «*Fusarium* wilt», *Diseases of Banana, Abaca and Enset*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 2000.
- Ploetz, R.C.: «Management of *Fusarium* wilt of banana: A review with special reference to tropical race 4», *Crop Protection* 73:7-15, 2015.
- Pocasangre, L.; L. Pérez-Vicente; H. Ferris: «Organic banana disease management. Chapter 5.8. Plant diseases and their management in organic agriculture», *American Phytopathological Soc.*, St. Paul, Mn., 2015.
- Rishbeth, J.: «*Fusarium* wilt of banana in Jamaica. I. Some observations on the epidemiology of the disease», *Ann. Bot.* 19, 293, 1957.
- Reinking, O.A.; M.M. Manns: «Significance of disease spread in the field under different conditions, Bull 44», *Res. Dept. United Fruit Co.*, 1932.
- Stover, R.H. *Banana, plantain and abaca diseases*, CMI, CAB, Surrey, 1972.
- Stover, R.H. «*Fusarium* wilt of banana: some history and current status of the disease», *Fusarium Wilt of Banana*, APS Press, St. Paul, MN., 1990.
- Stover, R.H.; N.W. Simmonds *Bananas*, third ed. Longmans, London, UK, 1987.
- Su, H.J.; S.C. Hwang; W.H. Ko: «Fusarial wilt of Cavendish bananas in Taiwan», *Plant Dis.* 70, 814-818, 1986.
- Thomas, J.: *Musa Net Technical Guidelines for the Safe Movement of Musa Germplasm*, 3rd Edition, Bioversity International, Rome, 2015.