



ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL
DE SANIDAD AGROPECUARIA

ANÁLISIS DE RIESGO

FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. *CUBENSE* RAZA 4 TROPICAL
Plaga cuarentenaria





ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL
DE SANIDAD AGROPECUARIA

ANÁLISIS DE RIESGO
***FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP.**
***CUBENSE* RAZA 4 TROPICAL**
(Foc R4T)
Plaga cuarentenaria

San Salvador, octubre de 2019

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
Análisis de riesgo.
Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 4 tropical (Foc r4t).
Plaga cuarentenaria

DIRECTORIO

M.SC. EFRAÍN MEDINA GUERRA
Director Ejecutivo

MVZ. OCTAVIO JAVIER CARRANZA DE MENDOZA
Director Técnico

M.SC. NOEL BERMÚDEZ CRUZ
Director de Administración y Finanzas

DR. CARLOS URÍAS
Director Regional de Sanidad Vegetal

DR. ABELARDO DE GRACIA
Director Regional de Salud Animal

ING. RAÚL RODAS SUAZO
Director Regional de Servicios Cuarentenarios

LIC. RAÚL PERALTA GIRÓN
Director Regional de Inocuidad de Alimentos

NANCY VILLEGAS JIMÉNEZ
Coordinadora Regional de Análisis de Riesgo del OIRSA

ISBN: 978-99923-896-?-?

OIRSA
Calle Ramón Belloso, final Pasaje Isolde,
Edificio OIRSA, Colonia Escalón,
San Salvador, El Salvador
PBX: + (503) 2263-1123 / + (503) 2209-9200
www.OIRSA.org
OIRSA@OIRSA.org

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL Y RELACIONES PÚBLICAS

M. Sc. Juan Pablo Guzmán
comunicaciones@OIRSA.org
Tel.: + (503) 2209-9200, Ext. 403

PRODUCCIÓN EDITORIAL:

F&G Editores
informacion@fygeditores.com
www.fygeditores.com

San Salvador, octubre de 2019

CONTENIDO

PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR EJECUTIVO	
XI	

GLOSARIO DE SIGLAS Y ACÓNIMOS	
XIII	

LISTA DE CUADROS	
XV	

LISTA DE FIGURAS	
XVII	

RESUMEN EJECUTIVO	
1	

OBJETIVOS	
3	

RESUMEN GENERAL DE MEDIDAS FITOSANITARIAS	
5	

MEDIDAS FITOSANITARIAS RECOMENDADAS	
7	

CATEGORIZACIÓN DE LA PLAGA Y RECOMENDACIÓN DE MEDIDAS FITOSANITARIAS	7
---	----------

INTRODUCCIÓN	
13	

CUMPLIMIENTO DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES INTERNACIONALES	13
--	-----------

I.	
ETAPA 1: INICIO	
17	

1. PUNTO DE INICIO	17
1.1. ARP iniciado por la identificación de una plaga	17
1.1.1. Identificación y caracterización de la plaga	18
1.1.2. Clasificación taxonómica	18

1.1.3.	Sinonimias	19
1.1.4.	Nombres comunes	19
1.1.5.	Ciclo de vida	19
1.1.6.	Proceso de infección	21
1.1.7.	Sintomatología	22
1.1.8.	Marchitez ocasionada por <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical (Foc R4T)	24
1.1.9.	Grupos de compatibilidad vegetativa	25
1.1.10.	Distribución geográfica e historia de invasión	27
1.2.	Hospedantes	29
2.	CARACTERIZACIÓN DE VÍAS POTENCIALES DE RIESGO	30
2.1.	Morfología general del banano	30
2.2.	Caracterización de las vías de riesgo	32
2.2.1.	Planta con o sin raíz	32
2.2.2.	Hijuelos o hijos de espada	35
2.2.3.	Cormos (rizomas)	36
2.2.4.	Hojas o follaje en fresco o seco	38
2.2.5.	Inflorescencia	39
2.2.6.	Semilla botánica y polen	41
2.2.7.	Frutos frescos con cáscara	43
2.2.8.	Frutos sin cáscara, pulpa de plátano	44
2.2.9.	Cáscara de plátano deshidratada	45
2.2.10.	Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	46
2.2.11.	Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	48
2.2.12.	Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes	49
2.2.13.	Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes contaminados con residuos de plantas hospedantes	51
2.2.14.	Suelo	52
2.2.15.	Aire (meteoros: huracanes, ciclones, tifones)	54
2.2.16.	Agua	55
2.2.17.	Pasajeros o turistas	56
2.2.18.	Animales	56
2.2.19.	Correo internacional	57
2.2.20.	Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos de vegetales o suelo)	58
3.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGO DE PLAGAS	59
3.1.	Producción de banano a nivel mundial	59
3.2.	Caracterización geográfica y superficie bananera en el área de análisis de riesgo de plagas	64

3.2.1.	México	64
3.2.2.	Guatemala	66
3.2.3.	Belize	67
3.2.4.	Honduras	69
3.2.5.	El Salvador	70
3.2.6.	Nicaragua	71
3.2.7.	Costa Rica	73
3.2.8.	Panamá	74
3.2.9.	República Dominicana	76
3.3.	Superficie y producción bananera en Centroamérica y el Caribe	77
3.	INFORMACIÓN NECESARIA	78
4.	CONCLUSIÓN DE LA ETAPA 1	78

II.

ETAPA 2: EVALUACIÓN DEL RIESGO

81

1.	CATEGORIZACIÓN DE LAS PLAGAS	82
1.1.	Elementos de la categorización	82
1.2.	Identidad de la plaga	82
1.3.	Presencia o ausencia en el área de ARP	82
1.4.	Estatus reglamentario	83
1.5.	Potencial de establecimiento y dispersión en el área de ARP	85
1.5.1.	Condiciones agroclimáticas del cultivo de banano en el área de ARP	85
1.5.2.	Centroamérica	91
1.5.3.	Consecuencias económicas potenciales en el área de ARP	94
1.6.	Conclusión de la categorización de las plagas	103
2.	EVALUACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE INTRODUCCIÓN	104
2.1.	Probabilidad de entrada de una plaga	104
2.1.1.	Identificación de vías para un ARP iniciado a raíz de una plaga	105
2.1.2.	Nivel de riesgo asociado a la entrada de artículos reglamentados por países de la región OIRSA	115
2.1.3.	Identificación de otras vías de entrada para la plaga	115
2.1.4.	Documentación de entrada de vías específicas	127
	Análisis de riesgo de materiales producidos <i>in vitro</i>	130
2.1.5.	Probabilidad de supervivencia durante el transporte o almacenamiento	131
2.1.6.	Tránsito aéreo de pasajeros como vía de riesgo para el ingreso de plagas y enfermedades	131
2.1.7.	El movimiento de mercancías por tránsito marítimo como vía de riesgo para el ingreso de plagas y enfermedades	144

2.1.8.	El movimiento de mercancías por tránsito terrestre como vía de riesgo para el ingreso de plagas y enfermedades	150
2.1.9.	Probabilidad de distribución, posterior a la entrada	151
2.1.10.	Cadena de valor del banano. Distribución	151
2.1.11.	Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos vigentes de manejo de plagas	157
2.1.12.	Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado	158
2.2.	Probabilidad de establecimiento	159
2.2.1	Disponibilidad de hospedantes apropiados, hospedantes alternativos y vectores en el área de ARP	160
2.2.2.	Adaptabilidad al medio ambiente	161
2.2.3.	Prácticas de cultivos y medidas de control	162
2.2.4.	Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad de establecimiento	163
2.3.	Probabilidad de dispersión después del establecimiento	163
2.3.1.	Materiales propagativos	168
2.3.2.	Agua	169
2.3.3.	Suelos y sustratos	170
2.3.4.	Viento	170
2.3.5.	Animales	171
2.3.6.	Factores antropogénicos	172
2.4.	Conclusión sobre la probabilidad de introducción y dispersión	176
2.4.1.	Conclusión con relación a las áreas en peligro	178
3.	EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS ECONÓMICAS POTENCIALES	178
3.1.	Impactos medio ambientales y sociales	178
3.2.	Consumo de bananas y plátanos en Latinoamérica e impacto social	179
3.3.	Evaluación de impacto en las consecuencias económicas potenciales	181
3.4.	Análisis de las consecuencias económicas comerciales	184
3.5.	Factores relativos al tiempo y el lugar	188
3.6.	Técnicas analíticas	189
3.7.	Conclusiones de la evaluación de las consecuencias económicas	189
4.	GRADO DE INCERTIDUMBRE	191
5.	CONCLUSIÓN DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE PLAGAS	192

III.

ETAPA 3: MANEJO DEL RIESGO DE PLAGAS

193

1.	NIVEL DEL RIESGO	195
2.	INFORMACIÓN TÉCNICA NECESARIA	196
3.	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	196

3.1. Conclusión de la categorización de la plaga	196
4. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE OPCIONES APROPIADAS PARA EL MANEJO DEL RIESGO Y REQUISITOS FITOSANITARIOS PARA LA IMPORTACIÓN	197
4.1. Planta con o sin raíz	197
4.2.1. Medidas fitosanitarias de mitigación de riesgo recomendadas para permitir la importación de plantas de <i>Musa</i> spp. con o sin raíz	198
4.2.2. Medidas fitosanitarias recomendadas para permitir la importación de hijuelos o hijos de espada de <i>Musa</i> spp.	199
4.2.3. Cormos (rizomas) de <i>Musa</i> spp.	200
4.2. Hojas o follaje en fresco o seco de <i>Musa</i> spp.	201
4.3. Flores y follaje fresco de <i>Musa</i> spp.	202
4.4. Semilla botánica y polen fresco de <i>Musa</i> spp.	204
4.5. Frutos frescos de <i>Musa</i> spp. con cáscara	205
4.6. Frutos sin cáscara y pulpa de plátanos y bananos (<i>Musa</i> spp.)	206
4.7. Cáscara de plátano deshidratada (<i>Musa</i> spp.)	207
4.8. Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	208
4.9. Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	209
4.10. Sustratos orgánicos	210
4.11. Artesanías u artículos elaboradas con fibras de musáceas, materiales de empaque	212
4.12. Pasajeros o turistas (cuyo calzado, efectos personales o ropa estuvieron en contacto con suelo o plantas infectadas)	212
4.12.1. Animales	213
4.12.2. Recomendaciones generales a pasajeros que viajan a un país miembro del OIRSA	214
4.13. Correo internacional	215
4.14. Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo)	216
4.14.1. Medidas de mitigación de riesgo	219
5. CONCLUSIÓN DEL MANEJO DEL RIESGO DE PLAGAS	220

IV. DOCUMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PLAGAS 221

V. LITERATURA CONSULTADA 223

PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR EJECUTIVO

La Raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T) ataca de manera agresiva a las variedades de banano del subgrupo Cavendish y a un grupo considerable de variedades de musáceas, como bananos de cocción tipo Bluggoe (ABB), Gros Michel (AAA), Prata (AAB) y Manzano (AAB). El banano es uno de los productos más importantes de exportación para algunos países de LAC, como así también el plátano es la base de seguridad alimentaria de muchos otros. En América Latina y el Caribe (LAC), aunque no es el centro de origen de los plátanos y bananos, se produce más del 35% de la producción mundial. Así mismo, exporta 14.5 millones de toneladas de bananos y plátanos que representan el 64.2% y 2% de la producción mundial, respectivamente. Aproximadamente 45.3 millones de toneladas (68.9% de la producción de todos los tipos de musáceas en LAC) son para el consumo local, siete países de la región están entre los diez primeros exportadores de banano del mundo, tres de los cuales se encuentran en la región del OIRSA (Costa Rica, Guatemala y República Dominicana). Estas cifras demuestran el peso del sector en la economía y la seguridad alimentaria de LAC.

La mejor opción de control de Foc R4T es, sin dudas, la exclusión (evitar su entrada). Sin embargo, Foc R4T se ha diseminado vertiginosamente y nuevos brotes han sido reportados en 18 países, en cinco continentes: Asia (Taiwán, Malasia, Indonesia, China, Filipinas, India, Vietnam, Laos, Myanmar; **África** (Mozambique); Oriente Medio (Omán, Jordania, **Líbano**, Pakistán, Israel); Oceanía (Australia: Darwin, Queensland; y al cierre de esta publicación en América (Colombia). La creciente diseminación de esta plaga no solo ilustra la complejidad de implementar medidas de exclusión eficientes a nivel internacional, sino la necesidad de estar preparados para controlar eventuales brotes de Foc R4T en LAC.

El OIRSA insta a sus Estados miembros (México, Centroamérica y República Dominicana) a intensificar sus medidas de bioseguridad e inspecciones de productos y subproductos de origen vegetal en puertos, aeropuertos y fronteras, a fin de prevenir la diseminación de la marchitez por fusariosis de las musáceas (plátanos y bananos), causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc R4T), lo que provocaría innumerables pérdidas económicas en la industria bananera regional, las cuales

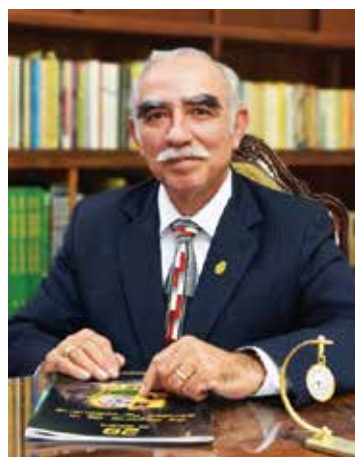
se recomiendan para su implementación en forma armonizada entre los Estados miembros en el presente estudio regional de análisis de riesgo por plaga.

Esto es de vital importancia, sobre todo ahora, ante la sospecha de presencia de la enfermedad en el sur del continente americano. La plaga se disemina de diversas maneras: cuando se usan herramientas en una planta contaminada y luego en sanas, cuando las esporas son esparcidas por el agua en la plantación, mediante el suelo presente en zapatos o llantas de vehículos que circulan dentro del cultivo, entre otras. Actualmente, la enfermedad no se encuentra en la región del OIRSA, pero, por su peligrosidad, debe de establecerse el nivel adecuado de protección sanitaria en cada uno de los países miembros. En ese sentido, se recomienda: a) Reforzar medidas de bioseguridad en puntos de control (puertos, aeropuertos, y pasos fronterizos). b) Implementar las medidas de bioseguridad establecidas en plan de contingencia del OIRSA para la prevención del Foc R4T en sitios de producción de musáceas. c) Control de material de propagación e importación de material genético. d) Incrementar la capacidad de diagnóstico con otras instituciones de investigación y academia. e) Fortalecer la difusión de información de esta plaga a través de una campaña comunicacional de prevención. f) Reforzar el acompañamiento con personal técnico en territorio.

Este primer estudio de análisis de riesgo por plaga es parte del reforzamiento de medidas de bioseguridad, en la implementación del Sistema Regional de Análisis de Riesgo en Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos del OIRSA, de significativa importancia como referencia sustentada en riesgo para la toma de decisiones e implementación de acciones tendientes a proteger de forma efectiva el patrimonio fitosanitario de nuestros países, la seguridad alimentaria y la facilitación de comercio internacional.



Ing. Efraín Medina Guerra
Director Ejecutivo de OIRSA



GLOSARIO DE SIGLAS Y ACÓNIMOS

AMSF	Acuerdo para la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias
Aupsa	Autoridad Panameña de Seguridad de los Alimentos, Panamá
BAHA	Belize Agricultural Health Authority, Belize.
CIPF	Convención Internacional de Protección Fitosanitaria
CIRSA	Comisión Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
Cofupro	Organismo Coordinador de las Fundaciones Produce, México.
Corbana	Corporación Bananera Nacional, Costa Rica
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IPSA	Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria, Nicaragua
ISO	Organismo Internacional de Estandarización.
MA	Ministerio de Agricultura, República Dominicana.
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá
OIRSA	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
OMC	Organización Mundial de Comercio
Sader	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, antes Sagarpa, México
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras
Sagarpa	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
Senasa	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria, Honduras
Senasica	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México
SFE	Servicio Fitosanitario del Estado, Costa Rica

SIAP	Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, México.
Sinavef	Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, ahora SIRVEF, México
SIRVEF	Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, México
Visar	Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, Guatemala

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de las evaluaciones de riesgo correspondientes a las vías identificadas en el presente ARP	8
Cuadro 2. Distribución de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical (Foc R4T), actualizada al año 2018	28
Cuadro 3. Resumen de la caracterización de las vías de riesgo asociadas a la introducción de inóculo de Foc R4T	33
Cuadro 4. Industria bananera en términos de producto interno bruto (PIB) para el año 2013	61
Cuadro 5. México: Caracterización geográfica	64
Cuadro 7. Guatemala: área, producción y rendimiento de banano	66
Cuadro 6. Guatemala: caracterización geográfica	66
Cuadro 8. Belize: Caracterización geográfica	68
Cuadro 9. Honduras: Caracterización geográfica	69
Cuadro 10. El Salvador: caracterización geográfica	70
Cuadro 11. Nicaragua: Caracterización geográfica	71
Cuadro 12. Costa Rica: caracterización geográfica	73
Cuadro 13. Caracterización geográfica de Panamá	74
Cuadro 14. República Dominicana: caracterización geográfica	76
Cuadro 15. Descriptores para la estimación de la probabilidad de riesgo	81
Cuadro 16. Nombres que recibe Foc R4T en seis estados miembros del OIRSA en sus listados oficiales de plagas reglamentadas	84
Cuadro 17. Situación reglamentaria de Foc R4T para los países del OIRSA	86
Cuadro 18. Principales países exportadores de bananos (fruta), 2014	92
Cuadro 19. México: precios de venta al mayoreo del plátano de Colima en los principales mercados del país (noviembre-diciembre 2017) (\$/kg.)	95
Cuadro 20. Principales países productores de bananos (2014)	101
Cuadro 21. Región OIRSA: superficie cosechada en hectáreas, rendimiento en toneladas por hectárea y datos de producción en toneladas, de los países miembros de la (2011-2013)	102
Cuadro 22. Guatemala: mercancías reglamentadas del género <i>Musa</i>	107
Cuadro 23. Honduras: requisitos fitosanitarios para la importación de mercancías de <i>Musa</i> spp.	108

Cuadro 24. El Salvador: requisitos de importación para mercancías de plátano por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería	110
Cuadro 25. Nicaragua: requisitos fitosanitarios para la importación de materiales vegetales propagativos de <i>Musa</i> spp.	111
Cuadro 26. Costa Rica: requisitos fitosanitarios para la importación de banano (<i>Musa x paradisiaca</i>) con fines propagativos	112
Cuadro 27. Panamá: requisitos fitosanitarios para la importación de mercancías de <i>Musa</i> spp.	114
Cuadro 28. República Dominicana: requisitos para la importación de plantas de <i>Musa</i> spp. <i>in vitro</i>	114
Cuadro 29. Región OIRSA: nivel de riesgo asociado a la importación de artículos reglamentados de banano y plátano	116
Cuadro 30. Estimación de la probabilidad de entrada de Foc R4T, en la movilización internacional de las vías caracterizadas con <i>Musa</i> spp. como material hospedante	120
Cuadro 31. Estimación de la probabilidad de entrada de Foc R4T en la movilización internacional de las vías caracterizadas como no hospedantes	124
Cuadro 32. México: vuelos comerciales directos con riesgo por procedencia de países con presencia de Foc	133
Cuadro 33. Estadísticas de pasajeros que transitan por el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (2005-2018 [octubre])	134
Cuadro 34. Estadísticas de pasajeros que transitan por el Aeropuerto Internacional de Tocumen, Panamá-México (2003-2015)	135
Cuadro 35. Costa Rica: flujo de pasajeros en tránsito por el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría	136
Cuadro 36. Guatemala: flujo de pasajeros en tránsito por el Aeropuerto Internacional La Aurora, 2017	138
Cuadro 37. Nicaragua: flujo de pasajeros en tránsito por el Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, 2014-2018	139
Cuadro 38. Nivel de riesgo asociado a la distribución de artículos reglamentados de banano y plátano por los Estados miembros del OIRSA	154
Cuadro 39. Clasificación de climas ideales para el establecimiento de Foc R4T. clasificación climática de Köppen	160
Cuadro 40. Estimación de la probabilidad de establecimiento de Foc R4T en el área de ARP	164
Cuadro 41. Estimación de la probabilidad de dispersión de Foc R4T en el área de ARP	173
Cuadro 42. Resumen de las probabilidades de introducción (entrada y establecimiento) y dispersión de Foc R4T en el área de ARP	177
Cuadro 43. Región OIRSA: resumen del riesgo total para la plaga <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Ciclo de vida de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. .	19
Figura 2.	Ciclo de vida de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (Foc) en banano	21
Figura 3.	Sintomatología expresada por plantas de banano enfermas de fusariosis, ocasionada por <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical	22
Figura 4.	Sintomatología interna en plantas de banano enfermas de fusariosis, ocasionada por <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical	23
Figura 5.	Distribución de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical	29
Figura 6.	Distribución mundial de razas de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (Foc)	30
Figura 7.	Morfología general de una planta de banano	31
Figura 8.	Plantas como vías de riesgo	35
Figura 9.	Hijuelos o hijos de espada	36
Figura 10.	Sección de corno de una planta adulta	37
Figura 11.	Hojas o follaje en fresco o seco	38
Figura 12.	Plantas de banano a las que se les han retirado las hojas y vainas para dejar visible el tallo floral	39
Figura 13.	Desarrollo inicial de la inflorescencia	40
Figura 14.	Desarrollo inicial de las “manos” flores femeninas, que darán origen a los frutos	40
Figura 15.	Semillas de plátano	41
Figura 16.	Semilla de plátano	42
Figura 17.	Polen de banano	42
Figura 20.	Fruto fresco “Namwa” (<i>ABB</i> group)	43
Figura 19.	Fruto fresco var. Gros Michel	43
Figura 18.	Fruto fresco var. Cavendish	43
Figura 21.	Fruto fresco sin cáscara.	44
Figura 22.	Recepción de cargamento de banano	44
Figura 23.	Ejemplos de uso de la cáscara de plátano deshidratada	45
Figura 24.	Cultivo de tejidos <i>in vitro</i>	46
Figura 25.	Cultivo de tejidos y planta endurecida	46
Figura 26.	Endurecimiento	47
Figura 27.		51
Figura 28.		51

Figura 30. Distribución de la producción de bananos (promedio) a nivel mundial	59
Figura 31. Crecimiento de la producción mundial de bananos (total)	60
Figura 32. Producción de banano a nivel mundial	60
Figura 33. Consumo per cápita de frutos de banano a nivel mundial	61
Figura 34. Exportaciones mundiales de bananos por región, 2011-2017 (miles de toneladas)	62
Figura 35. Principales países exportadores de fruto fresco de banano	62
Figura 36. Principales países importadores de fruto fresco de banano	63
Figura 37. México: ubicación geográfica	64
Figura 38. México: estados productores de banano	65
Figura 39. Ubicación geográfica de Guatemala	66
Figura 40. Guatemala: distribución geográfica de la producción nacional de banano	67
Figura 41. Ubicación geográfica de Belize	68
Figura 42. Belize: distribución de la producción de plátano geográfica de Belize	68
Figura 43. Honduras: ubicación geográfica	69
Figura 44. Honduras: distribución de la producción de plátano	69
Figura 45. El Salvador: ubicación geográfica	70
Figura 46. El Salvador: distribución de la producción de plátanos	71
Figura 47. Nicaragua: ubicación geográfica	72
Figura 48. Nicaragua: distribución de la producción de plátano	72
Figura 49. Costa Rica: Ubicación geográfica.	73
Figura 50. Costa Rica: Distribución de la producción de banano	73
Figura 51. Panamá: ubicación geográfica	75
Figura 52. Panamá: distribución de la producción de plátano	75
Figura 53. República Dominicana: ubicación geográfica	76
Figura 54. Condiciones climáticas imperantes en México y Centroamérica para el desarrollo del cultivo de plátanos y bananos	89
Figura 55. Condiciones climáticas imperantes en el sur de México y Centroamérica para el desarrollo del cultivo de plátanos y bananos	90
Figura 56. Áreas de producción de banano y plátano en Centroamérica	91
Figura 57. Centroamérica: principales productos de exportación, 2013	92
Figura 58. Centroamérica: <i>top ten</i> de los principales países exportadores de bananos, 2013	93
Figura 59. Cifras del monitoreo agrícola de Centroamérica reportadas al final del año 2016	93
Figura 60. Guatemala: principales productos agrícolas de exportación, 2013	95
Figura 61. Guatemala: principales destinos de las exportaciones, 2013	96
Figura 62. Honduras: principales productos de exportación, 2013	96
Figura 63. El Salvador: principales productos de exportación, 2013	97
Figura 64. Nicaragua: principales productos de exportación, 2013	97

Figura 65. Costa Rica: principales productos de exportación, 2013	98
Figura 66. Costa Rica: valor de las exportaciones, 2013	98
Figura 67. Costa Rica: exportaciones de fruto fresco de banano y destinos de exportación, 2016	98
Figura 68. Panamá: principales productos de exportación, 2013	99
Figura 69. Panamá: valor de las exportaciones, 2013	99
Figura 70. República Dominicana: principales productos de exportación, 2013	100
Figura 71. Región ORISA : Rendimiento de producción por hectárea, 2016	101
Figura 72. Avance en la dispersión de la enfermedad ocasionada por Foc R4T en bananos var. Cavendish (AAA)	119
Figura 73. Ampliación de la distribución geográfica confirmada de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical	119
Figura 74. Vuelos internacionales que operan desde el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México	133
Figura 75. Pasajeros totales del Aeropuerto de la Ciudad de México 1990–2017 (millones)	134
Figura 76. Costa Rica: pasajeros que transitan por el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, 2000-2016	137
Figura 77. Sistema portuario mexicano	145
Figura 78. Belize: puertos de entrada	146
Figura 79. Guatemala: puestos de inspección en el territorio nacional del Servicio de Protección Agropecuaria y del Servicio Internacional de Tratamientos Cuarentenarios	147
Figura 80. Nicaragua: puestos de inspección interna y externa	148
Figura 81. Costa Rica: puestos de inspección interna y externa	148
Figura 82. Distribución global de razas de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (Foc), agente causal del marchitamiento por <i>Fusarium</i> del banano	159
Figura 83. Mapa mundial de la clasificación climática de Köppen para el periodo 1951-2000	161
Figura 84. Isotermas climáticas	161
Figura 85. Factores asociados a la dispersión de <i>Fusarium</i>	168
Figura 86. Planta de <i>Musa</i> spp	198
Figura 87. Cormos (rizomas) de <i>Musa</i> spp	200
Figura 88. Hojas de plátano congeladas	201
Figura 89. Flor de planta de banano	203
Figura 90. Semillas de plátano	204
Figura 91. Fruto fresco var. Gros Michel	205
Figura 92. Recepción de cargamento de banano	206
Figura 93. Cáscara de plátano deshidratada	207
Figura 94. Producción de plantas <i>in vitro</i>	209
Figura 95. Plantas ornamentales de <i>Musa lasiocarpa</i>	209

RESUMEN EJECUTIVO

Raza 4 tropical (R4T) es el nombre que recibe la cepa del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) causante del marchitamiento por *fusarium* (también conocido como fusariosis de las musáceas y *fusarium* de las musáceas). Esta enfermedad desencadena procesos infecciosos que pueden causar la muerte de plantas del género *Musa* spp., en un amplio rango de hospedantes, incluidos cultivares Cavendish, Lakatan y Pisang mas, además de cultivares susceptibles a las razas 1 y 2, como Gros Michel, Silk, Pome y Bluggoe. Por los considerables daños económicos, sociales y ambientales que ha ocasionado, se considera como la plaga más destructiva para las musáceas a nivel mundial en las últimas dos décadas. Su ocurrencia en los países donde se ha declarado como endémica o naturalizada ha ocasionado el cierre de mercados de importación, la imposición de medidas fitosanitarias más restrictivas a las exportaciones llegando a la prohibición; y en los ámbitos nacionales, la escasez y encarecimiento de la fruta para consumo humano/industrial. La enfermedad es originaria del este de Asia, en donde hasta el momento no existen medidas de control fitosanitario que hayan resultado efectivas en la contención o manejo de la enfermedad. Foc R4T (vcg 01213/16) inicialmente fue caracterizado en Taiwán, de donde se ha dispersado a través de diferentes vías (comercio de mercancías reglamentadas, incluidos materiales vegetales para la siembra, además de diversos artículos contaminados con suelo con esporas) a países como Malasia, Indonesia, Filipinas, China, Papúa Nueva Guinea, Omán, Jordania, Mozambique, Pakistán, Líbano, norte de Australia, Laos, Vietnam, y recientemente (2018) se ha confirmado en Myanmar, Israel e India (Zheng *et al.*, 2018; Maymon *et al.*, 2018; EPPO, 2019; Singh y Shukla, 2019).

La plaga *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical, actualmente no se encuentra presente en los países de la región OIRSA (México, Belize, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana). La eventual entrada de este patógeno en territorios donde la plaga está ausente, generaría consecuencias devastadoras en términos de seguridad alimentaria, estabilidad económica, social, certidumbre/confianza en las exportaciones, y en términos ambientales las repercusiones pudieran ser incuantificables.

En atención a que los países, hoy día, son autosuficientes en la producción de fruto de plátano/banano para consumo nacional y con importantes excedentes con calidad de exportación que satisface mercados demandantes de calidad (organoléptica, fitosanitaria, límites máximos de residuos, etc.), como Estados Unidos, Canadá, Unión Europea, Japón y China, por mencionar algunos; ante la seria amenaza que representa esta grave enfermedad, la Comisión Técnica del OIRSA en su LVI reunión ordinaria (2016-1), valoró la importancia de llevar a cabo este estudio para dimensionar el nivel de riesgo/peligro al que se enfrentan los países de la región. Por ello, los ministros y secretarios de Agricultura de los Estados Miembros, integrantes de la Comisión Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (CIRSA) en su LXIII reunión extraordinaria (2016-2) instruyeron la elaboración del ARP para documentar el riesgo del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical también conocido como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical race 4 (por su nombre oficial en inglés), plaga de interés cuarentenario, ausente, potencialmente dañina para la cadena de valor del cultivo e industria del plátano y banano y musáceas en general, que tienen en estos cultivos un aporte relevante de ingresos para su desarrollo económico interno y en la generación de divisas por concepto de exportaciones.

El presente estudio regional de ARP por plaga, fue elaborado en atención al artículo 5° del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial de Comercio (OMC, 2015) y de conformidad con las disposiciones emitidas en materia de análisis de riesgo, por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Identifica y caracteriza las áreas bajo riesgo/peligro, las vías susceptibles de entrada, establecimiento y dispersión de la plaga, de las cuales evalúa su probabilidad, así como los potenciales daños económicos (directos e indirectos), además de las medidas fitosanitarias que podrían apoyar a mantener a la plaga fuera de los territorios de los países de la región, una vez implementadas en forma armonizada, lo que permitiría coadyuvar a la protección de la condición fitosanitaria de los Estados miembros.

OBJETIVOS

En el presente estudio regional de análisis de riesgo de plagas por plaga se plantean los siguientes objetivos:

- 1) Examinar y evaluar el nivel de riesgo de asociación del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T) con diferentes vías de riesgo, originarias o procedentes de países donde la enfermedad es endémica o naturalizada, y cuyas mercancías o vías son solicitadas para su comercio o ingreso a cualquiera de los países que integran la región OIRSA;
- 2) Evaluar las probabilidades de riesgo de introducción (entrada y establecimiento) y dispersión del hongo Foc R4T en la región OIRSA;
- 3) Evaluar las potenciales consecuencias económicas que pueden derivarse del establecimiento de Foc R4T en la región OIRSA;
- 4) Proponer opciones de medidas fitosanitarias, para mitigar el riesgo de introducción de Foc R4T asociado a diferentes vías de riesgo;
- 5) Proponer para su posible implementación la referencia sustentada en la evaluación de los riesgos o amenazas que conlleva la importación de mercancías reglamentadas a los países de la región, como base para la homologación de los respectivos marcos legales de importación de los Estados miembros de la región OIRSA, para protección de la industria, así como de toda la cadena de valor del banano.

Las actividades conexas como diagnóstico, vigilancia (muestreo, monitoreo), reglamentación de las importaciones, control y erradicación podrían ser apoyadas por el OIRSA como referencia para ayudar a los Estados miembros a luchar contra cualquier incursión de Foc R4T en el área de ARP, como parte del plan operativo contra Foc R4T.

RESUMEN GENERAL DE MEDIDAS FITOSANITARIAS

Derivado del estudio documental del ARP se recomienda la aplicación de las siguientes medidas fitosanitarias (MFS), en forma general:

- 1) Fortalecer los esquemas nacionales de acreditación, aprobación y certificación de centros de producción de materiales vegetales propagativos.
- 2) Establecer instalaciones de cuarentena post-entrada para materiales vegetales propagativos con destino de uso previsto para siembra para evaluación (comercial, confinada, experimental) y actualizar u homologar los marcos legales para la importación de mercancías de riesgo.
- 3) Implementar o fortalecer la aplicación de MFS a medios de transporte y tránsito de mercancías y personas. Por ejemplo: aplicación de tapetes fitosanitarios en puntos de ingreso de pasajeros internacionales procedentes de países con riesgo; desinfección y desinfestación de contenedores, vehículos, calzado, etcétera).
- 4) Establecer perfiles de peligro para la identificación de pasajeros internacionales potenciales de riesgo.
- 5) Establecer procesos de inspección no intrusiva mediante la operación de unidades y binomios caninos.
- 6) Establecer o fortalecer campañas de comunicación, servicios de cuarentena y vigilancia epidemiológica, mediante la capacitación y evaluación de la competencia en forma continua.

Además de otras medidas que se recomiendan en detalle en el presente documento.

MEDIDAS FITOSANITARIAS RECOMENDADAS

CATEGORIZACIÓN DE LA PLAGA Y RECOMENDACIÓN DE MEDIDAS FITOSANITARIAS

El resultado de la categorización de la plaga *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T), de acuerdo con lo dispuesto en la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8, *Determinación de la situación de una plaga en un área* (CIPF, 2016c) en la región OIRSA, es: “Ausente: no hay registros de la plaga”, ya que la vigilancia general indica que la plaga está ausente y que nunca ha sido confirmado registro alguno, por lo cual, cumple con la definición de plaga cuarentenaria establecida en la NIMF 5, *Glosario de términos fitosanitarios* (CIPF, 2016b).

En el Cuadro 1 se indican las vías que se han determinado como probables en la introducción, dispersión, daño económico de Foc R4T, procedentes de países con presencia de la plaga, las que se indican con su probabilidad de riesgo.

Las medidas fitosanitarias recomendadas para su implementación en el presente ARP regional por plaga, corresponden en su calificación por nivel de riesgo a las vías documentadas en el presente estudio, originarias o procedentes de países con presencia confirmada de la plaga de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T).

En la etapa 3, Manejo del riesgo de plagas, se presenta un breve análisis de las medidas fitosanitarias (requisitos fitosanitarios de importación) implementadas actualmente por los países, a manera de trabajar en el ámbito de su armonización.

Derivado de la documentación del presente estudio regional de análisis de riesgo de plagas por plaga se han determinado las medidas fitosanitarias que podrían apoyar a la salvaguarda contra Foc R4T de la industria bananera regional, las que se recomiendan para su valoración y, cuando sea el caso, implementación y evaluación de su eficacia y eficiencia por parte de los Estados miembros del OIRSA.

En complemento a las medidas recomendadas en su aplicación general, se recomiendan las siguientes:

CUADRO 1.
RESUMEN DE LAS EVALUACIONES DE RIESGO
CORRESPONDIENTES A LAS VÍAS IDENTIFICADAS EN EL PRESENTE ARP

Tipo de vía/ Probabilidad	Introducción	Dispersión	Potencial de daño económico	Probabilidad de riesgo
MATERIALES HOSPEDANTES / MERCANCÍAS REGLAMENTADAS				
Plantas con o sin raíz. Hijuelos o hijos de espada	Alto	Alto	Alto	Alto
Cormos (rizoma)	Alto	Alto	Alto	Alto
Hojas o follaje en fresco	Medio	Medio	Medio	Medio
Inflorescencia	Medio	Medio	Medio	Medio
Semilla botánica y polen	Medio	Medio	Medio	Medio
Frutos frescos con cáscara*	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Frutos sin cáscara. Pulpa de plátano	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
Cáscara de plátano deshidratada	Medio	Medio	Alto	Medio
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplan- tas o germoplasma de banano**	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	Alto	Alto	Alto	Alto
NO HOSPEDANTES				
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos hospedantes (sustratos orgánicos no esterilizados)	Alto	Bajo	Medio	Medio
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes fabricados con materiales de plantas hospedantes	Medio	Medio	Medio	Medio
Suelo	Alto	Alto	Alto	Alto
Aire	Bajo	Alto	Bajo	Medio
Agua	Medio	Alto	Alto	Alto
OTRAS VÍAS PROBABLES				
Pasajeros: materiales o artículos transportados por pasajeros, contami- nados con suelo	Alto	Medio	Alto	Medio
Animales o mascotas (contaminados con suelo)	Medio	Medio	Alto	Medio
Correo internacional (contaminado con suelo)	Medio	Medio	Alto	Medio
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo).	Alto	Alto	Alto	Alto
(*) Las celdas resaltadas en fondo rojo corresponden a la adecuación realizada al proceso de análisis de ries- go en atención a la recepción de comentarios recibidos por las ONPF de los países de la región OIRSA. (**) Para la vía consistente en plantas procedentes de cultivo de tejidos o meristemos producidos en medios de cultivo esterilizados, plantas producidas en condiciones <i>in vitro</i> (vitroplantas) o <i>ex vitro</i> (plantas endureci- das en ausencia de contacto con suelo) producidas en medios orgánicos o inorgánicos esterilizados, vitroplan- tas importadas a raíz desnuda o germoplasma no liofilizado de musáceas, el riesgo se estima como bajo cuando exista reconocimiento/autorización de la instancia/empresa productora por parte de las ONPF involu- cradas en el proceso de exportación/importación, para lo cual podría mediar la elaboración de un análisis de riesgo de plagas específico.				

- 1) Que los países valoren el establecimiento de restricciones a las impor-
taciones procedentes de países donde la plaga *Fusarium oxysporum*
f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T) se encuentra presente. Para
ello, se ha informado sobre los posibles riesgos.
- 2) Fortalecer los marcos normativos, o legales, a nivel nacional y regio-
nal en la aplicación de medidas fitosanitarias que permitan la armo-
nización de los procedimientos de inspección, toma de muestras, de-

tección, accionabilidad y notificación, en caso de la detección en puntos de ingreso en alguno de los países de la región. Para mayor detalle ver los marcos normativos de cada país (Cuadro 30).

- 3) Fortalecer la accionabilidad de los servicios cuarentenarios de cada país, como primera barrera de contención de plagas.
- 4) Intensificar los procedimientos de vigilancia epidemiológica específica, como “segunda barrera”, para la detección oportuna y en su caso la accionabilidad ante la detección en puntos de ingreso de Foc R4T, además de cualquier incursión de la plaga.
- 5) Fortalecer los esquemas nacionales de acreditación, aprobación y certificación de centros de producción de materiales vegetales propagativos.
- 6) Implementar medidas de control para medios de transporte (tapetes fitosanitarios en puntos de ingreso o tránsito de pasajeros, desinfección de contenedores, vehículos, calzado, etcétera).
- 7) Establecer perfiles de peligro para el control de pasajeros internacionales y la aplicación de encuestas específicas.
- 8) Establecer procesos de inspección no intrusiva mediante la operación de unidades o binomios caninos para la inspección de pasajeros internacionales y mercancías, procedentes de países de riesgo.
- 9) Fortalecer los canales y medios de comunicación inter países entre autoridades.
- 10) Constituir una asociación regional de países productores de plátanos y bananos, la cual podrá trabajar en común para construir un “Acuerdo regional sobre detección oportuna, delimitación, manejo y control de Foc R4T”.
- 11) Proponer a la región OIRSA como área libre de Foc R4T ante organismos internacionales para obtener su reconocimiento. Para ello, el presente estudio de ARP puede servir como referencia.

En general, las medidas fitosanitarias (MSF) propuestas en el presente ARP tienen por objeto la prevención de la introducción por cualquier vía de entrada del agente causal de la marchitez de las musáceas ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213/16), plaga de interés cuarentenario para la región, así como de prevenir su posterior distribución por medios antropogénicos y dispersión al interior de los territorios de los Estados miembros con superficie cultivada de plátanos y bananos, por lo cual se recomienda la aplicación de medidas fitosanitarias para el mantenimiento de la condición fitosanitaria de cada uno de los países que integran la región OIRSA. A continuación, se proporciona un resumen de las medidas específicas para cada una de las vías de riesgo identificadas y caracterizadas en el presente estudio, el detalle de ellas

puede ser consultado en la Etapa 3, Manejo del riesgo de plagas, en el presente documento.

- 1) Se recomienda establecer medidas fitosanitarias como la prohibición de la importación de materiales vegetales propagativos convencionales (producidos en suelo natural), procedentes de plantas de plátano o banano de cualquier especie o variedad, sus partes, órganos y productos naturales, así como sus envases, empaques y vehículos de cualquier país¹ o área con presencia confirmada de la enfermedad, que pudiesen estar contaminados con cualquier cantidad de suelo.
- 2) Se recomienda establecer medidas fitosanitarias para la importación de órganos, estructuras o partes secas o deshidratadas de plantas de la familia Musaceae (incluidas las artesanías) de países con presencia confirmada de Foc R4T.
- 3) Se recomienda establecer medidas fitosanitarias para la importación de países con presencia confirmada de Foc R4T, de plantas ornamentales del género *Musa* spp.
- 4) Se consideran mercancías de riesgo bajo aquellas aquellas cuyo requisito fitosanitario para la importación haya sido aprobado a partir del estudio de análisis de riesgo de plagas. El embarque deberá presentar el certificado fitosanitario de importación (CIF) en el cual se especifique que procede de unidades productivas libres de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T). Previo al ingreso del embarque, se recomienda realizar visitas de verificación en origen, así como aplicar los procesos de cuarentena post-entrada. La ONFP del país importador deberá valorar la ejecución de esas medidas cuando la mercancía proceda de países con presencia confirmada de Foc R4T.
- 5) Entre los artículos reglamentados susceptibles de ser considerados como mercancías de riesgo bajo están: plantas procedentes de cultivo de tejidos o meristemos producidos en medios de cultivo esterilizados, plantas producidas en condiciones *in vitro* (vitroplantas) o *ex vitro* (plantas endurecidas en ausencia de contacto con suelo) producidas en medios orgánicos o inorgánicos esterilizados, vitroplantas importadas a raíz desnuda o germoplasma no liofilizado de musáceas; que hayan sido producidas por unidades (laboratorios o empresas), y cuya exportación-importación, haya sido mediante la constatación y aprobación de los medios de producción, infraestructura de equipos e instalaciones y de la constatación de la competencia técnica del personal

1. Países con presencia confirmada de Foc R4T, por orden cronológico de aparición: Taiwán, Malasia, Indonesia, Filipinas, China Continental, Papúa Nueva Guinea, Omán, Jordania, Mozambique, Pakistán, Australia, Laos, Vietnam, India, Israel y Myanmar.

que labora en la unidad de producción, que observen disposiciones legales emitidas por el país de origen (país exportador).

- 6) Se recomienda establecer medidas fitosanitarias a la importación de cualquier cantidad de sustratos orgánicos no esterilizados, probablemente contaminados con suelo, procedentes de países con presencia de Foc R4T (por ej., fibra de coco, paja de arroz, etcétera).
- 7) Se recomienda establecer medidas fitosanitarias a la importación de cualquier cantidad de suelo, solo o con fines de investigación, como contaminante en órganos de plantas potenciales hospedantes de Foc R4T (plantas, cormos, hijuelos de bananos o plátanos y otras musáceas); como contaminante en contenedores o vehículos terrestres, aéreos o marítimos, así como en las partes o componentes de estos últimos; en mercancías inanimadas (alimentos, artesanías, muebles, etc.), suela de calzado de pasajeros; procedentes de países confirmados a la presencia de Foc R4T.
- 8) En el caso de pasajeros internacionales que procedan de un país con presencia confirmada de Foc R4T, cuyo destino final sea un país de la región OIRSA, o bien que transiten hacia un país externo a la región, se recomienda que realicen declaración en un formulario diseñado para el caso y sus artículos personales (vestimenta, calzado u otros efectos personales transportados por el pasajero) sean declarados y sometidos a la respectiva inspección, cuando conste en el formulario que estuvieron desempeñando actividades en áreas con presencia de Foc R4T. Se recomienda que todo artículo personal en que sea detectada la presencia de restos vegetales con suelo sea retenido al pasajero para su destrucción, desinfestación o desinfección.
- 9) En el caso de animales procedentes de países con presencia de Foc R4T, sean silvestres, en condición de cautiverio, domesticados o mascotas; deberán cumplir con las disposiciones sanitarias oficiales del país. Se recomienda que durante la inspección se asegure que no son portadores de suelo en el pelaje, plumas, piel o patas. Sus portadores humanos deberán rendir declaración de acuerdo con el formulario implementado para el efecto.
- 10) Se recomienda la aplicación de medidas fitosanitarias tendientes a asegurar el tratamiento y desinfección de vehículos automotores, contenedores, medios de embalaje que no son nuevos o de reuso, procedentes de países con presencia de Foc R4T. Para ello deberán ob-

Ante el cambio de la condición fitosanitaria de un país, con el cual se llevan a cabo intercambios comerciales de mercancías reglamentadas o de otras vías de riesgo caracterizadas en el presente estudio regional de ARP por plaga, el cual confirme oficialmente la presencia de Foc R4T, se recomienda la implementación de las medidas fitosanitarias propuestas en el presente estudio.

DEFINICIONES

Las definiciones expresadas en el presente documento corresponden con lo dispuesto en los siguientes ordenamientos legales:

- NIMF 5 Glosario de términos fitosanitarios (CIPF, 2016b).
- Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, en un país de la región OIRSA (OIRSA, 2013, 2017).
- NOM-010-FITO-1995 (DOF, 1996. México):
- Resolución N° 004-2017-NR-SFE (SFE, 2017. Costa Rica).

servarse las disposiciones recomendadas en la NIMF 41, *Movimiento internacional de vehículos, maquinaria y equipos usados* (CIPF, 2017b), las cuales incluyen la inspección minuciosa, tratamiento para la desinfección y manejo de los desechos.

INTRODUCCIÓN

La Dirección Ejecutiva del OIRSA, a través de la Dirección Regional de Sanidad Vegetal, instruyó la preparación del presente análisis de riesgo de plagas (ARP) por plaga con los objetivos siguientes:

- 1) Identificar las posibles vías de entrada de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T, vCG 01213/16).
- 2) Evaluación el riesgo, mediante la determinación de la probabilidad de la ocurrencia de un evento adverso asociado con cada una de las vías de riesgo.
- 3) Determinación las medidas fitosanitarias de mitigación más adecuadas para contener la introducción de la enfermedad a partir de la movilización de vías procedentes de países con presencia confirmada a Foc R4T.

CUMPLIMIENTO DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES INTERNACIONALES

El Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) está dirigido a atender las medidas para la protección de la vida y la salud de las personas, los animales y las plantas, de plagas y enfermedades que pudieran afectar directa o indirectamente el comercio de mercancías, servicios o a la propiedad intelectual en los intercambios comerciales a nivel internacional. También reconoce el derecho de los gobiernos miembros de la Organización Mundial de Comercio (OMC) a determinar el nivel de protección que consideren apropiado y a tomar las medidas necesarias para lograr esa protección. Las medidas sanitarias (salud humana y animal) y fitosanitarias se aplican al comercio o al movimiento de productos de origen animal y vegetal dentro o entre países.

En el Acuerdo AMSF, las medidas sanitarias y fitosanitarias se definen como medidas aplicadas para:

- 1) Proteger la salud animal o vegetal –en el territorio del miembro– de los riesgos derivados de la entrada, establecimiento o propagación de plagas, enfermedades, organismos portadores de enfermedades u organismos patógenos.

- 2) Proteger la vida o la salud humana o animal en el territorio de un miembro de los riesgos derivados de aditivos, contaminantes, toxinas u organismos causantes de enfermedades en alimentos, bebidas o pienso.
- 3) Proteger la vida o la salud de las personas o los animales en el territorio de los países miembros de los riesgos derivados de enfermedades transmitidas por animales, plantas o productos derivados o de la entrada, establecimiento o propagación de plagas.
- 4) Proteger o limitar otros daños en el territorio del país miembro de la entrada, el establecimiento o la propagación de plagas.

Dado que Foc R4T afecta directamente a la sanidad vegetal, a la seguridad alimentaria, a los sectores nacionales de la cadena de producción y comercialización, a la movilización nacional e internacional de mercancías, etc., las medidas sanitarias y fitosanitarias a implementar por los estados deberán elaborarse e implementarse de conformidad con los principios básicos de la CIPF (NIMF 1, CIPF, 2016a).

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA CONVENCIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA. NIMF 1 (CIPF, 2016A).

Soberanía. Las partes contratantes tienen autoridad soberana, de conformidad con los acuerdos internacionales aplicables, para prescribir y adoptar medidas fitosanitarias para proteger la salud de las plantas en su territorio y para determinar su nivel adecuado de protección para la salud de las plantas.

Necesidad. Las partes contratantes sólo podrán aplicar medidas fitosanitarias cuando tales medidas sean necesarias para evitar la introducción y / o propagación de plagas cuarentenarias o para limitar el impacto económico de las plagas reglamentadas no cuarentenarias.

Riesgo manejado. Las partes contratantes deberían aplicar medidas fitosanitarias basándose en una política de riesgo manejado, que reconozca que siempre existe riesgo de dispersión e introducción de plagas cuando se importan plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados.

Impacto mínimo. Las partes contratantes deben aplicar medidas fitosanitarias con un impacto mínimo.

Transparencia. Las partes contratantes pondrán la información pertinente a disposición de otras partes contratantes, tal como se establece en la CIPF.

No discriminación. Las partes contratantes deberían aplicar medidas fitosanitarias sin discriminación entre las partes contratantes, de conformidad con la CIPF, si las partes contratantes pueden demostrar que poseen el mismo estatus fitosanitario y aplican medidas fitosanitarias idénticas o equivalentes. Las partes contratantes también deben aplicar medidas fitosanitarias sin discriminación entre situaciones fitosanitarias nacionales e internacionales comparables.

Justificación técnica. Las partes contratantes justificaran técnicamente las medidas fitosanitarias.

Este estudio de análisis de riesgo de plagas (ARP) por plaga fue preparado para que los países miembros del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), integrado por México, Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, todos ellos países productores, consumidores y exportadores de frutos frescos de plátanos y bananos, prevean sus disposiciones legales en materia de importación para prevenir el ingreso (entrada y establecimiento), y en su caso, la forma de actuar en cuanto a la aplicación de medidas fitosanitarias ante una eventual entrada de vías infectadas o infestadas por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T).

Este ARP se preparó en atención a la existencia de un peligro, el cual amenaza a las cadenas de valor de bananos y plátanos en el continente americano. Las medidas de mitigación de riesgo (medidas fitosanitarias), identificadas en el presente documento son recomendadas para su implementación por los países de la región de OIRSA, así como de cualquier otro país, para preparar sus respectivos esquemas regulatorios. Las medidas fitosanitarias que aquí se recomiendan apoyarán a mantener a la plaga en un estatus de ausente por exclusión.

En referencia al marco legal internacional vigente, la elaboración del presente análisis de riesgo de plagas se sujeta a lo dispuesto en la normatividad contenida en el art. 5° del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial de Comercio, para la evaluación del riesgo y determinación del nivel adecuado de protección fitosanitaria (OMC, 1994); además de la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 11 la cual constituye el estándar para la elaboración del análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias (CIPF, 2016d); la NIMF 5, que se refiere al *Glosario de términos fitosanitarios* (CIPF, 2016b) y a la NIMF 8, que se refiere a la determinación del estatus o situación de una plaga en un área (CIPF, 2016c).

La NIMF 11, *Análisis de Riesgo de Plagas para plagas cuarentenarias*, considera tres etapas, las que fueron documentadas de conformidad con la propia norma: Etapa 1, inicio; Etapa 2, evaluación del riesgo de plagas y Etapa 3, manejo del riesgo de plagas (CIPF, 2016d).

Otros recursos utilizados incluyen:

- 1) Información oficial proporcionada por cada uno de los Estados miembros del OIRSA.
- 2) Información disponible en las páginas web de las ONPF de los Estados miembros del OIRSA.
- 3) Documentos científicos arbitrados y publicados en revistas indexadas con arbitraje especializado.
- 4) Libros, folletos, manuales y guías técnicas de carácter oficial.

- 5) Bases de datos nacionales e internacionales.
- 6) Consulta con científicos y expertos sobre Foc R4T.

Las definiciones utilizadas en esta ARP por plaga son consistentes con la NIMF 5, *Glosario de términos fitosanitarios* (CIPF, 2016b) y las indicadas en el apartado correspondiente del presente documento.

I. ETAPA 1: INICIO

De conformidad con lo dispuesto por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria y su NIMF 11, la “Etapa 1: Inicio” consiste en la identificación de la plaga o plagas y de las vías que suscitan preocupación en relación con la cuarentena y que deben tenerse en cuenta en el análisis de riesgo en el área de ARP identificada. El presente estudio de ARP se inicia por la identificación de una plaga, así como de diferentes vías un producto básico que requieren de la aplicación de medidas fitosanitarias. La plaga, sus vías de riesgo y el área de ARP son caracterizadas a continuación.

1. PUNTO DE INICIO

1.1. ARP iniciado por la identificación de una plaga

El presente estudio regional de ARP se elabora para caracterizar el riesgo que representa para la región OIRSA la plaga conocida como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213 y 01216), que ha ampliado su distribución, a partir de su identificación y caracterización en países de la región de Asia-Pacífico, a países ubicados al oeste en forma muy rápida.

Como todas las otras cepas de Foc que habitan en el suelo, R4T no puede ser manejado con fungicidas ni ser erradicado del suelo con fumigantes. La capacidad de R4T para sobrevivir décadas en el suelo, junto con su impacto letal y su amplio rango de hospedantes se encuentran entre las principales razones por las que se clasificó como la mayor amenaza para la producción de bananos y plátanos producidos en condiciones del trópico y subtrópico en los últimos 20 años (Pérez-Vicente *et al.*, 2014; Ploetz, 2015; FAO, 2016). El uso intensivo de clones, el tipo de cultivo, riego, las condiciones ambientales, los tipos de suelo, la altitud, etc., influyen en las interacciones hospedante-ambiente-patógeno (Dita *et al.*, 2018).

1.1.1. Identificación y caracterización de la plaga

La raza 4 tropical (R4T) es el nombre que recibe la cepa del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), agente causal del marchitamiento por *Fusarium* (erróneamente conocido como “Mal de Panamá”) en los cultivares de bananos Cavendish. El término R4T se acuñó para distinguir esta cepa de la raza 4 que afecta a estos cultivares en presencia de factores predisponentes como bajas temperaturas, conocida como raza 4 subtropical (R4S) (Molina *et al.*, 2008; Buddenhagen, 2009).

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T) corresponde a dos aislamientos caracterizados en grupos de compatibilidad vegetativa (vcg) denominados vcg 01213 y vcg 01216. Estos aislamientos se han propagado a la mayoría de los países productores de bananos y plátanos de los cultivares Cavendish en Asia y algunos otros países fuera de esta región (Dita *et al.*, 2010; Pérez-Vicente, 2015; ProMusa, 2018).

Al igual que las otras cepas de Foc, estos aislamientos de R4T tuvieron su origen en la región media de Asia Pacífico (Stover y Simmonds, 1987), de donde evolucionaron de un aislamiento que superó la resistencia natural a la fusariosis ocasionada por las razas 1 y 2 en cultivares Cavendish (Stover, 1990) y de donde extendió su ámbito de hospedantes a cultivares que previamente no habían sido afectados, tales como Lakatan, Pisang mas, Gros Michel, Silk, Pome y Bluggoe entre otros, todos ellos susceptibles a las razas 1 y 2 (Ploetz y Pegg, 2000; Pérez-Vicente, 2004).

A continuación, se realiza la caracterización de la plaga, motivo del presente estudio de ARP:

1.1.2. Clasificación taxonómica

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Hypocreomycetidae

Orden: Hypocreales

Familia: Nectriaceae

Género: *Fusarium*

Especie: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E. F. Sm) W.C. Snyder & H.N. Hansen

Raza 4 (Stover, 1962),

Tropical (Ploetz y Pegg, 2000),

vcg 01213/16 (Buddenhagen, 2009), (Nelson *et al.*, 1983; Leslie y Summerell, 2006; IMA, 2018).

1.1.3. Sinonimias

Fusarium oxysporum f. sp. *cupense* (E. F. Sm.) Wollenw [anamorfo].

Fusarium oxysporum f. sp. *cupense* (E. F. Sm.) W.C. Snyder & H.N.

Fusarium cupense E. F. Sm. [anamorfo].

Fusarium cupense var. *inodaratum* E.W. Brandes [anamorfo]. (EPPO, 2012; OIRSA, 2013, 2017; ProMusa, 2018).

1.1.4. Nombres comunes

Inglés: *Fusarium* wilt of banana, Panama disease of banana, *Fusarium* vascular wilt of banana and abaca; Banana wilt.

Español: Mal de Panamá, Hansen raza 4 tropical (Foc R4T), marchitez por *Fusarium* de los bananos y plátanos, fusariosis de las musáceas, marchitez de las musáceas. (OIRSA, 2013, 2017; ProMusa, 2018).

1.1.5. Ciclo de vida

Fusarium oxysporum f. sp. *cupense* corresponde al estado asexual o imperfecto del hongo. No se ha observado la etapa sexual (Nelson *et al.*,

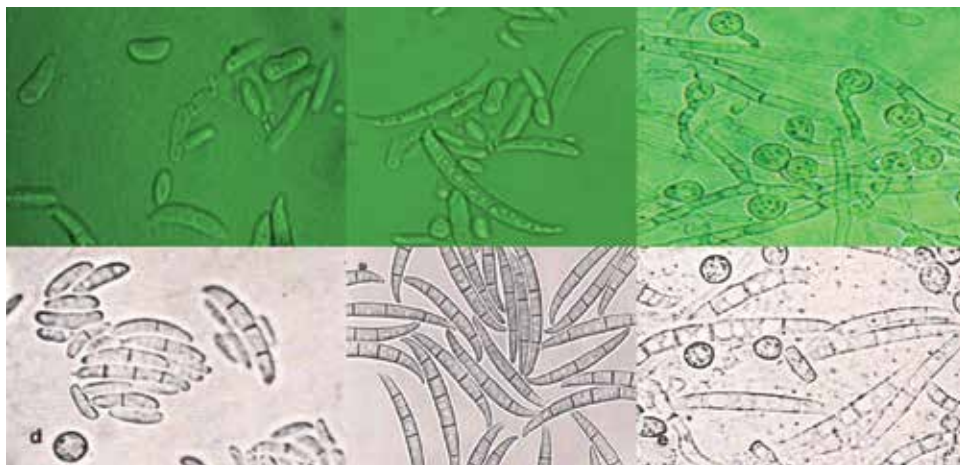


FIGURA 1. Ciclo de vida de *Fusarium oxysporum* f. sp. De izquierda a derecha, arriba. Microconidios, macroconidios y clamidosporas de Foc R4T. Fotos: Miguel Dita (ProMusa, 2017); De izq a der., abajo estructuras de reproducción asexual de Foc. Nelson *et al.*, 1983. Escala = 25µm.

1983). El hábitat natural de este patógeno es el suelo, medio en el cual puede movilizarse por sus estructuras de reproducción, consistentes en micro y macroconidios, además de clamidosporas, estas últimas estructuras de resistencia (Nelson *et al.*, 1983). Las clamidosporas pueden permanecer viables en el suelo por más de 30 años preservadas en restos de plantas infectadas o en raíces de plantas hospedantes (Leslie y Summerell, 2006; Lara, 2009; Dita *et al.*, 2010).

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

Las clamidosporas (estructuras de resistencia). Son estructuras esféricas, con pared gruesa de aspecto verrugoso y coloración clara, por lo general de color amarillo-marrón. Formadas en cadenas, grupos o en forma individual. Producidas por la planta de banano cuando está próxima a morir. 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 (ProMusa, 2018). 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 (Leslie y Summerell, 2006).

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 (ProMusa, 2018). 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 (Leslie y Summerell, 2006).

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 (Leslie y Summerell, 2006; ProMusa, 2018).

1.1.6. Proceso de infección

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.

Cuando las estructuras de reproducción del hongo están presentes en la matriz del suelo, uno o dos días después de la inoculación, los conidios y las hifas de Foc se ponen en contacto con la superficie radicular del hospedante (Guo *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2017). Las hifas, estimuladas por los exudados de la raíz, crecen a lo largo de los tabiques que unen la superficie de las células epidérmicas hasta colonizar la totalidad de la superficie de



FIGURA 2. 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) 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. Tomado de Dita *et al.*, (2018).

la raíz (Guo *et al.*, 2015). Esta primera interacción se da entre las raíces secundarias o terciarias, pero no a través de la raíz principal, a menos que el núcleo central esté expuesto directamente a las estructuras del patógeno (Trujillo y Snyder, 1963).

Al parecer, los tubos germinales del hongo penetran directamente a través de heridas ya que no se han observado apresorios o penetraciones verdaderas (Li *et al.*, 2011). Observaciones realizadas por Li *et al.* (2011) refieren que el mecanismo consiste en el hinchamiento de las hifas en el sitio de penetración, para luego volver a su tamaño normal, después del alisamiento de la pared celular por la acción enzimática (Cantú *et al.*, 2008). En respuesta a la infección focal, la pared celular de las raíces del banano desencadena una serie de respuestas coordinadas, como la pectina metil esterificación (Ma *et al.*, 2013) y cambios en la distribución espacial y abundancia de glicoproteínas ricas en hidroxiprolina, PME y pectinas (Fan *et al.*, 2017; Wu *et al.*, 2017) que tienen impacto en la resistencia del hospedante.

1.1.7. Sintomatología

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



Figura 3. Sintomatología expresada por plantas de banano enfermas de fusariosis, ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 4 tropical [Dita, 2016].

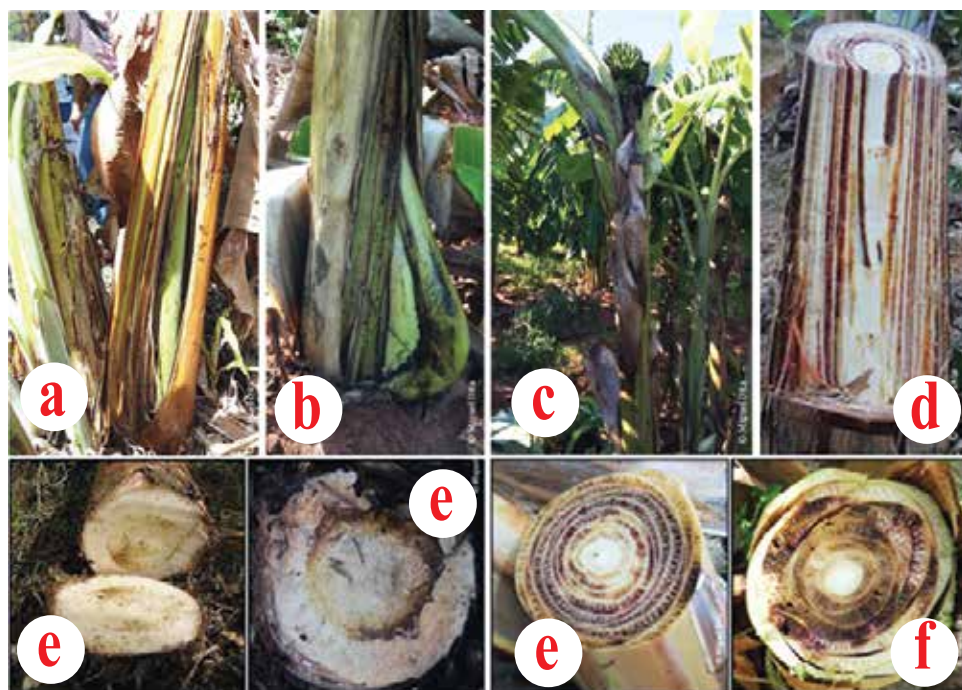


FIGURA 4. Sintomatología interna en plantas de banano enfermas de fusariosis, ocasionada por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4 tropical. (a y b) rajadura del pseudotallo, (c) malformación del racimo. (d) corte longitudinal del pseudotallo con haces vasculares obstruidos por las clamidosporas, (e y f) rizoma con haces vasculares (floema) obstruidos, (g y h) corte transversal del pseudotallo (Dita, 2016).

condiciones de sequía y bajas temperaturas (Dita *et al.*, 2013b). 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 (Dita *et al.*, 2013b; OIRSA, 2013, 2017; Sinavef, 2013; Scope-Senasica, 2013). 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 (Ploetz, 2005a, Ploetz, 2006).

1.1.8. Marchitez ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T)

La marchitez causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* es una de las enfermedades más destructivas de los bananos a nivel mundial (Ploetz y Pegg, 2000; Dita *et al.*, 2013a). Esta enfermedad ha sido un problema importante en la industria bananera por muchos años debido a que dificulta la producción de plátanos y bananos, ya que una vez que se establece en los campos de cultivo, es difícil de controlar y prácticamente imposible de erradicar (Pérez-Vicente, 2004). Aunque la enfermedad probablemente se originó en el sudeste asiático se reportó por primera vez en 1874 en Australia, siendo más importante en los monocultivos de Gros Michel utilizados por los exportadores en el Hemisferio Occidental (Stover, 1962; Shivas *et al.*, 1995). Actualmente existen cuatro razas² de *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, de las cuales solamente tres atacan al plátano (Ploetz y Pegg, 2000; Su *et al.*, 1986). La raza 1 ataca los cultivares Gros Michel (AAA), a los clones de “Manzano” (AAB) y los del subgrupo Pisang awak. La raza 2 afecta plátanos de cocción como el “Bluggoe” o “Cuadrado” (ABB), conocido en América como “burro” y algunos tetraploides mejorados, la raza 3 se ha reportado afectando especies de *Heliconia* y muestra muy poco o ningún efecto sobre plátanos o bananos de mesa (Pérez-Vicente, 2015).

Durante 70 años (de 1890 a 1960) la producción comercial del cultivar Gros Michel (subgrupo Gros Michel, variedades más ampliamente distribuidas para la producción en extensión y consumo en el continente americano) fue afectada por la raza 1 de Foc, provocando la desaparición de más de 80,000 hectáreas en Centro y Sudamérica (Stover, 1962), esta raza es conocida como “Mal de Panamá”, lo cual trajo como consecuencia el abandono de las plantaciones y el establecimiento de nuevas áreas de producción en suelos vírgenes. Sin embargo, esto resultó en una baja producción debido a que estas plantaciones fueron nuevamente atacadas por *Fusarium*. De manera que la variedad Gros Michel (AAA) tuvo que ser reemplazada por variedades resistentes a Foc raza 1 y raza 2, principalmente con variedades del subgrupo “Cavendish”, las cuales actualmente representan casi la totalidad de la producción de plátanos y bananos para los

2. El término y concepto de raza ha sido utilizado para clasificar las cepas de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* desde mediados del siglo pasado (Stover, 1962). Las razas de Foc han sido designadas con base en su patogenicidad a diferentes variedades de referencia en condiciones de campo. Han sido descritas cuatro razas patogénicas de Foc (Stover y Waite, 1960; Stover, 1962; Moore *et al.*, 1993; Su *et al.*, 1986). La clasificación actual, aunque no representa la variabilidad del patógeno y no está basada en relaciones genéticas de la interacción hospedante-patógeno ha brindado información útil (Pérez-Vicente, 2004, Ploetz, 2006).

mercados nacionales y para exportación cultivados en el continente americano (Ploetz, 2005; Dita *et al.*, 2013a). La marchitez ocasionada por las razas 1 y 2 de Foc son conocidas en las referencias internacionales como “Mal de Panamá”.

Raza 4 tropical (R4T) es el nombre dado a las cepas del hongo de Foc que causan la marchitez por *Fusarium* en cultivares Cavendish. El término R4T se acuñó para distinguir estas cepas de las que también afectan a los cultivares de Cavendish, pero solo en presencia de factores predisponentes como bajas temperaturas ocasionadas por la altitud, estas últimas conocidas como raza subtropical 4 (R4S).

La raza 4 tropical de Foc generalmente se refiere a aislamientos que pertenecen a dos grupos particulares de compatibilidad vegetativa, llamados variantes vCG 01213 y 01216, los cuales fueron caracterizados a principios de los años noventa en el sudeste asiático a partir de muestras de Taiwán (Buddenhagen, 2009). Durante los siguientes 20 años, más o menos, la distribución se limitó a Asia (donde R4T se originó), afectando severamente las variedades del subgrupo Cavendish y cultivares susceptibles a la raza 1 y 2, así como cultivares adicionales como Barangan, Gros Michel, Silk, Pome y Bluggoe (tropicales y subtropicales) (Stover y Simmonds, 1987; Su *et al.*, 1986; Moore *et al.*, 1993), también se le ha reportado causando pérdidas en cultivares hasta ahora no reportados, tales como Lakatan y Pisang mas (ProMusa, 2018). Hasta ahora se estima que la R4T ha afectado a más de 200 mil hectáreas en los países donde es endémica y donde ha sido introducida, debido a la ausencia de medidas sanitarias efectivas para la contención de las fuentes de contaminación. La expansión actual de la epifitía de Foc R4T es particularmente destructiva por la existencia de grandes áreas de bananos Cavendish cultivados en sistemas de monocultivo (Fourie *et al.*, 2009; Dita, 2018).

1.1.9. Grupos de compatibilidad vegetativa

La compatibilidad vegetativa se usa para clasificar en grupos aislamientos cuyos genes comparten la misma ubicación en un cromosoma (alelos) (Fourie *et al.*, 2009). Dado que los alelos en cada locus (la ubicación del gen en el cromosoma) deben ser idénticos para que los aislamientos sean vegetativamente compatibles, se establece que derivan clonalmente, o sea que proceden del mismo linaje evolutivo. Por otro lado, una mutación en uno de esos genes haría que los aislamientos estrechamente relacionados fueran vegetativamente incompatibles, de manera que los aislados que comparten un ancestro común podrían ocurrir en diferentes vCG (Leslie y Summerell, 2006; Dita *et al.*, 2013b).

Cada grupo de compatibilidad vegetativa (vcg) recibe un código de cinco dígitos. Los tres primeros números se refieren a la *formae speciales* (f. sp.)³ a la que pertenece la cepa, 012 en el caso de la *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. El cuarto número representa el orden en que se identificaron los vcg en forma progresiva (0120, 0121, 0122, etc.); por ejemplo, el aislamiento procedente de la raza 1 utilizado para designar al primer vcg como 0120 provino de Australia (Pletz, 1988; Shivas *et al.*, 1995; Buddenhagen, 2009; Fourie *et al.*, 2009).

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* presenta como taxón una gran diversidad genética y patogénica; contiene al menos 24 vcg distribuidos en cuatro razas patogénicas [Stover y Simmonds, 1987; Stover, 1990; Ploetz y Pegg, 2000; Dita *et al.*, 2018]. Las razas han sido identificadas con base en la patogenicidad de las poblaciones de Foc a determinados cultivares (Pérez-Vicente, 2014).

Hasta 1989, sólo se había reportado a Foc afectando a cultivares de Cavendish en regiones subtropicales. Sin embargo, una nueva variante que afecta gravemente a cultivares Cavendish en condiciones de los trópicos fue identificada, caracterizada y reportada en 1990 (Ploetz y Pegg, 2000; Ploetz, 2006), por lo que se crearon dos subdivisiones de la raza 4: la raza 4 subtropical (R4S) y la raza 4 tropical (R4T) Ploetz, 2006. Mientras que Foc R4S causa enfermedad solo en Cavendish en los subtrópicos, Foc R4T es patogénico tanto en zonas tropicales como zonas subtropicales (Buddenhagen, 2009; Mostert *et al.*, 2017). Diferentes vcg (0120, 01201, 01202, 01209, 01210, 01211, 01215, 0120/15; 0129/11) han sido asociados con Foc R4S, mientras que solo dos vcg (01213 y 01216) a Foc R4T (Buddenhagen, 2009; Mostert *et al.*, 2017; Maryani *et al.*, 2019). Por lo cual, los vcg 01213/16 son considerados internacionalmente como el aislamiento causante de la fusariosis de las musáceas, objeto del presente estudio de análisis de riesgo (Maryani *et al.*, 2019).

3. La especialización de la patogenicidad a géneros y especies de sus plantas hospedantes dio lugar a la clasificación en *formae speciales* o “f. sp.” de Snyder y Hansen (1940). Morfológicamente las cepas del hongo son similares o idénticas y no pueden ser diferenciadas morfológicamente unas de otras. En la actualidad, se han identificado más de 100 *formae speciales* con patogenicidad única a un número de hospedantes estrechamente relacionados entre sí (Leslie y Summerell, 2006). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) no puede ser distinguido morfológicamente de otras *formae speciales* de *Fusarium oxysporum*, endófitos no patógenos y saprófitos o antagonistas (Snyder y Hansen, 1940; Messiaen y Cassini, 1968; Booth, 1972; Bentley *et al.*, 1998; Leslie, 1990). La *formae speciales* designada como *cubense* es aplicada solamente sobre la evidencia de pruebas de patogenicidad hacia musáceas (Bentley *et al.*, 1998; Fourie *et al.*, 2009; OIRSA, 2013).

Los aislamientos de la raza 4 tropical (R4T) pertenecen al complejo vCG 01213/16 procedentes de Taiwán (Buddenhagen, 2009) y que más tarde fueron confirmados en Indonesia (Maryani *et al.*, 2019), Malasia y China continental (Guangdong, Hainan, Guangxi, Fujian y Yunnan) (Qi, 2001; Qi *et al.*, 2008).

En América Latina, los aislados de Foc se ubican en el vCG 0124, los cuales pertenecen a la raza 1 que son infectivos a cultivares Gros Michel, pero no a bananos de Cavendish (Ploetz, 1988; Dita *et al.*, 2013b).

1.1.10. Distribución geográfica e historia de invasión

De acuerdo con diversos autores, la primera detección y confirmación de una nueva variante del “Mal de Panamá”, determinada más tardíamente como “Fusariosis de las musáceas” fue confirmada en Taiwán, en donde síntomas de marchitamiento por *Fusarium* en cultivares Cavendish se observaron por primera vez en 1967 (Su *et al.*, 1986). En 1972, los primeros resultados de las pruebas de patogenicidad sugirieron que los aislamientos pertenecían a la raza 1 (Stover y Malo, 1972), siendo descartados y nuevamente caracterizados como raza 4 en 1977 (Su *et al.*, 1986). A finales de la década de 1980, los aislados de Taiwán fueron los primeros en ser designados como pertenecientes al vCG 01213 (Buddenhagen, 2009). La vulnerabilidad de los cultivares Cavendish a lo que se conocería como Foc R4T fue internacionalmente aceptado a principios de la década de 1990, cuando el marchitamiento por *Fusarium* diezmó las plantaciones recién establecidas de bananos Cavendish en Malasia e Indonesia (Ong, 1996; Ploetz y Pegg, 2000; Lee *et al.*, 2001; Ploetz, 2005b; Buddenhagen, 2009; O’Neill *et al.*, 2009).

A finales de la década de 2000, se había confirmado Foc R4T en Taiwán, Malasia (Ong, 1996), Indonesia –Java, Sumatra, Sulawesi, Halmahera, Kalimantan– (Nuthardi y Harlion, 1994; Pegg *et al.*, 1994; Ploetz y Pegg, 2000; Lee *et al.*, 2001; Ploetz, 2005b; O’Neill *et al.*, 2009) en la isla de Borneo y la Provincia de Papua en la isla de Nueva Guinea (Davis *et al.*, 2000), China continental –Guangdong, Hainan, Guangxi, Fujian y Yunnan (Qi, 2001; Qi *et al.*, 2008)–, la isla filipina de Mindanao (Molina *et al.*, 2009) y Australia (territorio del norte) (Ploetz y Pegg, 2000; Walduck, 2002; O’Neill *et al.*, 2016). Desde entonces, el número de primeros registros ha aumentado exponencialmente (ProMusa, 2018). En Omán (Emiratos Árabes) fue detectado por primera vez en 2010 (ONA, 2012; AFM, 2012; USU, 2012), aunque no se publicó formalmente. En la India fue reportado y confirmado en los distritos de Katihar y Purnea de Bihar de donde se ha extendido a los estados de Uttar Pradesh, Madhya Pradesh y Gujarat (Thanagavelu, 2016; Kulkarni, 2018; Damoran *et al.*, 2018).

CUADRO 2.
DISTRIBUCIÓN DE *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *CUBENSE* RAZA 4
TROPICAL (FOC R4T), ACTUALIZADA AL AÑO 2018

País	Año de confirmación	Distritos, estados o provincias confirmados	Fuente
Taiwán	1990	Toda la superficie bananera (Chih-Ping, <i>comp pers</i> , OIRSA, 2018).	Su <i>et al.</i> , 1986; Ploetz y Pegg, 2000; Ploetz, 2006; Buddenhagen, 2009; Chih-Ping, <i>comp pers</i> , OIRSA, 2018.
Malasia		Malasia peninsular y Sarawak.	Ong, 1996.
Indonesia		Java, Sumatra, Sulawesi, Halmahera, Kalimantan, Borneo, Nueva Guinea.	Nuthardi y Harlion, 1994; Pegg <i>et al.</i> , 1994; Ploetz y Pegg, 2000; Lee <i>et al.</i> , 2001; Ploetz, 2005b; O'Neill <i>et al.</i> , 2009.
Filipinas		Mindanao.	Molina <i>et al.</i> , 2009.
China		Guangdong, Hainan, Guangxi, Fujian y Yunnan.	Qi, 2001; Qi <i>et al.</i> , 2008.
Papúa Nueva Guinea		Timika, Merauke, y Biak.	Davis <i>et al.</i> , 2000.
Omán	2013	A 'Suwaiq, Saham y Sohar.	ONA, 2012; AFM, 2012; USU, 2012.
Jordania	2013		García <i>et al.</i> , 2014.
Mozambique	2013		CGIAR, 2013.
Pakistán	2015		García-Bastidas <i>et al.</i> , 2014; Ordoñez <i>et al.</i> , 2015.
Líbano	2015		García-Bastidas <i>et al.</i> , 2014; Ordoñez <i>et al.</i> , 2015.
Australia	1997 (Erradicación) 2015 Nuevos brotes	Territorios del Norte Queensland.	Bentley <i>et al.</i> , 2001; Conde e Itkethley, 2001; Ploetz y Pegg, 2000; Walduck, 2002; O'Neill <i>et al.</i> , 2016; DAWR, 2018;
Laos	2018	Luang Namtha y Vientiane.	Chittarath <i>et al.</i> , 2018.
Vietnam	2018	Provincias de Hanoi, Hung Yen y Lao Cai.	Hung <i>et al.</i> , 2018.
India	2001...?	Uttar Pradesh, Madhya Pradesh y Gujarat.	Tangavelu y Mustafa, 2010; Thangavelu, 2016; Kulkarni, 2018; Damoran <i>et al.</i> , 2018.
Israel	2018		Maymon <i>et al.</i> , 2018; EPPO, 2018; EPPO, 2019.
Myanmar	2018		Zheng <i>et al.</i> , 2018.

En 2013, se confirmó y comunicó en forma oficial la existencia de Foc R4T en Jordania, fuera de la región del sudeste asiático y el Pacífico (García *et al.*, 2014; Ploetz *et al.*, 2015). A fines de 2013, también se confirmó que Foc R4T se encontraba en África, en una plantación de bananos de exportación ubicada en el norte de Mozambique (CGIAR, 2013). Más tarde se encontró en una segunda plantación, también en la provincia de Nampula (CNN, 2015). En 2018, un alto funcionario del gobierno dijo que Foc R4T se había identificado más al norte en la provincia de Cabo Delgado (Apanews, 2018).

En 2015, se informó que se encontraba en el Líbano y Pakistán (Syed *et al.*, 2015; Ordonez *et al.*, 2016), así como en Queensland en Australia (InfoMus@, 2015). Un análisis de aislamientos de Pakistán y Filipinas mostró que estaban estrechamente relacionados (Zheng *et al.*, 2018). Tam-

bién se ha demostrado que la incursión en el Líbano está asociada con la de Jordania (Zheng *et al.*, 2018).

En 2016, se encontró Foc R4T en dos granjas en Israel (Maymon *et al.*, 2018). Después de tomar medidas para contener los dos brotes, la organización nacional de protección fitosanitaria declaró en 2018 que la cepa fúngica había sido contenida (EPPO, 2018). En 2017, se informó de su existencia en Laos (Chittarath *et al.*, 2017) y Vietnam (Hung *et al.*, 2017).

En 2018, se confirmó que se había extendido a Myanmar (Zheng *et al.*, 2018). El análisis de aislamientos de Laos, Vietnam y Myanmar proporcionó evidencia de que la cepa de Foc R4T en estos países probablemente se introdujo desde China (Zheng *et al.*, 2018).

Con la información anterior, la distribución actualmente confirmada de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 4 tropical (Foc R4T), se presenta en el Cuadro 2.

1.2. Hospedantes

Los hospedantes primarios (cultivados o silvestres) documentados para *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 4 tropical (Foc R4T), en condiciones de campo están confinados al género *Musa*: *Musa* spp., *Musa textilis*, *Musa acuminata*, *Musa balbisiana* (Hermanto *et al.*, 2011; Robinson y Galán, 2011; OIRSA, 2017). Además, se ha informado como presente en diferentes especies silvestres, algunas de las cuales son malezas de los bananales, tales como: *Chloris inflata* sin. *Chloris barbata* (zacate borrego) [Hennessy *et al.*, 2005]; *Commelina diffusa* (canutillo) [Wardlaw, 1972]; *Ensete ventricosum* (Ensete) [Wardlaw, 1972]; *Euphorbia hetero-*



FIGURA 5. Distribución de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 4 tropical. [ProMusa, 2018].

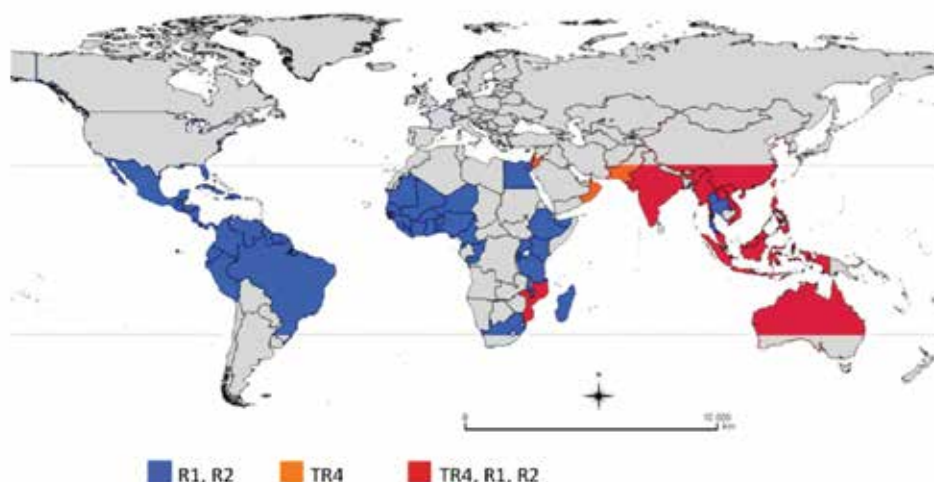


FIGURA 6. Distribución mundial de razas de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense (Foc)* [Dita *et al.*, 2018].

phylla (leche vana, lechosa, leche de sapo), *Tridax procumbens* [Hennessy *et al.*, 2005].

En cuanto a cultivares ubicados en el género *Musa*, afecta a Cavendish, cultivares susceptibles a las razas 1 y 2 Gross Michel (genoma AAA), Silk (AAB), Plantains (AAB), Bluggoe (ABB), así como a cultivares no afectados hasta ahora como Barangan (subgrupo Lakatan, grupo del genoma AAA) y Pisang Mas (Hermanto *et al.*, 2011).

En todos los casos la infección está restringida al sistema vascular de las raíces y tallos. La importancia epidemiológica de los hospedantes no pertenecientes a *Musa* ha sido poco documentada (De Ascensao y Dubery, 2000; Dita *et al.*, 2013b; OIRSA 2017).

2.

CARACTERIZACIÓN DE VÍAS POTENCIALES DE RIESGO

2.1. Morfología general del banano

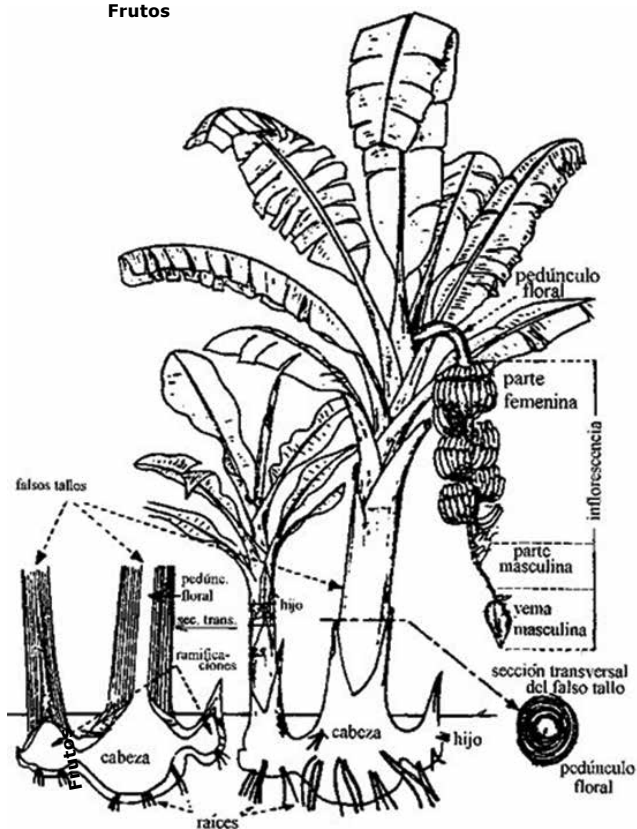
Los bananos o plátanos son plantas herbáceas, perennes, en forma de árbol. Es una hierba debido a que las partes aéreas de la planta madre mueren en toda su extensión (altura) hasta llegar al sustrato (suelo) después de la temporada de crecimiento y fructificación. Es perenne porque uno de los brotes que nace en la base de la planta, el hijuelo o vástago, crece hasta ocupar el espacio que tenía su progenitor. En este sentido la reproducción es de tipo vegetativo, ya que los bananos cultivados no producen semilla. La planta madre y sus hijuelos están conectados entre sí a través del rizo-



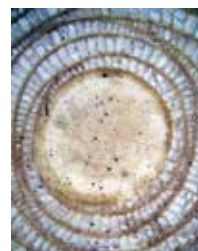
Frutos



Inflorescencias



Hojas



Pseudotallo



Sistema radicular



Cormo o rizoma

Figura 7. Morfología general de una planta de banano. [FAO, 1996; ProMusa, 2018].

ma, en un sistema que se conoce como esfera o *mat* (en inglés). Lo que parece un tronco en realidad es un pseudotallo rodeado en su copa de varias vainas de hojas apretadas con el pseudotallo aéreo que se origina de cormos carnosos en los cuales se desarrollan numerosas yemas laterales o “hijos”. En la Figura 7 se observa la morfología general de una planta de banano tipo (FAO, 1996). Las especies silvestres presentan las mismas características de las plantas cultivadas, pero se diferencian en que también producen semillas, además de los retoños. La variabilidad observada en los rasgos morfológicos se utiliza para caracterizar a las plantas de banano (Pro-Musa, 2018). En la Figura 7, se observan los principales órganos en una planta de banano.

2.2. Caracterización de las vías⁴ de riesgo

A nivel comercial, el material de siembra se refiere al tipo de simiente utilizado para establecer un campo o reemplazar una planta de banano. El tipo de material de plantación generalmente cae en uno de dos grupos: material de plantación convencional y plántulas de cultivo de tejidos. Los principales tipos de materiales en siembra convencional son los hijuelos y los cormos (también llamados rizomas). Las plántulas de cultivo de tejidos se utilizan casi exclusivamente en sistemas de producción comercial, pero son cada vez más utilizadas por los agricultores que hacen la transición de la agricultura de subsistencia a la generación de ingresos en extensión. Sin embargo, en el comercio internacional existen otras amenazas, las cuales se documentan a continuación. El Cuadro 3 es un breve resumen de las características principales de las vías de riesgo.

2.2.1. Planta con o sin raíz

- 1) **Descripción de la vía.** Planta herbácea con órganos completos, en condición vegetativa. Con un pseudotallo o falso “tronco” de crecimiento aéreo formado por el crecimiento superpuesto de numerosas vainas foliares que se originan de un cormo carnoso (tallo verdadero subterráneo) en el que se desarrollan de una a numerosas yemas laterales o “hijos”. Con un sistema radicular, primario y uno adventicio, las raíces primarias se originan en la superficie inferior del cilindro central del rizoma, y las secundarias y terciarias, en las raíces primarias (Corbana, 2011; Centa, 2010; Jiménez, 2016).

4. Vía: cualquier medio que permita la entrada o dispersión de una plaga (FAO, 1990; revisado FAO, 1995; NIMF 5, *Glosario de términos fitosanitarios*, CIPE, 2017).

CUADRO 3.
RESUMEN DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS DE RIESGO
ASOCIADAS A LA INTRODUCCIÓN DE INÓCULO DE FOC R4T

Vía	Producto	Destino de uso previsto	Sustratos	Riesgos identificados
MATERIAL HOSPEDANTE (<i>MUSA</i> spp.)				
Planta con o sin raíz	Plantas de <i>Musa</i> spp.	Siembra	Suelo (tierra), inerte (artificial, nutritivo y soporte).	Importaciones ilegales.
Hijuelos o hijos de espado	Plantas de <i>Musa</i> spp.	Siembra	Suelo (tierra), inerte (artificial, nutritivo y soporte), natural (tratado y sin tratar), mixto.	Importaciones ilegales.
Cormos (rizomas)	Cormos de <i>Musa</i> spp.	Siembra	Suelo (tierra), inerte (artificial, nutritivo y soporte).	Importaciones ilegales.
Hojas o follaje fresco, o seco	Hojas de <i>Musa</i> spp.	Industrial, consumo humano	–	Importaciones ilegales, artículos no reglamentados.
Inflorescencias	Inflorescencias de <i>Musa</i> spp.	Ornamental, mejoramiento genético (experimental: confinado y no confinado)	–	Importaciones ilegales, artículos no reglamentados.
Semilla botánica y polen	Semilla botánica y polen de <i>Musa</i> spp.	Mejoramiento genético de uso experimental y también comercial	–	Importaciones ilegales o no reglamentadas.
Frutos frescos con cáscara	Fruto fresco de <i>Musa</i> spp.	Industrial, consumo humano	–	Importaciones ilegales o no reglamentadas.
Cáscara de plátano deshidratada	Cáscara de <i>Musa</i> spp.	Industrial	–	Mercancías no reglamentadas.
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	Plantas, plántulas o plantitas de <i>Musa</i> spp.	Siembra (comercial, confinada, experimental)	–	Importaciones ilegales o no reglamentadas.
Plantas ornamentales	Plantas de <i>Musa</i> spp., u otras afines de la familia Musaceae	Siembra, ornamental	Con o sin sustrato. Suelo (tierra), inerte (artificial, nutritivo y soporte), natural (tratado o sin tratar), mixto.	Importaciones ilegales o no reglamentadas.
MATERIALES NO HOSPEDANTES				
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes (sustratos vegetales no esterilizados, ej., fibra de coco, paja de arroz, etc.). Medios de cultivo o crecimiento no esterilizados	Sustratos activos a base de fibras de coco, paja de cereales (arroz, trigo, mijo, sorgo, etc.), astillado de madera, cáscara deshidratada de nuez pecanera, harina de bagazo de caña, harina de bagazo (olote) de maíz, bagazo de producto de algodón, fibra vegetal para producción industrial, etc	Industrial, comercial, como soporte y medio de nutrición para el mantenimiento de plantas.	–	Importaciones ilegales o no reglamentadas.

CUADRO 3.
RESUMEN DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS DE RIESGO
ASOCIADAS A LA INTRODUCCIÓN DE INÓCULO DE FOC R4T

Vía	Producto	Destino de uso previsto	Sustratos	Riesgos identificados
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes contaminados con residuos de plantas hospedantes (artesanías u artículos elaboradas con fibras de musáceas, materiales de empaque, etcétera)	Artesanías o productos manufacturados con derivados de plantas hospedantes de Foc R4T, tales como portaplumes, sombreros, muebles, portavasos, máscaras ornamentales o con fines religiosos, derivados vegetales para fines medicinales o cosméticos.	Consumo o uso humano.	–	Movilización de artículos de uso personal que no pasan por procesos de inspección, procedentes de países de riesgo.
Suelo (por sí mismo –como muestras para investigación- o, como contaminante adherido a otros medios de dispersión del hongo, tales como medios de transporte –vehículos aéreos, marítimos o terrestres-, embalaje o contenedores que estuvieron en contacto con suelo infestado). Tierra	–	–	–	Ingreso de cualquier cantidad de suelo contaminado, proveniente de países con presencia de la plaga (ver vía de vehículos, contenedores y maquinaria). Entrada de mercancías o propiedades contaminadas con suelo.
Aire (meteoros, huracanes, ciclones, tifones, etcétera)	Diversos agentes biológicos	–	–	–
Agua (vía de dispersión posterior a la entrada. Puede formar parte del periodo de establecimiento –suelos inundados, drenaje, riego-)	–	–	–	–
OTRAS VÍAS PROBABLES				
Pasajeros o turistas cuyo calzado, efectos personales o ropa estuvieron en contacto con suelo o plantas infestadas	Materiales o artículos transportados por pasajeros (artículos deportivos o de campismo contaminados con suelo infestado)	–	–	–
Animales (silvestres, domesticados o bajo condiciones de cautiverio –ejemplares de zoológico o reservas) o mascotas (en ambos casos, cuyas patas o pelaje estuvieron en contacto con suelo infestado)	–	–	–	–
Correo internacional	–	–	–	–
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo)	–	–	–	–

- 2) **Plantas con o sin sustrato.** Tipos de sustrato: suelo (tierra), inerte (artificial, nutritivo y soporte), natural (tratado o sin tratar), mixto.
- 3) **Producto:** Plantas de *Musa* spp.
- 4) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 5) **Destino de uso previsto:** Siembra.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**



FIGURA 8. Plantas como vías de riesgo. [Songtaocraft, 2018; Mercado libre, 2018].

- a) Plantas completas para ser establecidas en nuevas unidades de producción o para recambio o sustitución de plantas senescentes en áreas de producción. Con o sin sustrato.
 - b) Plantas completas para ornato, como follaje verde para interiores y exteriores. Con o sin sustrato.
- 7) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales.

2.2.2. Hijuelos o hijos de espada

- 1) **Descripción de la vía:** Brote lateral que crece en la base de la planta madre a partir del rizoma o cormo (en español se le conoce como hijo, planta hija, hijuelo, retoño, vástago, brote o colino). Cuando el vástago apenas sale de la superficie del suelo se llama hijuelo. Cuando ya ha crecido y tiene hojas verdaderas se denomina hijo. Morfológicamente, existen dos tipos de hijos: el hijo espada, que tiene hojas estrechas y un rizoma grande, y el hijo de agua que tiene hojas anchas y un rizoma pequeño. Los hijos de agua tienen una conexión débil con la planta madre y no se desarrollan como una planta fuerte. El número de hijos producidos varía según el tipo de cultivar. El hijo espada seleccionado para reemplazar a la planta madre se llama sucesor (Corbana, 2011; Centa, 2010; Jiménez, 2016).

De naturaleza vegetativa herbácea con una sección de cormo, pseudotallo y hojas, pueden ser extraídos del cormo o rizoma principal con una sesión de cormo, con raíz o sin ella.

Plantas con o sin sustrato.

Tipos de sustrato: suelo (tierra), inerte (-artificial- nutritivo y soporte), natural (tratado o sin tratar), mixto.



FIGURA 9. Hijuelos o hijos de espada. [Mercado libre, 2017; Viveros Vangarden, 2018].

- 2) **Producto:** Plantas de *Musa* spp.
- 3) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 4) **Destino de uso previsto:** Siembra.
- 5) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Plantitas de banano (hijuelos) seleccionados a partir de plantas madre con características agronómicas deseables, son utilizadas como el material de siembra típico o convencional para la replantación de una huerta en forma local.
 - b) Planta de banano a raíz desnuda (hijuelos), utilizada como material vegetativo inicial para el establecimiento de nuevas plantaciones en áreas diferentes a la de origen (importación).
 - c) Planta de banano con raíz (hijuelos), con sustrato inerte como material de enraizamiento. Sin presencia de tierra, sin presencia de flores y libre de caracoles y babosas (importación).
- 6) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales.

2.2.3. Cormos (rizomas)

- 1) **Descripción de la vía:** Tallo verdadero de la planta de banano, que se encuentra bajo tierra, comúnmente conocido como cormo, aunque el término botánico correcto es rizoma. Órgano de soporte y conducción, donde nace el sistema radicular en la parte inferior y de uno a varios falsos tallos o pseudotallos correspondientes a la planta madre o a los hijos. El punto de crecimiento del rizoma, el meristemo apical, es una cúpula aplanada desde la cual se forman las hojas y eventualmente la inflorescencia. La planta madre y los vástagos están conectados entre sí por el rizoma que como ya se dijo, es de crecimiento subterráneo,



FIGURA 10. Sección de cormo de una planta adulta. [Guy Blomme/Bioversity International; FHA, 2009].

el cual puede ser retirado y utilizado como material de siembra. Esta estructura es la que en forma convencional se utiliza para el establecimiento de una nueva área de producción o bien para repoblar la senescente. Los rizomas pueden ser de planta adulta, en cuyo caso tienen varias yemas o de plantas jóvenes no maduras, las cuales generalmente tienen solo una yema, la cual es seleccionada para su desarrollo. Secciones de cormo son extraídas del suelo, limpiadas y tratadas para ser utilizadas como materia prima para el establecimiento de nuevas áreas de producción. Los cormos con tamaño idóneo (menos de 0.5 kg) son sembrados en forma directa en bolsas plásticas o en cama enraizadora, estos últimos para ser manejados bajo condiciones de vivero (Macías, 2001; Corbana, 2011; Centa, 2010; Jiménez, 2016).

Plantas con o sin sustrato. Tipos de sustrato: suelo (tierra), inerte (artificial, nutritivo y soporte), natural (tratado o sin tratar), mixto.

- 2) **Producto:** Cormos (rizomas) de *Musa* spp.
- 3) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 4) **Destino de uso previsto:** Siembra.
- 5) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Cormos tratados o sin tratar son comercializados en forma local, nacional o regional para el establecimiento o renovación de nuevas áreas de producción.
 - b) Cormos brotados en los que se ha estimulado el desarrollo de raíces y yemas para la producción de plántulas son comercializados a nivel local, nacional o regional.
 - c) Cormos con plantas desarrolladas en macetas plásticas o de otros materiales, endurecidos bajo condiciones de vivero, están disponibles para su venta a mercados locales, nacionales y transnacionales.
 - d) Rizomas limpios, desnudos, tratados químicamente contra insectos, nematodos, bacterias y hongos.
- 6) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales.

2.2.4. Hojas o follaje en fresco o seco

- 1) **Descripción de la vía:** La hoja es el principal órgano fotosintético de la planta. Cada hoja emerge desde el centro del pseudotallo como un cilindro enrollado. El extremo distal de la vaina foliar que se está alargando se contrae hasta formar un pecíolo, más o menos abierto dependiendo del cultivar. El pecíolo se convierte en la nervadura central, que divide el limbo en dos láminas medias. La parte superior de la hoja (haz) recibe el nombre de superficie abaxial (envés) mientras que la inferior recibe el nombre de superficie adaxial. Las primeras hojas rudimentarias producidas por un hijo en crecimiento se llaman hojuelas. Las hojas en estado maduro, que se denominan hojas verdaderas, constan de vaina, pecíolo, nervadura central y limbo. En las láminas, las nervaduras van en paralelo en una forma de “s” larga, desde la nervadura central hasta el margen. Como no se ramifican, las hojas se rasgan fácilmente. La hoja cigarro, o candela, es una hoja enrollada como un cilindro que acaba de brotar. Esta nueva hoja, firmemente enrollada, es blanquecina y particularmente frágil, aunque va modificando su color hacia el color verde normal y disminuyendo su fragilidad a medida que se produce su apertura. El período en el cual la hoja se abre varía dependiendo de las condiciones climáticas. Si éstas son favorables, el proceso de desenrollado puede tardar unos 7 días; de lo contrario, puede durar de 15 a 20 días. La extensión en la punta de la hoja se marchita después de la emergencia y cae (Canto y Castillo, 2011; FAO, 2016; ProMusa, 2018).

Hojas maduras en fresco o congeladas, son utilizadas para la preparación de alimentos, ya sea como soporte, contenedor o para envol-



FIGURA 11. Hojas o follaje en fresco o seco. [Albiz, 2018; La Morena, 2018].

ver, dándole un aroma y sabor particular a lo cocinado en ellas (Canto y Castillo, 2011; Navarro, 2011).

- 2) **Producto:** Hojas de *Musa* spp.
- 3) **Presentación:** Frescas o congeladas.
- 4) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 5) **Destino de uso previsto:** Industrial, consumo humano.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Hojas frescas de plátano o banano empacadas en contenedores impermeables (plástico).
 - b) Hojas frescas de plátano o banano empacadas en contenedores porosos o naturales.
 - c) Hojas congeladas de plátano o banano empacadas en contenedores impermeables (plástico).
- 7) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales, artículos no reglamentados.

2.2.5. Inflorescencia

- 1) **Descripción de la vía:** La inflorescencia es una estructura compleja, que contiene las flores que se desarrollarán en frutos. Se apoya en el tallo floral, es decir, en el tallo verdadero de la planta (Figuras 13 y 14). El tallo floral, que es producido por el punto de crecimiento terminal del rizoma, crece a través del pseudotallo y emerge en la parte alta de la planta una vez que ha brotado la última hoja cigarro. Las flores femeninas (pistiladas) aparecen primero. En los bananos culti-



FIGURA 12. Plantas de banano a las que se les han retirado las hojas y vainas para dejar visible el tallo floral. [Guy Blomme/Bioversity International].



FIGURA 13. Desarrollo inicial de la inflorescencia. [Anne Vezina, Bioversity International].



FIGURA 14. Desarrollo inicial de las "manos" flores femeninas, que darán origen a los frutos. [Anne Vezina, Bioversity International].

vados, el ovario se desarrolla en un fruto sin semillas, mediante partenocarpia (sin polinización). A medida que surge, la bráctea (una hoja modificada) expone las flores femeninas que están aglomeradas en los nódulos y desarrollan manos de frutos. El número de manos en el racimo varía dependiendo del genotipo y las condiciones ambientales. A medida que las flores femeninas se desarrollan en frutos, la porción distal de la inflorescencia se alarga y produce grupos de flores masculinas (estaminadas), cada uno bajo una bráctea. Las flores masculinas en la yema masculina producen polen, que puede o no ser estéril. Un tercer tipo de flores llamado hermafrodita o neutro puede presentarse en el raquis, el pedúnculo entre las flores femeninas y la yema masculina. Estas flores por lo general no se desarrollan como frutos y sus estambres no producen polen.

Muchas musáceas exhiben inflorescencias muy coloridas y vistosas, con colores muy llamativos. Estas son utilizadas en floristería para la elaboración de arreglos florales en fresco, o deshidratadas como artesanías (Vargas-Calvo *et al.*, 2015; FAO, 2016; Pro Musa, 2018).

- 2) **Producto:** Inflorescencias de *Musa* spp.
- 3) **Presentación:** Frescas, congeladas, deshidratadas, encapsuladas.
- 4) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 5) **Destino de uso previsto:** Ornamental, mejoramiento genético (uso experimental).

En internet se ofertan abundantes mercancías, las cuales están disponibles para su venta a nivel local, nacional, regional e internacional. Estos productos son enviados por correo. No se encontró legislación al respecto, situación que tiene repercusiones en materia fitosanitaria.

- 6) **Uso experimental:** Confinado, no confinado.
- 7) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Inflorescencias de banano en fresco, empacadas, con tratamiento en frío.
 - b) Follaje e inflorescencias de banano empacadas, con tratamiento en frío.
 - c) Flores masculinas para extracción de polen, empacadas con tratamiento en frío.
 - d) Flores masculinas para extracción de polen, empacadas en seco.
- 8) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales o artículos no reglamentados.

2.2.6. Semilla botánica y polen

- 1) **Descripción de la vía:** Los plátanos que se consideran comestibles son generalmente partenocárpicos y sin semilla. La obtención de cultivares tetraploides de banano a partir de cepas triploides da como resultado el restablecimiento total o parcial de la fertilidad, lo que permite la aparición de frutas con semillas (FAO, 2016; ProMusa, 2018).

En general, la literatura muestra que los diploides silvestres y mejorados de las plantas de banano producen polen abundante con una alta viabilidad, mientras que las variedades cultivadas muestran una baja producción de polen, así como también problemas ocasionales de viabilidad (Fortescue y Turner 2004). Por lo tanto, una mejor comprensión de la viabilidad del polen producido por las plantas híbridas de banano tetraploide es importante para identificar progenitores masculinos con alto potencial de fertilidad para ser utilizados en programas

de hibridación, a fin de aumentar el rango de posibles cruces que presentan alguna incompatibilidad sexual, con el objetivo de obtener nuevos cultivares (Soares *et al.*, 2016). En los programas para desarrollar híbridos de banano es necesario cruzar diferentes genotipos para probar su capacidad combinatoria. Entre los factores más importantes para el éxito de estos programas está la selección de genotipos y cruzamientos. La eficacia de los cruces, tanto entre variedades y cultivares de la misma especie como



FIGURA 15. Semillas de plátano.
[Amazon, 2018].



FIGURA 16. Semilla de plátano.
[Mercado libre, 2018b].

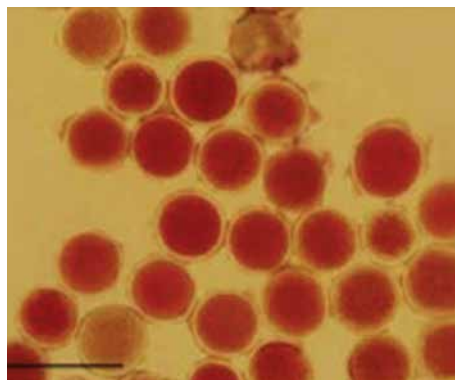


FIGURA 17. Polen de banana.
[Soares, 2016].

entre diferentes especies, depende directamente de la viabilidad de los granos de polen. En la estrategia convencional de mejoramiento genético del banano, la mayoría de los rasgos deseables se concentran en el germoplasma diploide (AA), como la partenocarpia, un buen número de manos, dedos largos (frutos), racimos bien formados, baja altura de la planta y resistencia a plagas y enfermedades (Silva *et al.*, 2001). El polen es producido a partir de flores masculinas o estaminadas, este puede ser o no ser, estéril. Cuando se han realizado pruebas de germinación y se ha determinado que el polen es fértil, este es utilizado para realizar evaluaciones o experimentos de hibridación para mejoramiento genético en condiciones de laboratorio o confinamiento (Chandler y De la Loma, 1962).

- 2) **Producto:** Semilla botánica de *Musa* spp., polen de *Musa* spp.
- 3) **Presentación:** Frescos, congelados, deshidratados, encapsulados.
- 4) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 5) **Destino de uso previsto:** Mejoramiento genético experimental y comercial; desarrollo bajo condiciones de confinamiento, a cielo abierto o combinado.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Semilla sexual o verdadera de banano, diploide o tetraploide, utilizada en programas de manejo genético a nivel experimental.
 - b) Semilla sexual o verdadera de banano, diploide o tetraploide, utilizada para germinación y producción de plantas comercialmente, para la producción de híbridos en programas de manejo.
 - c) Polen viable diploide o tetraploide, fresco o congelado.
- 7) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales o no reglamentadas.

2.2.7. Frutos frescos con cáscara

- 1) **Descripción de la vía:** Los frutos se presentan en racimos. El racimo es el término descriptivo para todos los frutos ubicados a lo largo del raquis. El fruto es una baya carnosa, blanda, sin semillas, con cáscara verde cuando está inmadura, que al madurar se vuelve amarilla, negra o roja, según la variedad; se desarrolla de los ovarios de las flores pistiladas por el engrosamiento de las paredes de las tres celdas del ovario, en particular las opuestas al eje central, este engrosamiento constituye la parte comestible como una masa de parénquima cargada de azúcar y almidón, al centro se aprecian las placentas y óvulos abortivos ennegrecidos y suaves (FAO, 2016; Pro-Musa, 2018).
- 2) **Producto:** Fruto fresco de *Musa* spp.
- 3) **Presentación:** Frescos, congelados, deshidratados.
- 4) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 5) **Destino de uso previsto:** Industrial, consumo humano.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Frutos frescos de banano, limpios (lavados). Presentación por unidad, por mano o por racimo, en los dos últimos casos con una sección de raquis.



FIGURA 18. Fruto fresco var. Cavendish. Plátano Tabasco en tina de lavado. [Novedades de Tabasco, 2018].



FIGURA 19. Fruto fresco var. Gros Michel. Frutos frescos de banano variedad Gross Michael de venta en línea (Internet) por la empresa *Alibaba.com* con origen en Tailandia. [Alibaba.com, 2018].



FIGURA 20. Fruto fresco "Namwa" (ABB group). Frutos pequeños y dulces originarios de Malasia, de venta en *The Greenss Shop Company*, tienda en línea (Internet) especialista en productos exóticos. [Greenss Shop Company, 2018].

- b) Frutos frescos de banano contaminados con tierra, basura, tallos de fruta (restos de raquis), hojas.
- 7) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales o no reglamentadas.

2.2.8. Frutos sin cáscara, pulpa de plátano

- 1) **Descripción de la vía:** El mesocarpio de plátano se utiliza para consumo en fresco y como ingrediente para la elaboración de alimentos, dulces o salados. Es parénquima carnosos cuyos componentes principales son almidón, azúcar y minerales. El puré de banano, que se destina para mercados locales e internacionales, alarga la vida útil de la fruta y se comercializa como materia prima para otros tipos de productos (elaboración de “palitos”, barras energéticas, gel, etc.) Otros subproductos son hojuelas y polvo de banano (Canto y Castillo, 2011; FAO, 2016; ProMusa, 2018).

Proceso industrial. Una vez que se recibe la fruta de los proveedores, el banano es descargado, luego se pesa y se envía a los cuartos de maduración, en donde se manejan determinados tiempos y temperaturas. Luego pasa a la etapa de extracción, en la que se realiza el pelado de la fruta y separación de la semilla, hasta llegar a la cámara de homogeneización y esterilizado. El puré que se obtiene luego del proceso se empaca en fundas asépticas y se coloca en las diversas presentaciones para la exportación.

Parénquima del fruto, sin cáscara, deshidratado y pulverizado hasta convertirlo en polvo. Se utiliza como materia prima o aditivo de complementos alimenticios, o para la elaboración de alimentos industrializados.

- 2) **Producto:** Fruto fresco sin cáscara de *Musa* spp., pulpa de plátano congelada de *Musa* spp.



FIGURA 21. Fruto fresco sin cáscara.



FIGURA 22. Recepción de cargamento de banano. [Futurcorp. 2018].

- 3) **Presentación:** Frescos, congelados, deshidratados (en polvo, hojuelas).
- 4) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 5) **Destino de uso previsto:** Industrial, consumo humano.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Fruto fresco sin cáscara, fresco o congelado.
 - b) Pulpa de banano procesada.
 - c) Hojuelas de banano.
 - d) Polvo o harina de banano.
- 7) **Riesgos identificados:** Mercancías no reglamentadas.

2.2.9. Cáscara de plátano deshidratada

- 1) **Descripción de la vía:** Cáscara de banano deshidratada es utilizada como ingrediente biológico para la elaboración de abonos orgánicos, ya que es fuente natural de minerales como fósforo y potasio, lo que los hace fácilmente asimilables por las plantas (Navarro, 2011; Bonilla-Vazquez, 2017).

Es utilizada en fresco para la extracción de sustancias para la industria cosmética, como tratamiento contra el acné y para elaboración de crema antiarrugas.

- 2) **Producto:** Cáscara de *Musa* spp.
- 3) **Presentación:** Fresca, congelada, deshidratada (troceada, molida, en polvo, hojuelas, etcétera).
- 4) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 5) **Destino de uso previsto:** Industrial.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Cáscara de banano, limpia, procesada bajo condiciones industriales estandarizadas. Deshidratada y troceada o molida para la elaboración de piensos, abonos o como sustrato para el crecimiento



FIGURA 23. Ejemplos de uso de la cáscara de plátano deshidratada. [Cosas del jardín, 2018; Rajshree, 2018].

de otras plantas. Es comercializada a granel o en empaques individuales, impermeables o permeables.

- b) Cáscara de banano procesada domésticamente, sin evaluación de calidad.

7) **Riesgos identificados:** Mercancías no reglamentadas.

2.2.10. Plantas producidas *in vitro* o vitroplantas o germoplasma de banano

- 1) **Descripción de la vía:** Micropropagación de plantas de interés comercial o para investigación bajo protocolos establecidos, reconocidos y reproducibles. Es deseable que sean aprobados, certificados o acreditados por autoridades sanitarias o fitosanitarias del país donde se producen los productos para su comercialización (Pérez-Vicente *et al.*, 2014; Ploetz *et al.*, 2015; Dita *et al.*, 2018).

Plantas *in vitro* o vitroplantas. Plantas que se desarrollan en condiciones artificiales asépticas dentro de un recipiente hermético, sobre un medio de cultivo gelificado y enriquecido con soluciones nutritivas especiales y fitohormonas, bajo condiciones controladas de pH, luz y temperatura. Materiales vegetativos (plántulas) obtenidos a partir de plantas madre (material parental) con comprobada condición fitosanitaria, reconocida por las autoridades fitosanitarias del país exportador y del importador. Las instalaciones, infraestructura, equipos, herramientas, personal, insumos, etc., así como los procedimientos, protocolos, pruebas, etc., son documentados bajo un esquema de calidad, generalmente bajo procedimientos ISO.

Cultivo de tejidos. Plantas producidas como producto básico cuyo destino de uso previsto es plantar, el cual es desarrollado en medios de cultivo con composición química conocida o en sustratos inertes enriquecidos limpios o desinfectados, producidos bajo condiciones



FIGURA 24. Cultivo de tejidos in vitro.



FIGURA 25. Cultivo de tejidos y planta endurecida. [Alibaba.com, 2018].

de confinamiento. Las plantas producidas por cultivo de tejidos son clones o copias del punto de crecimiento de una planta, crecidos en un medio de cultivo estéril. El procedimiento básico consiste en aislar el meristemo apical e inducirlo a formar brotes. Los brotes se subdividen regularmente y se mantienen bajo condiciones estériles controladas (100% de humedad y sin luz solar directa). Cuando se necesitan plantas, los brotes se colocan en un medio de enraizamiento durante aproximadamente un mes para inducir la formación de raíces y producir plántulas de banano.

En ambos casos, las aplicaciones son:

- a) Propagación masiva de plantas.
- b) Conservación de germoplasma.
- c) Mejora y selección genética.
- d) Estudios metabólicos y fisiológicos.
- e) Producción de metabolitos primarios y secundarios.
- f) Obtención de plantas libres de patógenos.



FIGURA 26. Endurecimiento.
[Agroforum-Perú, 2011].

NORMAS ISO

Las normas ISO son un conjunto de normas orientadas a ordenar la gestión de una empresa en sus distintos ámbitos. La alta competencia internacional acentuada por los procesos globalizadores de la economía y el mercado y el poder e importancia que ha ido tomando la figura y la opinión de los consumidores han propiciado que dichas normas, pese a su carácter voluntario, hayan ido ganando un gran reconocimiento y aceptación internacional. Las normas ISO son establecidas por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO), y se componen de estándares y guías relacionados con sistemas y herramientas específicas de gestión aplicables en cualquier tipo de organización.

La Norma ISO 17025 proporciona los requisitos necesarios que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración, facilitando la armonización de criterios de calidad. El objetivo principal de ésta es garantizar la competencia técnica y la fiabilidad de los resultados analíticos. La norma contiene tanto requisitos de gestión como requisitos técnicos que inciden sobre la mejora de la calidad del trabajo realizado en los laboratorios. La norma favorece la creación de un conocimiento colectivo, que facilita la integración del personal, y un profundo conocimiento interno de la organización, proporcionando flexibilidad en la adaptación a necesidades y cambios del entorno. Estos requisitos son empleados como herramientas para la difusión de un conocimiento colectivo, que facilita la integración del personal, proporciona flexibilidad en la adaptación a cambios del entorno y permite detectar problemas para su resolución anticipada. Finalmente, la acreditación del laboratorio será el reconocimiento formal de la competencia y capacidad técnica para llevar a cabo análisis específicos.

- 2) **Niveles de riesgo:**
 - a) Comercialización de germoplasma producido en instalaciones no reconocidas o aprobadas por la autoridad fitosanitaria del país de origen.
 - b) Comercialización de germoplasma producido en medios de cultivo contaminados o que no garanticen la integridad fitosanitaria del producto de venta.
 - c) Infraestructura (instalaciones, maquinaria, equipos, herramientas, personal, insumos, etc.) para la producción de materiales que no garanticen la condición fitosanitaria de los germoplasmas a movilizar.
- 3) **Producto:** Plantas, plántulas, plantitas de *Musa* spp.
- 4) **Presentación:** Plantas procedentes de cultivo de tejidos o meristemos producidos en medios de cultivo esterilizados, plantas producidas en condiciones *in vitro* (vitroplantas) o *ex vitro* endurecidas en ausencia de contacto con suelo, producidas en medios orgánicos o inorgánicos esterilizados, vitroplantas importadas a raíz desnuda o germoplasma no liofilizado de musáceas; presentación individual o en contenedores masivos que garanticen la condición fitosanitaria del producto, pueden ser herméticamente cerrados.
- 5) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 6) **Destino de uso previsto:** siembra (comercial, confinada, experimental).
- 7) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Plantas con raíz, transgénicas o resultado de un programa de fitomejoramiento.
 - b) Plantas con raíz en medio de cultivo.
 - c) Plantas sin raíz.
 - d) Plantas sin raíz sin rastros de medio de cultivo.
 - e) Plantas *in vitro* transgénicas o fitomejoradas.
 - f) Plantas *in vitro* con medio de cultivo.
 - g) Plantas *ex vitro* endurecidas en ausencia de suelo.
 - h) Plantas *ex vitro* sin sustrato.
 - i) Meristemos.
- 8) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales o no reglamentadas.

2.2.11. Plantas ornamentales del género *Musa*

- 1) **Descripción de la vía:** Plantas completas del género *Musa*. Con un pseudotallo o falso “tronco” de crecimiento aéreo formado por el crecimiento superpuesto de numerosas vainas foliares que se originan de un cormo carnoso (tallo verdadero subterráneo) en el que se desarrollan de una a numerosas yemas laterales o “hijos”. Con un sistema

radicular, primario y uno adventicio, las raíces primarias se originan en la superficie inferior del cilindro central del rizoma, y las secundarias y terciarias, en las raíces primarias (Pocasangre *et al.*, 2011).

Plantas con o sin sustrato. Tipos de sustrato: suelo (tierra), inerte (artificial, nutritivo y soporte), natural (tratado o sin tratar), mixto.

- 2) **Producto:** Plantas de *Musa* spp, u otras afines en la familia Musaceae.
- 3) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF) (etapa 2).
- 4) **Destino de uso previsto:** Siembra, ornamental.
- 5) **Niveles de riesgo:**
 - a) Plantas para ser establecidas en nuevas unidades de producción o para recambio o sustitución de plantas senescentes en áreas de producción.
 - b) Plantas completas para ornato, como follaje verde para interiores y exteriores.
 - c) Plantas ornamentales comercializadas sin la verificación de la condición fitosanitaria por la autoridad correspondiente.
 - d) Plantas procedentes de viveros y sitios de producción sin reconocimiento o aprobación, que no cuentan con un certificado fitosanitario de importación o de movilización nacional, estos últimos expedidos por la autoridad fitosanitaria competente.
 - e) Medios de producción o cultivo sépticos o contaminados.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**
 - a) Plantas completas con o sin sustrato.
 - b) Flor cortada y follaje fresco.
 - c) Plántulas en medio de cultivo o en sustrato.
 - d) Cormos o rizomas.
- 7) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales o no reglamentadas.



FIGURA 27. *Musa la-siocarpa*. [Gardening-expres, 2018].

2.2.12. Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes (sustratos vegetales no esterilizados, ej., fibra de coco, paja de arroz, etc.). Medios de cultivo o crecimiento no esterilizados

- 1) **Descripción de la vía:** Existen diferentes criterios de clasificación de sustratos de cultivo, basados en el origen de los materiales, su natura-

leza, sus propiedades y su capacidad de degradación, entre otras características. Se clasifican en:

- a) **Inertes químicamente:** estos sustratos actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de absorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Entre ellos están: arena granítica o silíceas, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida y lana de roca.
- b) **Activos químicamente:** Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta, pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenados o liberándose según las exigencias del vegetal. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita y materiales ligno-celulósicos forman parte de este tipo de sustratos.

En la categoría de subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas están los sustratos orgánicos, los que pasan por un proceso de compostaje para su adecuación como sustratos (cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos y lodos de depuración de aguas residuales, entre otros). Estos materiales no tratados, con residuos vegetales o suelo constituyen una importante vía de dispersión de plagas de plantas, patógenos y especies exóticas invasoras, como ejemplos, el gusano del blueberry (*Rhagoletis mendax*), la podredumbre bacteriana del anillo de la papa (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*) y el woolly cup grass (*Eriochloa villosa*) (ISO, 2018).

Mercancías consistentes en sustratos para siembra de origen vegetal no esterilizados o tratados por medios reconocidos en el tránsito internacional, tales como tratamiento con calor húmedo, calor seco, fumigación con biocidas como bromuro de metilo, fosfuro de aluminio, aplicados con la finalidad de matar o inactivar cualquier fuente de inóculo de plagas cuarentenarias (Senasica, 2012).

- 2) **Producto:** Sustratos activos a base de fibras de coco, paja de cereales (arroz, trigo, mijo, sorgo, etc.), astillado de madera, cáscara deshidratada de nuez pecanera, harina de bagazo de caña, harina de bagazo (olote) de maíz, bagazo de producto de algodón, fibra vegetal para producción industrial, etcétera.
- 3) **Origen:** Ver requisitos fitosanitarios por país (ONPF). Categoría de riesgo tipo 2. Para este tipo de vía se hace necesario realizar estudios particulares de análisis de riesgo.
- 4) **Destino de uso previsto:** Industrial/comercial, como soporte y medio de nutrición para el mantenimiento de plantas.
- 5) **Niveles de riesgo:**

- a) Sustratos activos sin desinfectar o esterilizar utilizados como soporte y nutrición para plantas de banano.
 - b) Sustratos activos sin desinfectar o esterilizar utilizados como soporte y nutrición para plantas diferentes a la familia de las musáceas (ornamentales u otras).
 - c) Sustrato o restos de sustrato que procedan de áreas de producción con una alternancia a la rotación de cultivos, a partir de áreas descartadas para la producción de plátanos o bananos, previamente descartadas por presencia de inóculo de Foc R4T.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:**
- a) Importación o movilización de sustratos orgánicos activos.
 - b) Importación o movilización de sustratos orgánicos como medio de soporte de plantas.
- 7) **Riesgos identificados:** Importaciones ilegales o no reglamentadas.

2.2.13. Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes contaminados con residuos de plantas hospedantes

Incluye artesanías o artículos elaborados con fibras de musáceas, materiales de empaque, etcétera.

- 1) **Descripción de la vía:** En este rubro están las mercancías no consideradas bajo procesos de inspección y certificación fitosanitaria, tales como artesanías o productos manufacturados con derivados de plantas hospedantes de Foc R4T, tales como portalápices, sombreros, muebles, portavasos, máscaras ornamentales o con fines religiosos, derivados vegetales para fines medicinales o cosméticos, etc. En general productos que no han recibido tratamiento fitosanitario con fines de garantizar su condición fitosanitaria (Arbeláez *et al.*, 2017; SFE, 2017).
Productos para usos diferentes al fitosanitario (siembra, consumo humano o animal o industrialización) en exteriores que no han recibi-



FIGURA 27. [123RF. 2018].



FIGURA 28. [Dreamstime, 2018].

do tratamiento y que circulan en el comercio internacional presentan un riesgo para la movilización y el establecimiento de plagas graves para la agricultura, incluidas estructuras de reproducción de Foc R4T.

- 2) **Producto:** Artesanías o productos manufacturados con derivados de plantas hospedantes de Foc R4T, tales como portalápices, sombreros, muebles, portavasos, máscaras ornamentales o con fines religiosos, derivados vegetales para fines medicinales o cosméticos.
- 3) **Origen:** Ver posesiones transportadas por turismo. Mercancías de categoría de riesgo tipo 2. Para este tipo de vía se hace necesario realizar estudios particulares de análisis de riesgo.
- 4) **Destino de uso previsto:** Consumo o uso humano.
- 5) **Niveles de riesgo:**
 - a) Hojas de plátanos o bananos son utilizadas para la elaboración de artesanías.
 - b) Hoja de plátano o banano seca o deshidratada. Hojas completas o secciones de ellas son utilizadas para la elaboración de utensilios biodegradables, artesanías, las cuales son moldeadas cuando todavía están frescas y después se secan.
- 6) **Descripción de las vías reglamentadas:** No existen requisitos de importación.
- 7) **Justificación:** este tipo de productos por lo general no presentan un riesgo fitosanitario suficiente para justificar la acción normativa, como ejemplo se incluyen muebles previstos para usos en interiores o exteriores, máscaras, esculturas, instrumentos musicales, canastas, artículos de campismo o para uso al aire libre, equipos deportivos, herramientas de madera, etcétera.
- 8) **Riesgos identificados:** Movilización de artículos de uso personal que no pasan por procesos de inspección, procedentes de países de riesgo.

2.2.14. Suelo

Por sí mismo –como muestras para investigación– o, como contaminante adherido a otros medios de dispersión del hongo, tales como medios de transporte –vehículos aéreos, marítimos o terrestres–, embalaje o contenedores que estuvieron en contacto con suelo infestado). Tierra.

- 1) **Descripción de la vía:** Suelo agrícola es aquel que se utiliza como sustrato para el desarrollo de todo tipo de cultivos y plantaciones; es decir, para la actividad agrícola. Es en primer lugar un suelo fértil que permite el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de organismos vivos que crecen y que cumplen sus funciones biológicas en él (FAO, 2018).

Internacionalmente se reconoce que el suelo es una importante vía de dispersión de numerosas plagas de plantas y animales, incluidas bacterias, hongos, insectos, nematodos y malezas (Wikteliuss, 1981; Osborne y Loxdale, 2002). El nematodo dorado de la papa (*Globodera* spp.), la verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*), la muerte súbita del roble (*Phytophthora ramorum*) y la *foot and mouth disease* (*Aphthae epizooticae*), por mencionar algunos ejemplos, han ingresado a áreas donde no existían antes por medio de suelo contaminado. El documento de posición de la NAPPO sobre el movimiento de suelo, firmado el 24 de abril de 2003 por miembros del Comité Ejecutivo del organismo regional, describe los riesgos y la complejidad asociada con el suelo y sus plagas asociadas (NAPPO, 2003).

A medida que aumenta el comercio internacional también lo hace el movimiento de artículos reglamentados potencialmente contaminados con residuos de suelo y plantas y el riesgo de mover plagas de plantas asociadas con ellos de un país a otro. A nivel nacional, un artículo regulado contaminado con suelo y desechos de plantas presenta un alto riesgo de movimiento y establecimientos de plagas cuando se distribuye de un campo a otro o de una unidad de producción a otra o en el movimiento transfronterizo (CIPE, 1997; ISO, 2014; DAWR, 2017; FAO, 2018; USDA, 2017; Senasica, 2019).

Como patógeno transmitido por el suelo, Foc persiste en el suelo en material vegetal en descomposición o como clamidiosporas en ausencia de un hospedante adecuado. Stover (1972) y Ploetz (2006a) han documentado que las clamidiosporas permanecen latentes y viables hasta por 30 años en el suelo. Estas esporas en reposo germinan en presencia de exudados de la raíz de un hospedero favorable. También se ha informado que las clamidiosporas de otras *formae especiales* de *Fusarium oxysporum* causan una mayor gravedad de la enfermedad en sus cultivos respectivos en comparación con los microconidios como fuente de inóculo (Couteaudier y Alabouvette, 1990; Cal *et al.*, 1997; Warman y Aitken, 2018).

2) **Niveles de riesgo:**

- a) La dispersión de Foc R4T en suelo es asociada con vectores del movimiento del suelo.

El suelo es el material no consolidado en la superficie de la tierra. Está constituido por agregados de minerales, agua, material animal y vegetal descompuesto y microorganismos. Otros productos que pueden estar cubiertos por esta clasificación (suelo y artículos que contienen suelo) son el subsuelo, suelo acuático o marino, sedimentos, limo y muestras similares al suelo sin evidencia de origen (DAWR, 2017; FAO, 2018).

- b) Raíces u otros residuos de plantas infectadas, insectos, animales, herramientas, maquinaria, vehículos, contenedores, neumáticos y otros equipos, contaminados con partículas de suelo, que a su vez pueden contener esporas o estructuras de resistencia de Foc R4T.
- 3) **Riesgos identificados:** Ingreso de cualquier cantidad de suelo contaminado, procedente de países con presencia de la plaga (ver vía de vehículos, contenedores y maquinaria). Entrada de mercancías o propiedades contaminadas con suelo.

2.2.15. Aire (meteoros: huracanes, ciclones, tifones)

- 1) **Descripción de la vía:** Diversos agentes biológicos, entre ellos organismos identificados antropogénicamente como plagas, son dispersados como partículas inertes por masas de aire. Las estructuras reproductivas o de resistencia producidas por hongos no son la excepción (Roper *et al.*, 2010; Pegg y Manners, 2014; Golan y Pringle, 2017). Como factores críticos, el aire y la humedad que contiene y por lo tanto el agua, inciden sensiblemente en la movilización, a cortas y largas distancias. La mayoría de los microorganismos son sensibles a la humedad, ya sea que la requieran o la eviten; por lo tanto, el estudio de la composición de agentes infecciosos presentes en masas de aire y su movimiento, está estrechamente relacionado como vehículo de agentes dispersores de estructuras de resistencia de diversas plagas, entre ellas esporas de hongos (Paredes *et al.*, 1997; Perez-Vicente *et al.*, 2014; Rieux *et al.*, 2014).

Fenómenos naturales como huracanes y tifones pueden aumentar el impacto de medios de dispersión de plagas y enfermedades, no solo el transporte directo de partículas contaminantes a las plantaciones, sino también por los encharcamientos e inundación de los terrenos de cultivo, así como de la contaminación del agua de riego (Golan y Pringle, 2017).

Un método de detección oportuna para la prevención de la incidencia de enfermedades fungosas, es la utilización de trampas que capturen esporas en el aire. En el mercado existen diversos tipos de muestreadores volumétricos que permiten monitorear con gran precisión no solo los cambios estacionales sino también diarios en la esporulación de hongos (Lepp, 2012; Rieux *et al.*, 2014; Perez-Vicente *et al.*, 2014; Golan y Pringle, 2017).

- 2) **Nivel de riesgo:** El aire puede ser vía de dispersión de esporas de Foc. Esta vía es evaluada como probable después de la entrada y establecimiento de la enfermedad en un área.

2.2.16. Agua

El agua como vía de dispersión posterior a la entrada puede formar parte del periodo de establecimiento –suelos inundados, drenaje, riego–.

- 1) **Descripción de la vía:** Fuertes lluvias al impactar en la tierra de cultivo ocasionan el salpique de gotas que contienen partículas de suelo, fragmentos vegetales infectados, esporas y trozos de micelio. Estas partículas de suelo por salpicadura pueden ser la vía de dispersión de estructuras infectivas de microorganismos patógenos a cortas distancias (Dobbs, 1942; Rieux *et al.*, 2014; Golan y Pringle, 2017).

La escorrentía y el flujo de agua contaminada con partículas de suelo, fragmentos vegetales infectados, esporas y trozos de micelio pueden ser transportados a zonas limpias, canales de drenaje, embalses de riego y ríos (McCartney y Fitt, 1998; Pegg y Manners, 2014; Wen *et al.*, 2015).

Cuando el agua que proviene de fuentes contaminadas se utiliza en riego o naturalmente alcanza áreas libres, los patógenos pueden ser propagados de manera rápida y eficiente en y entre los campos de cultivo (Rieux *et al.*, 2014; Golan y Pringle, 2017).

Fenómenos naturales como huracanes y tifones pueden aumentar la dispersión de medios de dispersión de plagas y enfermedades; no solo por el transporte directo de partículas contaminantes a las plantaciones, sino también por los encharcamientos e inundación de los terrenos de cultivo, así como de la contaminación del agua de riego (Madden, 1997; Palmero *et al.*, 2011).

Otras fuentes de contaminación por agua como vehículo de inóculo son: agua para riego de unidades de producción bajo cubierta, ya sea en malla a sombra o invernadero; agua contaminada utilizada para riego de plantas en proceso de aclimatación o endurecimiento; agua en superficies de condensación ante partículas arrastradas por el viento. Plantas producidas en esas condiciones pueden no presentar síntomas visibles de la enfermedad y ser comercializadas, con lo que podrían diseminar efectivamente el patógeno al campo. Por lo tanto, los proveedores de plantas deben cumplir estrictos controles de calidad de las fuentes de agua. Esto debería ser no solo aplicable para agua, sino también para sustratos de plantas (Madden, 2009; Palmero *et al.*, 2011; Perez-Vicente *et al.*, 2014; Wen *et al.*, 2015).

- 2) **Nivel de riesgo:** El agua es vía de dispersión posterior a la entrada. Puede formar parte del periodo de establecimiento. El agua es vía de dispersión de estructuras de reproducción del hongo. Agua de escorrentía, de riego o lluvia por salpique, riego rodado, agua por inundación, agua de lastre, etcétera.

2.2.17. Pasajeros o turistas cuyo calzado, efectos personales o ropa estuvieron en contacto con suelo o plantas infectadas

- 1) **Descripción de la vía:** Factores antropogénicos. Los humanos juegan un papel clave en la dispersión de plagas, las esporas de hongos no son una excepción. En el mundo globalizado actual, el dramático aumento en el movimiento de mercancías, personas y servicios ha incrementado el riesgo de la dispersión de agentes patogénicos (ISO, 2014; DAWR, 2017; USDA, 2017; Senasica, 2019).

Materiales o artículos transportados por pasajeros (artículos deportivos o de campismo contaminados con suelo infestado).

La dispersión transcontinental reciente de Foc R4T desde el suroeste de Asia a África o Medio Oriente determinan que factores antropogénicos están implicados. Posesiones humanas contaminadas con suelo (zapatos, ropa, equipos, herramientas, etc.), pueden haber sido responsables de este proceso (Couteaudier y Alabouvette, 1990; Cal *et al.*, 1997; Warman y Aitken, 2018; Ploetz *et al.*, 2015).

Todo equipo agrícola, ropa, calzado, herramientas, contenedores, etc., que han sido utilizados en áreas infestadas con Foc pueden transportar y dispersar al patógeno a áreas libres de la enfermedad. Lo antes mencionado también es aplicable a escala de granja (DAWR, 2017; Warman y Aitken, 2018).

Artículos deportivos, de campismo o de desempeño al aire libre ya sea por actividades de trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito que pudieron estar en contacto con suelo o plantas infectadas, pueden ser vehículo de dispersión de agentes causales de enfermedades (DAWR, 2017, 2018).

Diversos estudios refieren que los turistas internacionales tienen un papel en la introducción y dispersión de agentes infecciosos y plagas (Condé *et al.*, 1999; DAWR, 2018).

- 2) **Nivel de riesgo:** Cada persona y equipo involucrado en actividades de campo puede ser potencial portador de fuentes de inóculo de plagas. Por ello se debe tomar todas las precauciones razonables para evitar la propagación de plagas por parte del personal de campo, campistas, etc., así como de sus herramientas y enseres.

2.2.18. Animales

Animales silvestres o domesticados o bajo condiciones de cautiverio—ejemplares de zoológico o reservas—, o mascotas. En todos los casos, cuyas patas o pelaje estuvieron en contacto con suelo infestado.

- 1) **Descripción de la vía:** Una amplia diversidad de animales vertebrados e invertebrados puede habitar plantaciones de diversos cultivos agrícolas. Estos animales pueden transportar partículas de suelo desde áreas infestadas a zonas libres (FAO, 2017a; Warman y Aitken, 2018).
En sistemas de pequeños agricultores o plantaciones cercanas a asentamientos humanos, los animales domésticos también podrían contribuir a la difusión de enfermedad de granja a granja. Por ejemplo, desde la detección de Foc R4T, campañas rigurosas para reducir las poblaciones de cerdos salvajes se han implementado en el Tully Valley, Australia, ya que estos animales son reconocidos como un serio vector de enfermedades fúngicas transmitidas por el suelo (Biosecurity of Queensland, 2016; FAO, 2017a; Warman y Aitken, 2018).
- 2) **Nivel de riesgo:** Animales silvestres o domesticados o bajo condiciones de cautiverio –ejemplares de zoológico o reservas– o mascotas. En todos los casos, cuyas patas, pelaje, piel o plumaje estuvieron en contacto con suelo infestado, ya sea por actividades de trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito que pudieron estar en contacto con suelo o plantas infectadas.

2.2.19. Correo internacional

- 1) **Descripción de la vía:** El manejo de las fronteras de un territorio conlleva entornos desafiantes, dado el gran número de movimiento de personas, cargas, mercancías, artículos varios, correos que entran y salen en cantidades significativas cada día. La mayoría de estas personas, bienes y correo no representan una amenaza, pero hay algunos que presentan riesgos para la seguridad sanitaria y fitosanitaria de los países. En este contexto, los sectores oficiales en materia de agricultura buscan apoyar el acceso a los mercados extranjeros y proteger la economía y el medio ambiente de los impactos de plagas no deseadas; del mismo modo, los servicios aduanales buscan proteger la seguridad y los intereses comerciales a través de actividades de protección en la frontera. Sin embargo, ambas agencias aprecian que existe un equilibrio entre la gestión de estos riesgos y la facilitación del comercio y los viajes legítimos (AICM, 2018; ANAO, 2018).

Diferentes flujos de importación también presentan diferentes riesgos. La agricultura y las aduanas (denominadas colectivamente en este informe como las agencias fronterizas) consideran que los artículos de correo internacional representan un riesgo menor en comparación con la carga aérea y marítima porque los artículos de correo generalmente son envíos más pequeños y están destinados para uso o consumo doméstico. La gestión de riesgos en cualquier flujo está ne-

cesariamente influenciada por la disponibilidad de recursos y los riesgos generales que cada agencia trata de gestionar en la frontera (AICM, 2018; ANAO, 2018).

Las mercancías que son movilizadas por correo internacional, cuando han sido contaminadas con suelo o partes de plantas infectadas, en sitios donde la plaga está presente, o las determinadas como riesgosas en el presente documento, pueden ser vía de dispersión de la enfermedad (ANAO, 2014; Biosecurity New Zealand, 2019).

- 2) **Nivel de riesgo:** Mercancías, regalos, enviados por correo internacional. Aquellos originarios o procedentes de países con presencia de la enfermedad, y que hayan estado en contacto con cualquier fuente de inóculo del hongo, mismos que no sean detectados y correctamente tratados en países sin presencia de la enfermedad. Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo).

2.2.20. Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos de vegetales o suelo)

- 1) **Descripción de la vía:** De acuerdo con lo expuesto en la NIMF 41 (CIPE, 2017), los vehículos, maquinaria y equipos usados (VME), utilizados para fines agrícolas, forestales, hortícolas, de remoción de tierra, en minería a cielo abierto, manejo de residuos, así como los utilizados por las fuerzas armadas, en función de su utilización, almacenamiento o transporte pueden ser contaminados con residuos de suelo, plagas, restos vegetales o semillas. Cuando son movilizados en el tránsito internacional, se ha documentado que constituyen un riesgo, como dispersores de agentes contaminantes, entre ellos plagas de interés cuarentenario hacia áreas agrícolas, boscosas, silvestres o de otro tipo (PPQ-USDA, 2016; DAWR, 2019).

Las esporas de hongos, bacterias, quistes de nematodos y semillas de plantas invasoras se pueden mover en el suelo infestado que se adhiere a la maquinaria, equipo, vehículos, etc. Las plagas de plantas y las plantas invasoras (malezas) pueden establecerse en campos donde se ha trasladado el equipo contaminado (Biosecurity of Queensland, 2016; ISO, 2018; EPA, 2018).

- 2) **Nivel de riesgo:** Suelo contaminado adherido a vehículos, contenedores, medios de embalaje (tarimas, cajas, costales, meta sacos, etc.), herramientas de trabajo, equipo, etc., procedentes de países con presencia de la enfermedad o que pudieron estar en contacto con plantas o partes de plantas infectadas o infestadas.

3.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGO DE PLAGAS

3.1. Producción de banano a nivel mundial

El Fondo para la Agricultura y la Alimentación, Organización Corporativa de Estadística (FAOSTAT) indica que el banano se cultiva en 135 países y territorios en los trópicos y subtrópicos. La mayoría de los productores son agricultores que cultivan este producto para consumo doméstico o para mercados locales. Se sabe que menos del 15% de la producción mundial se exporta, con un estimado de 144 millones de toneladas métricas (FAOSTAT, 2016). El incremento en la producción en los últimos años indica que entre 2000 y 2015 la producción mundial de bananos creció a una tasa anual compuesta de 3.7%, alcanzando un récord de 117.9 millones de toneladas en 2015, frente a unas 68.2 millones de toneladas en 2000 (FAO, 2016). El 51.2% de ese monto total se obtuvo de Asia (42.7 mdt), el 29.7% de América y el Caribe (24.8 mdt), el 17.2% de África (14.4 mdt), el 1.5% de Oceanía (1.2 mdt) y el 0.5% restante de Europa (42,784,896 t) (Figuras 30, 31 y 32) (FAOSTAT, 2016).

En el *top ten* de los principales países productores en el 2014 estuvieron: India, 26.04% de la producción total con 29.7 mdt (millones de toneladas), seguido de China que contribuyó con el 10.6% con 11.8 mdt. La producción en ambos países sirve principalmente al mercado interno. Filipinas el 7.78% con 8.88 mdt, Brasil con el 6.09% y 6.9 mdt, Indonesia con el 6.01% y 6.86 mdt, Ecuador el 5.92% con 6.75 mdt, Guatemala con el 3.11% y 3.55 mdt, Angola con 3.09% y 3.48 mdt, Tanzania con 3.05% y 3.2 mdt y Costa Rica con 1.92% y 2.19 mdt, México se posicionó como el onceavo productor del fruto con 1.88% de la producción total y 2.15 mdt respectivamente (FAOSTAT, 2016).

Aproximadamente 5.5 millones de hectáreas de tierra se dedican a la producción mundial de banano. Los últimos datos disponibles datan del



FIGURA 30. Distribución de la producción de bananos (promedio) a nivel mundial. [Fuente: FAOSTAT, 2016].

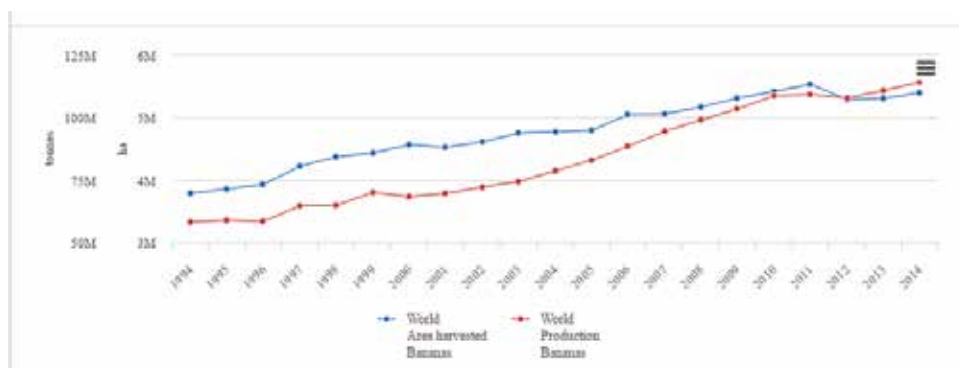


FIGURA 31. Crecimiento de la producción mundial de bananos (total). [FAOSTAT, 2016].

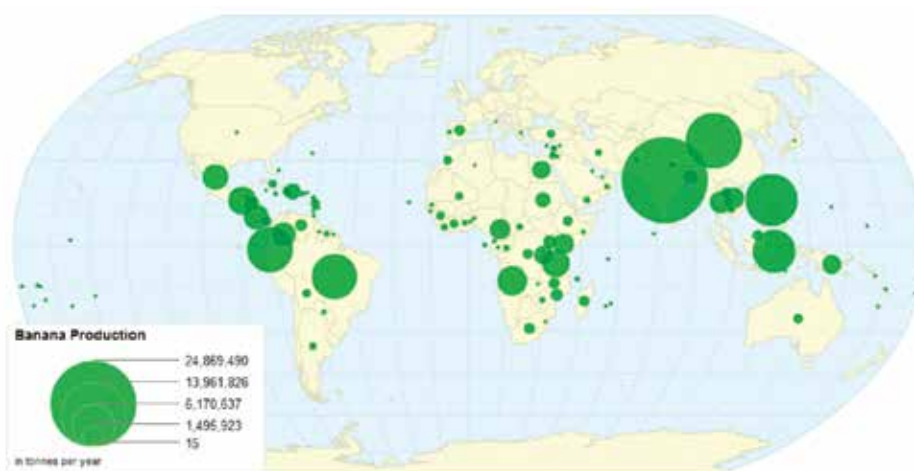


FIGURA 32. Producción de banano a nivel mundial. [Fuente: ChartsBin, 2016].

año 2015 (FAOSTAT, 2016). La rápida expansión de la industria bananera es evidente en la evolución del área cosechada a lo largo del tiempo, que ascendió a 3.6 millones de hectáreas en 1993 y 4.6 millones de hectáreas en 2000 (FAOSTAT, 2016). La productividad en la producción de bananos difiere de un país a otro y de una variedad a otra. En general, dentro de la producción comercial de banano, la variedad Cavendish es la predominante con un rendimiento promedio por hectárea variable entre 40 y 50 toneladas. Algunos de los grandes productores en países con industrias bien establecidas como Filipinas e India pueden alcanzar rendimientos promedio de alrededor de 60 toneladas por hectárea, mientras que los productores más pequeños en otros países solo producen alrededor de 30 toneladas por hectárea (FAO, 2016).

Mundialmente, el consumo per cápita de banano varía ampliamente, ya que para naciones africanas como Uganda, por ejemplo, el consumo anual per cápita en 1996 fue de unos 243 kg, y en Ruanda, Gabón y Came-



FIGURA 33. Consumo per cápita de frutos de banano a nivel mundial. [hartsBin, 2016].

rún varió entre 100 y 200 kg. En estos cuatro países, el banano representó entre el 12 y el 27% del aporte diario de calorías para sus pobladores. Por el contrario, el consumo se mantuvo estancado en el mundo en desarrollo (21 kg en el periodo 1998-2000). El consumo medio mundial per cápita entre 1998 y 2000 fue de 15.3 kg, y en los países desarrollados fue de 13 kg (FAOSTAT, 2016).

Según las cifras de exportación de 2016, la industria bananera mundial genera alrededor de USD 8 mil millones por año. Sin embargo, es importante tener en cuenta que solo el 15% de la producción de banano se comercializa en el mercado internacional; el resto se consume localmente, sobre todo en los grandes países productores como India, China y Brasil, y en algunos países africanos donde los plátanos contribuyen en gran medida a las dietas de la población (FAO, 2016). En algunos de los países exportadores más grandes, las ganancias de la producción de banano tienen un gran peso en la producción agrícola neta.

CUADRO 4.
INDUSTRIA BANANERA EN TÉRMINOS DE
PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) PARA EL AÑO 2013

Productor / Exportador	Valor de exportación (miles de USD)	Clasificación en términos de valor de exportación agrícola	Proporción del valor neto de la producción agrícola (porcentajes)	Proporción del valor total de las exportaciones agrícolas (porcentajes)
Ecuador	2,292,730	1	24	47
Filipinas	963,412	2	11	20
Costa Rica	778,391	2	18	20
Colombia	715,874	3	4	11
Guatemala	611,785	3	17	13

Fuente FAO, 2016.

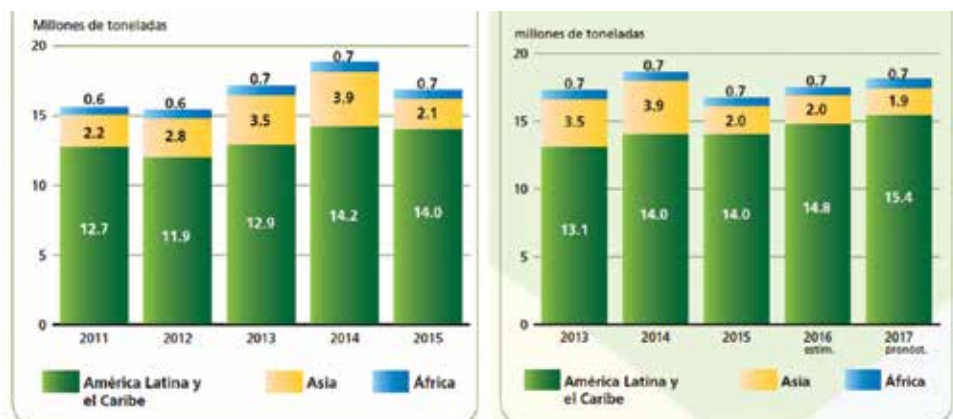


FIGURA 34. Exportaciones mundiales de bananos por región, 2011-2017 (miles de toneladas). [FAO, 2016; FAO, 2018].

Una evaluación de las cifras de producción y comercio de 2013 indica que el banano se ubicó como el principal cultivo de exportación en términos de valor en Ecuador, segundo en Filipinas y Costa Rica y tercero en Colombia y Guatemala. En términos de valor de la producción agrícola, el banano representó una cuarta parte de la producción en Ecuador, casi una quinta parte en Costa Rica y Guatemala, y aproximadamente una décima parte en Filipinas (FAO, 2016).

América Latina y el Caribe producen el 80% de las exportaciones mundiales de banano, seguidos por el 16% en Asia y el 4% en África.

El principal país exportador es Ecuador, que representó un promedio anual de un tercio del volumen global total de exportaciones de banano entre 2010 y 2016. Otros grandes exportadores son Filipinas (14% del

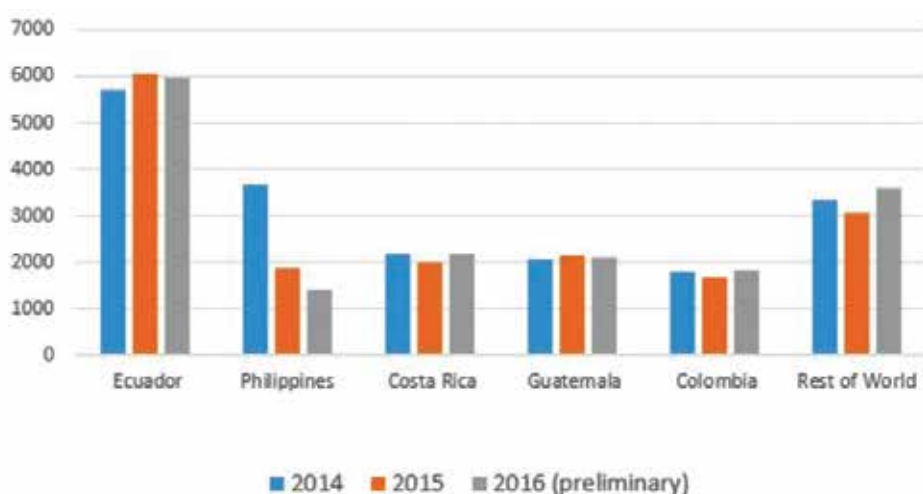


FIGURA 35. Principales países exportadores de fruto fresco de banano. [FAO, 2016].

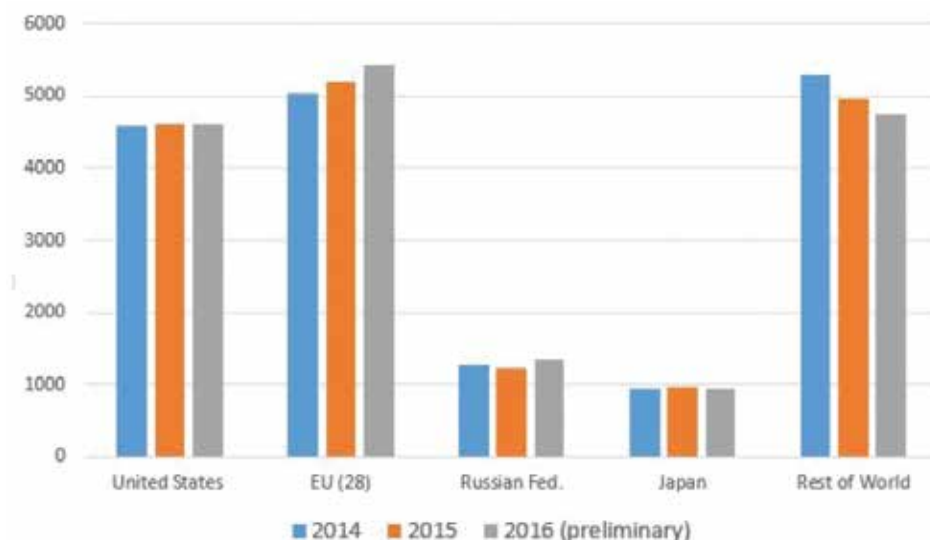


FIGURA 36. Principales países importadores de fruto fresco de banana. [FAO, 2016].

volumen entre 2010 y 2016), Costa Rica (12%), Guatemala (11%) y Colombia (11%) (FAO, 2016).

La mayoría de las exportaciones de Centroamérica y del Sur se dirigen a los mercados de América del Norte, Europa occidental, Japón y Federación de Rusia; las exportaciones de África y el Caribe se comercializan principalmente en el mercado europeo y las exportaciones de Filipinas en el mercado asiático. Los principales exportadores de bananos orgánicos son Colombia, Perú y República Dominicana (FAO, 2018). Con diferencia, el mayor importador es la Unión Europea, que representó un promedio anual del 29% de las importaciones globales totales entre 2010 y 2016, seguida por Estados Unidos (27%), la Federación Rusa (8%), Japón (6%) y China (5%). El principal importador de bananos orgánicos es el Reino Unido (FAO, 2018).

En el comercio internacional de bananos se distinguen tres grandes flujos: 1) Centro y Sudamérica hacia Estados Unidos de América y secundariamente hacia Europa y Japón; 2) Filipinas hacia Japón y secundariamente hacia el Cercano Oriente; 3) África y el Caribe hacia Europa y el Cercano Oriente (FAO, 2016).

3.2. Caracterización geográfica y superficie bananera en el área de análisis de riesgo de plagas

3.2.1. México

México se localiza en el extremo meridional de América del Norte. Al oriente se localiza el Golfo de México, al sureste el Mar Caribe, que forman parte del océano Atlántico; hacia el poniente se encuentra el Océano Pacífico.

Comparte frontera al norte con Estados Unidos de América y al sur con Guatemala y Belize. Aproximadamente el 85% del país (con excepción de la península de Yucatán y de las llanuras costeras del este y noroeste) está formado por cadenas montañosas, mesetas y numerosos valles. La sierra Madre Occidental y la sierra Madre Oriental corren paralelas a ambas costas. Entre ellas se encuentra una vasta región de valles, antiplanos y mesetas (altitud media 2000 msnm). La superficie aproximada del país es de 1,964,375 km², que lo ubica en el décimo cuarto puesto a nivel mundial y el quinto en América, después de Canadá, Estados Unidos, Brasil y la República Argentina. México tiene poco más de 3,200 km de largo entre sus puntos terrestres más lejanos. La más larga frontera de México es la que comparte con Estados Unidos, de una longitud de 3,326

CUADRO 5.
MÉXICO:
CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Región	América del Norte
Características geográficas	
Superficie	1,964,375 km ²
Tierra	1,959,248 km ²
Agua	49,609 km ²
Línea de costa	11,122 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	Laguna Salada (-5 m)
Punto más alto	Pico de Orizaba (5715 msnm)
Fronteras territoriales internacionales	
Internacionales	4,448 km
Estados Unidos	3,141 km
Guatemala	871 km
Belize	251 km

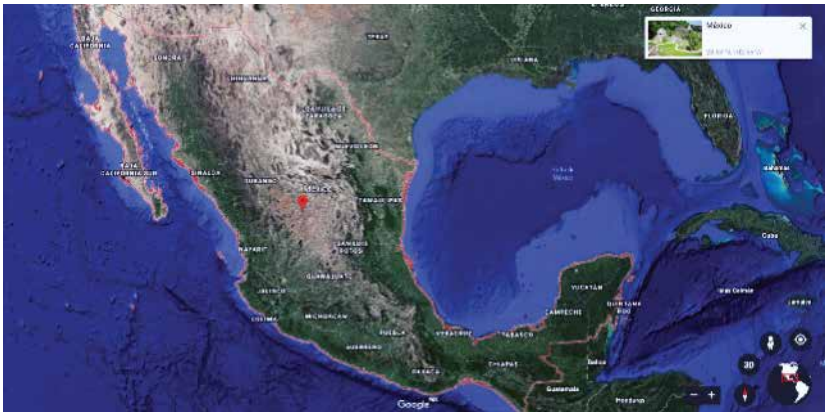


FIGURA 37. México: Ubicación geográfica.



FIGURA 38. México: Estados productores de banano.

km lineales, la mayor parte de la cual está definida por el río Bravo, que es también el más largo del país. El resto de esta frontera es definido por una serie de marcas artificiales y naturales. La frontera con Guatemala está formada por los ríos Suchiate, el Usumacinta y tres líneas artificiales. La longitud de esta frontera es de 871 km. La frontera de 251 km con Belize coincide con el cauce del río Hondo.

El banano es actualmente una de las frutas más importantes que se cultivan en México, con un consumo per cápita de 15.8 kg, lo que asciende a un 80.4% de la producción destinada al mercado nacional. Se tienen establecidas 76 mil hectáreas y el valor de su producción anual es del orden de los 6,305 millones de pesos. La ubicación geográfica de las regiones costeras del país permite casi de manera natural obtener rendimientos aceptables del cultivo de banano, esto favorece su crecimiento y abastecimiento del mercado nacional con un aceptable excedente para la exportación a diferentes países del mundo (SIAP-Sagarpa, 2015). La producción bananera incluye a los estados ubicados en la costa occidental, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Chiapas; la costa del Golfo de México se suma a los estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán; de la región centro del país se encuentran Hidalgo, Estado de México, Morelos y Puebla. Estas entidades contribuyen de manera importante en la producción de banano, ya que aportan un volumen de producción significativo para el mercado nacional e internacional (Sagarpa, 2016). Su cultivo es una fuente importante de empleos, con aproximadamente 5 mil productores en esos estados y en Michoacán, Oaxaca, Nayarit, Puebla y Guerrero. Estos estados ocupan 80 mil a 88 mil jornales en la producción y el empaque y la generación aproximada de 100 mil empleos directos en el campo y 150 mil indirectos (Sagarpa, 2016).

3.2.2. Guatemala

Guatemala se encuentra en Centroamérica y limita al norte con México, al este con Belize y al sur con Honduras y El Salvador, bordeando el Golfo de Honduras. El relieve se caracteriza por ser montañoso y con mesetas de caliza. Su territorio es de 108,889 km². El país es montañoso a excepción del área de la costa sur y las tierras del norte en el departamento de Petén. Dos cadenas montañosas, desde oeste y este, dividen a Guatemala en tres regiones: las tierras altas, donde se encuentran las montañas de mayor altura; la costa pacífica, al sur de las montañas; y la región de Petén, al norte. El extremo sur de las tierras altas del oeste está marcado por la Sierra Madre que se extiende al sudeste desde la frontera mexicana y continúa hasta El Salvador. Los 37 volcanes de Guatemala (cuatro activos: Pacaya, Santiaguito, Fuego y Tacaná) se encuentran en esta región, por lo que los terremotos suelen ser frecuentes. La cadena norte de las montañas comienza cerca de la frontera con México con los Cuchumatanes, luego

CUADRO 6.
GUATEMALA:
CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Región	Centroamérica - Caribe
Características geográficas	
Superficie	108,889 km²
Tierra	108,430 km²
Agua	459 km²
Línea de costa	400 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	Océano Pacífico a 0 m
Punto más alto	Volcán Tajumulco a 4,220 m
Fronteras territoriales	
Internacionales	1,687 km
Belize	266 km
El Salvador	203 km
Honduras	256 km
México	962 km



FIGURA 39. Ubicación geográfica de Guatemala.

CUADRO 7.
GUATEMALA: ÁREA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE BANANO

Año calendario	Área cosechada (manzanas)	Producción (quintales)	Rendimiento (qq/mz)
2011	94,300	63,503,400	673.42
2012	97,700	65,660,800	672.07
2013	100,600	72,918,800	724.84
2014	102,100	75,508,700	739.54
2015 p/	107,400	83,690,000	779.24
2016 e/	111,900	83,227,800	743.77

p/ Cifras preliminares. e/ Cifras estimadas.
Fuente: -DIPLAN-MAGA con datos de Banguat.

se extiende hacia el este a través de las sierras de Chuacús y Chamá y hacia el sur a las sierras de Santa Cruz y de Las Minas cerca del Mar Caribe. Las montañas septentrionales y meridionales son separadas por el Valle de Motagua, por donde el Río Motagua y sus afluentes fluyen de las regiones altas hacia el Caribe y son navegables en su curso inferior, donde se sitúa la frontera con Honduras. Guatemala se divide en cuatro regiones geomorfológicas: la planicie costera del Pacífico o zona de sub-

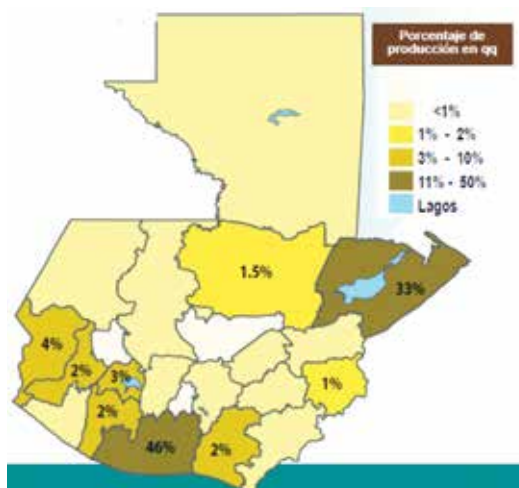


FIGURA 40. Guatemala: distribución geográfica de la producción nacional de banano. [DIPLAN-MAGA].

ducción, la cadena volcánica paralela, el sistema de montañas del centro de Guatemala o zona de la falla Motagua-Polochic y la cuenca sedimentaria de Petén, al norte del país. Las áreas varían en su clima, elevación y paisaje por lo cual hay contrastes dramáticos entre las zonas bajas con un clima tropical, cálido y húmedo y las regiones altas con picos y valles.

En 2013, la cosecha de plátano alcanzó 4 millones de quintales, de acuerdo con datos publicados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). En Guatemala, este producto es uno de los más importantes en términos de producción para el consumo directo nacional y para exportación.

El costo de establecimiento por hectárea es de Q16,868; su costo de mantenimiento es del orden de Q14,938/ha, generando el empleo directo en campo de 2,129,919 jornales/año, equivalente a 7,607 empleos permanentes (DeGuate, 2014).

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Escuintla 46%, Izabal 33% y los demás departamentos de la República suman el 21% restante. El 84.5% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 6 departamentos: Izabal 34.3%, Escuintla 27.6%, San Marcos 8.1%, Suchitepéquez 6.5%, Sololá 5.5% y Quetzaltenango 2.5%. (MAGA, 2017).

3.2.3. Belize

Belize se localiza a 17°15' al norte del ecuador terrestre y a 88°45'W del meridiano de Greenwich en la península de Yucatán. Es el único país de

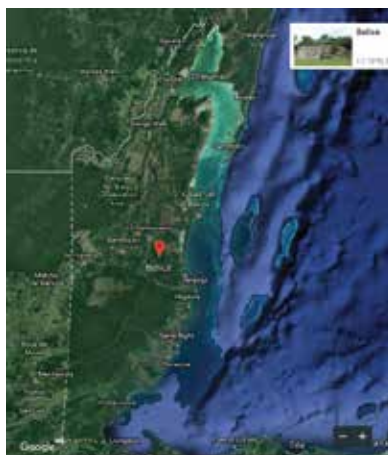


FIGURA 41. Ubicación geográfica de Belize.

Centroamérica que no tiene costa en el océano Pacífico. En cambio, forman parte del territorio numerosos arrecifes de coral, cayos e islas al este del país, en el mar Caribe, formando la barrera de arrecifes de Belize la mayor del hemisferio occidental con 322 km y la segunda del mundo después de la Gran Barrera de Arrecifes. El norte de Belize consiste principalmente en planicies costeras pantanosas, en algunos sitios densamente forestadas. En el sur se encuentra una parte de la pequeña cadena montañosa de los Montes Mayas, cuyo punto más elevado en territorio de Belize es Doyle’s Delight, con 1,124 m. Belize se localiza entre los ríos Hondo y Sarstún. El río Belize, el más largo del país, con 290 km, atraviesa el centro del país. El clima es tropical y generalmente muy caliente y húmedo.

En Belize, las áreas de producción de banano se encuentran al sur y norte del estado de Stann Creek, Distrito de Toledo, un área conocida como el “cinturón del plátano”, que se compone de 12 aldeas de pequeñas a medianas, que dan cuenta de la mayoría de la fuerza laboral de la industria bananera. Estos pueblos son: Santa Cruz, San Román, Santa Rosa, Georgetown, San Pablo, Cowpen, San Juan, Bella Vista, Esperanza, San Isidro, Trio, y Bladen. En estos pueblos se distribuyen 22 granjas, las cuales comprenden alrededor de 6,500 acres de campos de banano (Central Bank of Belize, 2012).

**CUADRO 8.
BELIZE:
CARACTERIZACIÓN
GEOGRÁFICA**

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Región	Centroamérica - Caribe
Características geográficas	
Superficie	22,966 km²
Tierra	99.3% km² (tierra)
Agua	0.7% km² (agua)
Línea de costa	386 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	mar Caribe a 0 m
Punto más alto	Doyle’s Delight a 1,124 m
Fronteras territoriales	
Internacionales	542 km
Guatemala	266 km
México	276 km

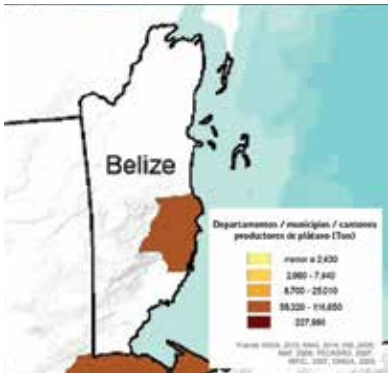


FIGURA 42. Belize: distribución de la producción de plátano.

Datos proporcionados por el Banco Central de Belize (2011) indican que las exportaciones de banano han aumentado constantemente desde poco más de \$ 37 millones en el 2003 a \$ 67 millones en 2011, con lo que casi se a duplicado la superficie exportable de fruta en un espacio de ocho años. La fruta se exporta en cajas de 42 libras. En 2010, Belize exportó aproximadamente 4.5 millones de cajas de banano (Central Bank of Belize, 2012).

3.2.4. Honduras

Honduras es un país montañoso, más aún que los otros estados de Centroamérica, con un promedio de 1,000 msnm. La Cordillera Centroamericana divide al territorio en tres regiones: Oriental, Central y Occidental. Geográficamente, el territorio hondureño está dividido en tres zonas: Planicie Costera del Norte, Planicie Costera del Sur, y Región Montañosa (compuesta por las cordilleras del norte, centro y sur).

La República de Honduras, está limitada al norte por el Atlántico, al este por el mismo océano y la República de Nicaragua, al sur por Nicaragua, el Golfo de Fonseca y la República de El Salvador, y al oeste la República de Guatemala. Su extensión territorial, comprendiendo todas sus islas, es de aproximadamente 112,492 km². Los ríos de Honduras se agrupan en dos vertientes costeras (la del Caribe y la del Golfo de Fonseca) y la vertiente interior del río Lempa. Los ríos de Honduras que desembocan en el mar Caribe son: Chamelecón, Ulúa, Aguán, Lean, Tinto o Negro, Patuca, Segovia entre otros. En el océano Pacífico desembocan los ríos Choluteca, Negro, Goascorán, y el Nacaome. La subvertiente de occidente o del río Lempa está alimentada por los ríos Blanco, Gualcarque, Torola entre

**CUADRO 9.
HONDURAS:
CARACTERIZACIÓN
GEOGRÁFICA**

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Región	Centroamérica
Características geográficas	
Superficie	112,492 km²
Tierra	111,890 km²
Agua	200 km²
Línea de costa	820 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	Mar Caribe a 0 m
Punto más alto	Cerro Las Minas a 2,870 m
Fronteras territoriales	
Internacionales	1,520 km



FIGURA 43. Honduras: ubicación geográfica.

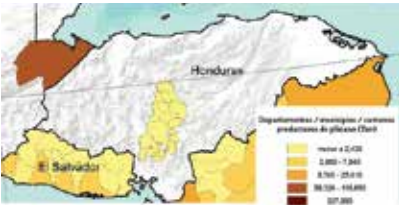


FIGURA 44. Honduras: Distribución de la producción de plátano.

otros que se unen al río Lempa que cruza la frontera con la República de El Salvador y que finalmente llegan al Pacífico. Los ríos que desembocan en el Caribe son los más extensos y caudalosos del país. La temperatura es cálida (clima tropical) en la costa del Atlántico (Af) y un poco menos en el Pacífico (clima As); pero en el interior, en sus valles y mesetas, hay climas de temperatura fría con microclimas tipo de bosque lluvioso.

En Honduras el cultivo de plátanos y bananos se realiza prácticamente en todo el país, con agrupación en la Subregión Norte (municipios de Guaimaca, San Juan de Flores, Villa San Francisco, Orica, Talanga, San Ignacio, Cedros, Marale y el Porvenir); Subregión Centro (municipios de Tegucigalpa, Tatumbula, Valle de Ángeles, Santa Lucía, Maraita, San Antonio de Oriente, San Buenaventura, Ojojona, Santa Ana, Lapaterique y Vallecillo) y Subregión Sur (Nueva Armenia, Curareny Reitoca) (CentralAmerica Data, 2016).

3.2.5. El Salvador

El Salvador es el país más pequeño de Centroamérica y el único que no tiene frontera con el mar Caribe. Con sus casi 7 millones de habitantes, es el más densamente poblado de la región. Limita al sur con el Océano Pacífico Norte, al noroeste con Guatemala y al norte y noroeste con Honduras. En el sudeste, el golfo de Fonseca lo separa de Nicaragua. Dos cordilleras paralelas atraviesan El Salvador por el oeste, con una meseta central entre ambas y una estrecha llanura costera junto al Pacífico. Estas características dividen al país en dos regiones físicas. Las cordilleras y la meseta central ocupan el 85% del territorio, con las tierras altas. El resto lo ocupa la llanura costera. La cordillera norte es una continuación de la Sierra Madre de Chiapas que empieza en México y atraviesa Guatemala, y forma una cadena montañosa continua a lo largo de la frontera con Honduras, que desciende de noroeste a sudeste. Tiene dos sectores cortados por el río Lempa. Las alturas en esta región oscilan entre 1,600 y 2,700 m. Destacan,

**CUADRO 10.
EL SALVADOR:
CARACTERIZACIÓN
GEOGRÁFICA**

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Región	Centroamérica - Pacífico
Características geográficas	
Superficie	23.041 km ²
Tierra	20.712 km ²
Agua	320 km ²
Línea de costa	307 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	Océano Pacífico a 0 m
Punto más alto	Cerro El Pital a 2.730 m
Fronteras territoriales	
Internacionales	590 km
Honduras	391 km
Guatemala	199 km



FIGURA 45. El Salvador: ubicación geográfica.

al noroeste, la sierra de Matapán-Alotepique, con la cima de Montecristo, de 2,418 m, en torno al parque nacional Montecristo, y al este, la cordillera o sierra de Nahuaterique y la cordillera o cerro Cacahuatique o Corobán, de 1,663 m. El área ha sido fuertemente deforestada. Esta sobreexplotación, seguida de una intensa erosión, ha degradado el terreno. La consecuencia es la zona menos poblada del país, con pequeñas granjas. La montaña más alta del país es el Cerro El Pital, de 2,730 m, en la Sierra Madre de Chiapas, entre Honduras y El Salvador, rodeado de un bosque nuboso y el clima más frío del país, pues puede llegar a helar entre diciembre y marzo, con 1,534 mm de precipitación entre mayo y octubre. El Salvador tiene en torno a 300 ríos. El más importante es el río Lempa, que se origina en Guatemala, atraviesa la Sierra Madre, fluye a través de la meseta central y acaba cortando la cadena volcánica para verter en el Pacífico. Es el único río navegable de El Salvador, y sus tributarios drenan la mitad del país.

En El Salvador, las áreas de producción de banano se encuentran en los departamentos de Usulután (36 msnm, área:205 manzanas), San Vicente (56 msnm, área 77 manzanas), Santa Ana, Metapán (451 msnm, 6 mz), Ahuachapán, Cara Sucia (50 mz) y Sonsonate, Barra ciega (5 msnm, 50mz) (MAG, 2017).



o Cocibolca con 8,264 km², el duodécimo lago de agua dulce más grande del mundo. Es el más grande lago tropical del continente americano, cuenta con islas como Ometepe de 272 km². Además, se cuenta con un lago artificial y muchas lagunas de origen volcánico como Apoyo y Masaya en el departamento de Masaya, Asososca, Tiscapa, Apoyeque y Nejapa en el departamento de Managua. La región del Pacífico se caracteriza por ser la región volcánica y lacustre del país. La región Central Norte presenta regiones secas en Las Segovias, y montañosas y húmedas en los departamentos de Jinotega y Matagalpa. La región de Las Segovias (Madriz y Nueva Segovia) presenta la cordillera de Dipilto y Jalapa, que sirven de frontera con Honduras. La región Central Sur es también montañosa y sirve de fuente para otro gran río: Río Escondido. La región Caribe (oriental o atlántica) es una gran planicie cubierta de grandes bosques, presentándose grandes ríos que corren por sus tierras. Nicaragua tiene clima tropical, cálido todo el año, con temperaturas que varían poco, salvo por la altitud. La tierra caliente es característica de las llanuras y colinas desde el nivel del mar hasta 750 m de altitud, con medias mínimas entre 21 y 24 °C. La tierra templada se halla entre 750 y 1600 m, y la tierra fría por encima de 1,600 m, con mínimas que pueden bajar de 15 °C.

De acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario (2012) de Nicaragua, el área de producción de musáceas es de 54,276.58 ha (77,251.33 mz), y los departamentos con mayores áreas de producción de plátano y banano, son: Rivas (9,519.57 ha; 17.54%), la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS: 8,194.17 ha; 15.10%), la Región Autónoma Costa Caribe Norte (RACCN: 7,947.31 ha; 14.64%), y Jinotega (6,541.37 ha; 12.05%) (IPSA, 2018).

La producción de musáceas en Nicaragua se realiza durante todo el año, y la que más sobresale en producción es el plátano, que se concentra en los departamentos de Chinandega, León, Managua y Rivas, todos de la zona del Pacífico. Existen dos estaciones bien marcadas de producción, debido a la falta de disponibilidad de riego en la mayoría de las unidades de producción, la temporada alta, que transcurre de octubre a marzo; y la temporada baja, que abarca de abril a septiembre (IPSA, 2018).



FIGURA 47. Nicaragua: ubicación geográfica.



FIGURA 48. Nicaragua: distribución de la producción de plátano.

3.2.7. Costa Rica

Costa Rica se localiza dentro de las coordenadas geográficas 8° y 11°15' de latitud norte, y 82° y 86° de longitud oeste. Incluyendo su área insular, tiene una extensión de 51,100 km² (50,660 km² de tierras y 440 km² de agua).

Limita al norte con Nicaragua con la que comparte 309 km de frontera y al sur con Panamá con la que comparte 330 km, al este con el mar Caribe y al oeste con el océano Pacífico. La longitud del litoral comprende 1,228 km, de los cuales 1,016 están en la costa pacífica y 212 km en el mar Caribe. La costa pacífica presenta una serie de irregularidades como penínsulas, golfos y bahías, condición que facilita el establecimiento de zonas portuarias y para el desarrollo turístico. Por el contrario, la costa del Caribe es más regular, pero menos apta para este tipo de instalaciones. El país tiene soberanía sobre 200 mn de zona exclusiva económica, y 12 mn de aguas territoriales. Posee un eje montañoso central longitudinal con dirección noroeste-sureste, dividido en cuatro cordilleras, en las cuales nacen los ríos que desembocan en las vertientes de ambos océanos. La acción de estos ríos ha dado lugar a tres grupos de llanuras, que son más extensas hacia el litoral atlántico. El centro del país está ocupado por una depresión tectónica conocida como Valle Central, donde vive la mayoría de la población.

De acuerdo con Corbana, durante el 2016 el área bananera de Costa Rica alcanzó 42,410 hectáreas en producción. El cálculo de la productividad es el resultado aritmético de dividir el volumen de exportación entre las hectáreas en producción. Costa Rica tiene uno de los más altos niveles de productividad bananera del mundo por su alto grado de tecnificación e

CUADRO 12.
COSTA RICA:
CARACTERIZACIÓN
GEOGRÁFICA

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Región	Centroamérica
Características geográficas	
Superficie	51,100 km²
Tierra	50,060 km²
Agua	40 km²
Línea de costa	1,290 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	Océano Pacífico a 0 m
Punto más alto	Cerro Chirripó a 3,820 m
Clima	Clima tropical
Fronteras territoriales	
Internacionales	639 km
Nicaragua	309 km
Panamá	330 km



FIGURA 49. Costa Rica: Ubicación geográfica.



FIGURA 50. Costa Rica: Distribución de la producción de banana.

investigación en materia bananera. Para el cierre del año 2016, la productividad bananera nacional alcanzó 2,847 cajas por hectárea (51.6 toneladas métricas), frente a 2,339 cajas/ha/año registradas en el 2014. Se estima que el sector bananero genera 80% del empleo directo e indirecto de la vertiente del Caribe, lo cual representa 40 mil empleos directos y cerca de 100 mil indirectos (SFE, 2017b).

Históricamente la producción bananera costarricense se ha destinado al mercado de Estados Unidos y la Unión Europea. En el año 2016, tal como en 2015, el primero de los destinos fue la Unión Europea a donde se envió un 54.7% de la fruta nacional y a Estados Unidos un 36.5% del total de la producción bananera de exportación. Otros mercados recibieron en total un 8.8% de la fruta costarricense, destacando Iraq, Arabia Saudita y Rusia, así como países europeos no incorporados a la Unión Europea (especialmente Turquía, Noruega, Ucrania y Montenegro). En Estados Unidos, por razones geográficas, la mayor parte del banano de Costa Rica se importa a través de los puertos de la Costa Este. En la Unión Europea la mayor parte de la fruta se descarga en puertos de: Italia, Bélgica, Reino Unido, Holanda, Alemania, Finlandia, España y Suecia; siendo estos los principales países europeos consumidores de banano de Costa Rica (Corbana, 2019).

3.2.8. Panamá

La república de Panamá es una gran franja ístmica con una superficie total de 75,845 km², y 2,210 km² de superficie de aguas territoriales, totalizando 77,626.7 km². El país se localiza en Centroamérica entre los paralelos 7° 11' y 9° 37' de latitud norte.

Panamá limita al norte con el mar Caribe; al sur con el océano Pacífico; al este con la República de Colombia; y, al oeste con la República de Costa Rica. Sus fronteras miden 555 km en total, de las que 225 km son con Colombia y 330 km con Costa Rica. Posee 2,490 km de costas. Su división política comprende 10 provincias y 5 comarcas indígenas. Debido a la localización

CUADRO 13.
CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE PANAMÁ

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Región	Centroamérica
Características geográficas	
Superficie	75,517 km²
	Gran parte del agua esta contaminada por el canal de Panamá año. Ama km² (agua)
Línea de costa	2,490 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	0 m (Océano Pacífico y Océano Atlántico)
Punto más alto	3,475 m (Volcán Barú)
Fronteras territoriales	
Internacionales	Limita al norte con el Mar Caribe, al sur con el Océano Pacífico, al este con la República de Colombia y al oeste con la República de Costa Rica.
Colombia	225 km
Costa Rica	330 km

y contornos del país las direcciones expresadas en la brújula son particulares. Por ejemplo, un tránsito por el Canal de Panamá del océano pacífico al caribeño implica viajes no al este, sino al noroeste, y en la Ciudad de Panamá la salida del sol es al este sobre el océano Pacífico. Las costas del Pacífico son extraordinariamente bajas. Las profundidades son de 180 metros alcanzadas, sólo fuera de los perímetros tanto del golfo de Panamá como del golfo de Chiriquí y amplios pisos de fango que se extienden hasta 70 kilómetros hacia el mar de las líneas de la costa. Como consecuencia, la gama de marea es extrema. Una variación de aproximadamente 70 centímetros entre la alta marea baja y sobre los contrastes de costa caribeños bruscamente con más de 7 m en la costa Pacífica, y aproximadamente 130 kilómetros encima del río Tuira la amplitud es todavía de más de 5 m. Panamá tiene un clima tropical y las temperaturas son altas durante el periodo seco que corresponde a los meses de enero, febrero y marzo. Las temperaturas sobre el lado del mar Caribe del istmo son algo inferiores que sobre el Pacífico, y pasa fácilmente a elevarse después del crepúsculo en la mayor parte del país. La temperatura es notablemente fresca en las partes más altas de las sierras, y más frías en la cordillera de Talamanca en Panamá occidental.

El plátano ha incrementado su área de producción a 11 mil hectáreas con la participación de 4,758 productores. Representa una parte importante de la canasta básica familiar, constituyendo la segunda fuente de suministro de carbohidratos, superado sólo por el arroz. El consumo per cápita es de 35 kg, el segundo en América Latina, después de República Dominicana. La mayor producción se da en la provincia de Chiriquí con un 58%, le siguen 18% Darién, 15% Bocas del Toro y el resto 9% Colón, Herrera, Los Santos, Panamá Oeste y Coclé. El periodo de siembra se inicia en mayo y la cosecha se realiza todo el año. Los precios al productor: 20 balboas el ciento y 0.35 a 0.40 balboas la unidad al consumidor. No se está exportando; sólo se produce para consumo nacional (Mida, 2016).

La superficie sembrada de banano es de 5,600 hectáreas. Se prevé un impulso con las nuevas empresas interesadas en la producción y su comercialización. Toda la producción se da en la provincia de Bocas del Toro. El periodo de siembra se inicia a partir del mes de mayo y la cosecha se realiza todo el año. Los precios al productor: 15 balboas quintal y 0.35 a 0.40 balboas la libra al consumidor (Mida, 2016).



FIGURA 51. Panamá: ubicación geográfica.

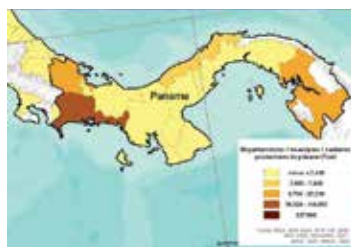


FIGURA 52. Panamá: distribución de la producción de plátano.

3.2.9. República Dominicana

República Dominicana limita al norte con el Océano Atlántico a lo largo de 586 km, al sur con el mar Caribe en una distancia de 545 km, al oeste con Haití en 276 km de frontera y al este con el canal de la Mona, separándose de la isla de Puerto Rico. Ocupa el 74% del territorio de la isla de La Española. El país tiene tres sistemas montañosos principales: la Cordillera Central, atravesando toda la zona central y muere en la parte sur (San Cristóbal), en este sistema montañoso está ubicado el pico más alto de las Antillas, el Pico Duarte (3,087 m de altura); la sierra Septentrional, que corre paralela a la Central separando el Valle del Cibao de la Llanura Costera del Atlántico, siendo el pico Diego de Ocampo el más alto de sus elevaciones; y la Cordillera Oriental, la más corta y la de menor altura de las tres, en la zona este de la isla. El punto más bajo del país se encuentra en el Lago Enriquillo, a 46 m bajo el nivel del mar.

El país cuenta con abundantes ríos, muchos de ellos navegables, tales como el Soco, el Higuamo, el Romana, el Yaque del Norte, el Yaque del Sur, el Yuna, el Yuma, el Bajabonico y el Ozama (navegable por partes). La República Dominicana posee un clima tropical en su mayoría, pero en zonas de gran altitud posee un clima desde el templado oceánico hasta semi frío húmedo. En la costa el promedio de temperaturas es de unos 25 °C, en las montañas más altas de -10 °C a 15 °C, y en otros lugares como los grandes valles 20 °C. La primavera es seca, pero verde, florece todo el país, las temperaturas suelen ser frescas al principio y ligeramente cálidas al final. El verano es húmedo, lluvioso y caluroso. En otoño algunos árboles se tornan un poco amarillentos y otros como el nogal y el almendro suelen cambiar sus hojas. El invierno es muy frío en zonas de gran altitud y fresco en la costa, aparte de que comienza la temporada seca; el mes más frío es enero. La temperatura más alta ha sido en mayo de unos 40 °C, y la más baja de unos -12 °C en Valle Nuevo, lo cual hace que ésta sea la más baja del Caribe insular. En áreas como el Valle del Cibao y el noroeste del país se pueden volver comunes los tornados.

CUADRO 14.
REPÚBLICA DOMINICANA:
CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA

Tipo de entidad / Localización	
Continente	América
Características geográficas	
Superficie	48,730 km² km²
Agua	350 km²
Línea de costa	1,288 km
Puntos extremos	
Punto más bajo	0 m (litoral)
Fronteras territoriales	
Internacionales	275 km
Haití	275 km

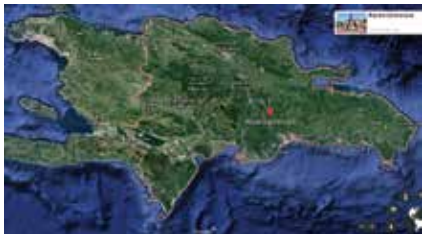


FIGURA 53. República Dominicana: ubicación geográfica.

La República Dominicana es actualmente un importante productor de banano, especialmente orgánico. Su producción es destinada tanto al mercado nacional como internacional y según datos de Ministerio de Agricultura (2016), República Dominicana se ha convertido en el primer exportador mundial de banano orgánico, lo que significa que el 63% de las 270 mil tareas (aproximadamente 17 mil hectáreas) dedicadas a ese cultivo han sido certificadas como libre de pesticidas o cualquier otro tipo de químico (IICA, 2016). Es el mayor productor mundial de banano orgánico, representando más del 55% de la producción mundial (FAO, 2018).

Las principales variedades que se producen en República Dominicana son: Cavendish, Criollo, Johnson, FHIA21, Valery, Gran Enano y Gran Ney. Los productores prefieren la Cavendish por ser resistente. Además, produce racimos más grandes que las demás variedades y tiene un alto nivel de productividad. Las principales zonas de siembra son la Línea Noroeste, distribuyéndose su producción en las provincias de Valverde, Dabajón y Montecristi, principalmente en las provincias de Barahona, Neyba, Peravia y Azua, así como en la Región Central, Noroeste y en el Nordeste (IICA, 2016).

3.3. Superficie y producción bananera en Centroamérica y el Caribe

La mayoría de los bananos de Centroamérica y del Caribe se producen en tierras de topografía escarpada propensa a la erosión por escorrentía (FAO, 2002). En términos generales, los agricultores en pequeña escala no están asegurados contra las pérdidas producidas por el clima, y aunque el cultivo tiene una gran capacidad de recuperación, son necesarios insumos para replantar después de desastres como las tormentas tropicales o los huracanes que son habituales en la región.

Las áreas de producción de bananos y plátanos en Centroamérica y el Caribe se consideran actualmente libres de Foc R4T (VCG 01213/16), que es considerada plaga de interés cuarentenario para la totalidad del continente y, por lo tanto, para los estados miembros de la región OIRSA.

El área de ARP para los propósitos de este análisis de riesgo de plagas es la de los estados miembros centroamericanos comprendidos en la región del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), misma que abarca a los países productores, consumidores y exportadores de frutos frescos de plátanos y bananos, además de materiales vegetativos, y vitroplantas (materiales producidos bajo condiciones controladas *in vitro*): México, Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana. Estas áreas se consideran actualmente libres de Foc R4T (VCG 01213/16).

3.

INFORMACIÓN NECESARIA

La elaboración del presente ARP tomó como referencia bases de datos nacionales e internacionales, información oficial proporcionada por los Estados miembros del OIRSA y otras organizaciones nacionales de protección fitosanitaria, artículos publicados en revistas indexadas con arbitraje especializado con calidad de registro, fuentes oficiales internacionales, además de los siguientes documentos: a) Plan de acción de América Latina y el Caribe para la prevención y preparación contra el Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) raza 4 tropical; b) Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, en un país de la región OIRSA. El análisis y las recomendaciones desarrolladas como parte de ese trabajo se han considerado en el desarrollo del presente ARP.

4.

CONCLUSIÓN DE LA ETAPA 1

Una vez finalizada la etapa 1, se ha identificado la etiología del agente causal de la enfermedad conocida como “Fusariosis de las musáceas”, su distribución geográfica actual, su ámbito de hospedantes documentados a nivel internacional, las posibles vías susceptibles de ser “vehículo” de dispersión de la plaga, así como de las áreas con potencial de riesgo, consideradas como el área de análisis de riesgo o área de ARP.

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T, VCG 01213 y VCG 01216) es una plaga endémica del sureste asiático y actualmente se considera una plaga de cuarentena de riesgo alto en el área de ARP donde se produce el 90% de plátanos y bananos del mundo.

Las medidas de control químico para controlar la incidencia y severidad de la enfermedad ocasionada por Foc R4T (VCG 01213/16) en los países donde el patógeno es endémico o ha sido introducido (y hoy día naturalizado) no han generado resultados positivos; al contrario, el patógeno ha continuado con su proceso de ampliación de distribución geográfica, principalmente por el movimiento de materiales vegetativos para la siembra contaminados asintóticamente (Ploetz, 2005b; Dite *et al.*, 2018). De esta manera, estrategias como prácticas culturales, rotación de cultivos, uso de variedades “resistentes” no han permitido reducir su incidencia y distribución (OIRSA, 2017; DAWR, 2018).

La exclusión ha sido la mejor estrategia de control hasta el momento, para países como los que nos ocupan, donde la plaga no está presente, dado

que, como resultado de los programas de vigilancia fitosanitaria nacionales, no se han detectado plantas de plátanos o bananos positivas a este agente etiológico. El control legal para prohibir la entrada de cualquier vía que pudiera constituirse como probable para la introducción del patógeno, hasta el momento ha sido la mejor estrategia. En este último sentido, se estima pertinente realizar la evaluación de riesgo de las vías identificadas en el presente ARP, situación que es comunicada en la documentación de la siguiente etapa: Evaluación de riesgo.

El punto de inicio que motivó la elaboración del presente estudio de ARP fue la identificación de una plaga que requiere de la aplicación de medidas fitosanitarias para su exclusión al interior del área de ARP. Para tal efecto se ha evaluado la información técnica disponible mediante el establecimiento de la situación o estatus fitosanitario de la plaga para los países que integran la región OIRSA. Con estos insumos y en apego a la normatividad internacional vigente se elaboró el presente análisis de riesgo de plagas.

De esta manera, como resultado de la categorización de plagas, se determinó que las variantes patogénicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213/16) no están presentes en el área de ARP, situación que se hace extensiva a las áreas productoras de plátanos y bananos de América Latina y el Caribe, por lo que, de acuerdo a lo dispuesto en la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8, *Determinación de la situación de una plaga en un área* (CIPF, 2016c) en la región OIRSA, es ausente. No hay registros de la plaga, ya que la vigilancia general indica que la plaga está ausente actualmente y que nunca ha sido confirmado registro alguno, por lo cual, cumple con la definición de plaga cuarentenaria establecida en la NIMF 5, *Glosario de términos fitosanitarios* (CIPF, 2016b).

II.

ETAPA 2: EVALUACIÓN DEL RIESGO

La etapa 2 comienza con la categorización de la plaga en forma individual, para determinar si se cumplen los criterios para incluirla entre las plagas cuarentenarias, continúa con las valoraciones de las probabilidades de entrada, establecimiento y dispersión de la plaga y de sus potenciales consecuencias económicas. Dado el nivel de incertidumbre implicado en la epidemiología de la plaga en las probabilidades de riesgo, se ha realizado el ARP utilizando valores cualitativos y no cuantitativos, los cuales han sido ubicados en cinco categorías de estimación de riesgo. El Cuadro 15 describe estos valores cualitativos en términos de los descriptores utilizados para estimar las probabilidades y las consecuencias en la presente evaluación del riesgo.

CUADRO 15.
DESCRIPTORES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE RIESGO

Descriptor	Descriptor/ rango de probabilidad	Descripción de las consecuencias
Alto	El evento es altamente probable que ocurra = peligro (0.7 ≤ 1.0)	• El peligro es inminente. La viabilidad económica de la industria está fuertemente en riesgo. • La seguridad alimentaria de la población en el área de ARP está en peligro. • Las plantas mueren por efecto de la infección en un lapso corto. • Fuerte disminución en la producción. • Impacto ambiental derivado de las acciones de manejo y control. • Los impactos son irreversibles.
Medio	El evento es muy probable que ocurra (0.3 ≤ 0.7)	• El impacto amenaza la viabilidad económica de la industria. • Se ve amenazada la seguridad alimentaria de la población en el área de ARP. • Incremento sustancial en lesiones y posterior mortalidad de las plantas. • Gran disminución en la producción. • Impacto ambiental derivado de las acciones de manejo y control. • Los impactos son irreversibles.
Bajo	El evento es probable que ocurra (0.05 ≤ 0.3)	• El impacto amenaza la viabilidad económica de la industria. • Encarecimiento del producto básico por efecto de la incidencia de la enfermedad. • Aumento moderado de las lesiones o mortalidad de las plantas. • Disminución moderada en la producción. • Los impactos pueden no ser reversibles.
Muy bajo	El evento es menos probable que ocurra (0.001 ≤ 0.05)	• El impacto no amenaza la viabilidad económica de la industria. • Los países pueden "tolerar" la disminución en la producción, ya sea aumentando las importaciones (publicación de requisitos) o disminuyendo el consumo per cápita. • Aumento menor en la lesión o mortalidad de las plantas. • Disminución menor en la producción. • El impacto es reversible (si es mayor que el listado).
Insignificante	El evento es improbable que ocurra (0.000001 ≤ 0.001)	• Impacto imperceptible, insignificante o que no generará consecuencias económicas.

1. CATEGORIZACIÓN DE LAS PLAGAS

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* raza 4 tropical (vCG 01213/16) es una plaga cuarentenaria porque no se han generado hallazgos de su presencia en el área de ARP, por lo tanto, es una plaga ausente, la cual requiere de la aplicación de medidas de mitigación de riesgo (medidas fitosanitarias) para su exclusión.

1.1. Elementos de la categorización

Los elementos para realizar la categorización de Foc R4T son:

- 1) Identidad de la plaga.
- 2) Presencia o ausencia en el área de ARP.
- 3) Estatus reglamentario.
- 4) Potencial de establecimiento y dispersión en el área de ARP.
- 5) Potencial de consecuencias económicas (incluyendo consecuencias ambientales) en el área de ARP.

1.2. Identidad de la plaga

En la etapa I, en el presente documento, se ha definido claramente la identidad de la plaga, con el objeto de garantizar que la evaluación de riesgo se está realizando para un organismo particular y que la información biológica, y de otros tipos, utilizadas en la evaluación, son pertinentes para el organismo en cuestión. Esto, hasta donde se sabe, es posible dado que el agente etiológico que causa la enfermedad conocida como “fusariosis de las musáceas” en condiciones del trópico está plenamente caracterizado, por lo cual se demuestra que produce síntomas sistemáticos y que es transmisible.

1.3. Presencia o ausencia en el área de ARP

Durante la revisión de literatura técnica y científica, no se encontraron registros que documenten la presencia del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 subtropical (Foc R4S) o tropical (Foc R4T) en México, Belize, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana (Senasica, 2015; OIRSA, 2013; 2017; MAG, 2017).

Desde hace poco más de ocho años, en los países de la región, se ejecutan actividades de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para la detección oportuna del “Mal de Panamá raza 4”, Foc R4S y “Hansen raza 4 tropical” (Foc R4T) (OIRSA, 2017). Derivado de estas acciones, a la fecha no se han detectado casos positivos de esta enfermedad (Sinavef, 2013; Scope-Senasica, 2013; SFE, 2017; OIRSA, 2017).

Como resultado de la categorización de plagas se determinó que las variantes patogénicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213/16) no están presentes en el área de ARP, situación que se hace extensiva a las áreas productoras de América Latina y el Caribe, por lo que, de acuerdo a lo dispuesto en la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8, *Determinación de la situación de una plaga en un área* (CIPF, 2016c) en la región OIRSA, es ausente. No hay registros de la plaga, ya que la vigilancia general indica que la plaga está ausente y que nunca ha sido confirmado registro alguno, por lo cual, cumple con la definición de plaga cuarentenaria establecida en la NIMF 5, *Glosario de términos fitosanitarios* (CIPF, 2016b).

1.4. Estatus reglamentario

- 1) **México.** *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 (Smith, 1910) es una plaga cuarentenaria reglamentada incluida en la lista de plagas cuarentenarias reglamentadas (LPCR) de México ante la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF, 2011, 2015, 2018), sin embargo, no se encuentra incluido en el módulo de consulta de requisitos fitosanitarios para la importación de mercancías (Senasica-Sagarpa, 2012, 2018), ya que las plantas de plátano (*Musa* spp.), sus órganos (incluido el fruto), sus partes y productos naturales, así como sus envases y embalajes originarios o procedentes de los países afectados por la presencia de plagas del plátano de importancia cuarentenaria, constituyen productos de cuarentena absoluta. Así mismo, la importación de materiales propagativos producidos en condiciones *in vitro* quedan condicionados a la elaboración del respectivo estudio de análisis de riesgo, todo ello detallado en la NOM-010-FITO-1995, *por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano*. Cabe destacar que, de acuerdo con esta NOM, México prohíbe la entrada de cualquier fuente de inóculo susceptible de ser transportada en el comercio internacional de mercancías reglamentadas (anexo).
- 2) **Costa Rica.** *Fusarium oxysporum* f. *cubense* R4T (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen, es una plaga cuarentenaria reglamentada ausente, publicada en la lista de plagas reglamentadas de Costa Rica, SFE

Código NR-ARP-PO-01_F-01 que rige desde fecha 06/04/2015, vigente desde el 1° de enero de 2018 (CIPF, 2018), la cual la regula en la importación de artículos consistentes en plantas pertenecientes a la familia Musaceae. Así mismo, mediante la aplicación de las “Disposiciones Generales para la prevención del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T), agente causal de la marchitez por *Fusarium* en cultivares Cavendish y otras de importancia económica y social” Decreto Ejecutivo N° 40364-MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG, 2017) se prohíbe la entrada de cualquier material de musáceas de países con presencia de la enfermedad.

- 3) **Guatemala.** *Fusarium oxisporum* f. sp. *cubense* raza tropical 4 es una plaga cuarentenaria reglamentada ausente en la lista de plagas reglamentadas no presentes en el país (art. 3) del Acuerdo Ministerial No. 491-2015, publicado el 3 de noviembre de 2015 en su gaceta oficial, así como en el sitio web de la CIPF en 2016.
- 4) **Nicaragua.** *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen [anamorph] (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen raza 4 tropical (Foc R4T) es una plaga ausente; por lo tanto cuarentenaria, reglamentada en la importación de material de siembra (*Musa* spp. y *Heliconia* spp.), incluida en su lista de plagas reglamentadas 2016, vigente a partir del 10 de marzo de 2016, publicada en el portal de la CIPF.
- 5) **Panamá.** *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza tropical 4 (R4T), es una plaga ausente reglamentada en la importación de material de propagación de musáceas, incluida en su lista específica de plagas reglamentadas, publicada ante la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria y vigente a partir del 31 de mayo del 2018.
- 6) **Honduras.** *Fusarium oxisporum* f. sp. *cubense* raza tropical 4, es un hongo incluido en la lista de plagas cuarentenarias para Honduras, publicada en el mes de abril de 2014 en el sitio oficial del Servicio

CUADRO 16.
NOMBRES QUE RECIBE FOC R4T EN SEIS ESTADOS MIEMBROS DEL OIRSA
EN SUS LISTADOS OFICIALES DE PLAGAS REGLAMENTADAS

Nombre científico	País	Fuente
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (Smith, 1910) Snyder y Hansen, 1940	México	CIPF, 2018
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 (Smith, 1910)	México	CIPF, 2018
<i>Fusarium oxisporum</i> f. sp. <i>cúbense</i> raza tropical 4	Honduras	Senasa, 2014
<i>Fusarium oxisporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4	Guatemala	CIPF, 2015
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen [anamorph] (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen raza 4 tropical (Foc R4T)	Nicaragua	CIPF, 2016
<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>cubense</i> R4T (E.F. Sm.) W.C.Snyder & H.N. Hansen	Costa Rica	CIPF, 2018
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4 (R4T)	Panamá	CIPF, 2018
Fuente: Listados oficiales de plagas reglamentadas publicados por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), como se indica.		

Nacional de Sanidad Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras. Aún no se cuenta con su publicación en el sitio web de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.

Belize, El Salvador y República Dominicana, a la presente fecha, no cuentan con una LPCR publicada ante la CIPF.

Entre los seis países de la región OIRSA que reglamentan esta plaga, se encontró que, en sus listados oficiales, lo hacen bajo diferentes nombres (ver Cuadro 16).

Por lo cual se recomienda la actualización de los respectivos listados, con base en el presente estudio de análisis de riesgo.

El Cuadro 17 resume la situación reglamentada, de acuerdo con lo dispuesto por cada país.

En la región OIRSA se implementan acciones de prevención mediante la aplicación del Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, en un país de la región OIRSA (DGSV-Senasica, 2017; DGSV-MAG, 2017; SFE-MAG, 2017; OIRSA, 2017).

En los países de la región OIRSA se ejecutan actividades de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para la detección oportuna del Foc R4T, a través de áreas de exploración y rutas de vigilancia (DGSV-Senasica, 2017; DGSV-MAG, 2017; SFE-MAG, 2017; OIRSA, 2017)

Se espera que, como parte de la referencia generada durante la documentación del presente análisis de riesgo de plagas, la plaga Foc R4T sea reglamentada para todos los países de la región OIRSA.

1.5. Potencial de establecimiento y dispersión en el área de ARP

1.5.1. Condiciones agroclimáticas del cultivo de banano en el área de ARP

Los plátanos y bananos tuvieron su origen en Asia meridional, siendo conocidos desde el año 650 a.c., como frutos palatables para el ser humano. Plantas del género *Musa* llegaron a las Canarias en el siglo xv, situación que condicionó su introducción al continente americano en el año 1516. Su cultivo comercial en extensión se inició a finales del siglo xix y principios del xx (SE, 2012). En la mayor parte de las zonas bananeras de México, Centroamérica y el Caribe es un cultivo de amplia distribución por su adaptación tanto en áreas tropicales como subtropicales (DeGuate, 2014; SFE, 2016; Corbana, 2019).

El cultivo de banano se desarrolla en sistemas de plantación perenne; esto implica que, a pesar de que una planta de banano es anual, el sistema de manejo permite el desarrollo de plantaciones perennes y, con ello, cosechas durante todo el año. El sistema se caracteriza por tener unidades de

CUADRO 17.
SITUACIÓN REGLAMENTARIA DE FOC R4T PARA LOS PAÍSES DEL OIRSA

País	Plaga reglamentada	Situación reglamentaria	Artículos reglamentados
México	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (Smith, 1910) Snyder y Hansen, 1940	Plaga de cuarentena absoluta. Se autoriza el tránsito por territorio mexicano hacia un tercer país de artículos reglamentados	Se prohíbe la importación de cualquier mercancía reglamentada, con destino a territorio mexicano (Norma Oficial Mexicana, NOM-010-FITO-1995, Por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano –DOF 1996). Se permite el tránsito internacional con destino a un tercer país de frutos frescos del plátano, plantas de plátano y sus partes, así como sus envases y embalajes, el interesado deberá cumplir con lo señalado en la hoja de requisitos fitosanitarios (HRF) que para tal efecto expida la Secretaría. Una vez cumplido con los requisitos señalados en la HRF en el punto de ingreso al país, el interesado deberá obtener el certificado fitosanitario de importación el cual amparará el tránsito del producto desde el punto de entrada hasta el punto de salida del territorio nacional (Modificación a la NOM-010-FITO-1995 –DOF, 2009).
Belize	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4	Plaga reglamentada ausente	Permite la importación de germoplasma, consistente en plantas producidas a partir de cultivo de tejidos o materiales <i>in vitro</i> de Honduras y México.
Guatemala	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4	Plaga reglamentada ausente	Permite la importación de fruto fresco de: Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua (VUDI, 2017). Establece requisitos para la importación de: • Meristemos y plántulas de Honduras, El Salvador, México y Costa Rica. • Material vegetativo <i>in vitro</i> (plántulas y meristemos de: Bélgica, Israel,* El Salvador, México y Costa Rica). Fuente: Información Oficial, Visar-MAGA, 2017.
Honduras	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4	Plaga reglamentada ausente	Permite la importación de material vegetal propagativo de Estados Unidos, México, Brasil, Colombia, Ecuador, República Dominicana, Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua y Panamá. Permite la importación de fruta fresca con cáscara y plátano pelado de cualquier origen. Fuente: Senasa.gob.hn.

producción (cepas) constituidas por una planta madre, una planta hija y una planta nieta (Dr. Luciano Martínez Bolaños, especialista en el cultivo de banano, comunicación personal, 2016; Orozco-Santos *et al.*, 2008; Garrido *et al.*, 2011).

Por otra parte, existen sistemas de plantaciones de banano bajo el enfoque de alta densidad y cosechas programadas (Orozco-Santos, 2013; MAGA, 2014). En México, en este sistema el establecimiento de nuevas plantaciones de banano se realiza a finales del mes de abril y durante la primera semana de mayo en condiciones de subtrópico, sin embargo, en condiciones de trópico franco la siembra puede ser extendida hasta el mes de agosto (Orozco-Santos, 2013). En Guatemala, es recomendable sembrarlo a partir de la primera semana de mayo hasta la tercera de agosto (situación que prevalece en el resto de las áreas de producción de Centro-

CUADRO 17.
SITUACIÓN REGLAMENTARIA DE FOC R4T PARA LOS PAÍSES DEL OIRSA

País	Plaga reglamentada	Situación reglamentaria	Artículos reglamentados
El Salvador	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4	Plaga cuarentenaria ausente	Permite la importación de material vegetal propagativo de Guatemala y Honduras. Importa fruta fresca de Honduras y Guatemala. Fuente: Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA, 2017).
Nicaragua	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen [anamorph] (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen raza 4 tropical (Foc R4T)	Plaga reglamentada ausente	Permite la importación de materiales vegetales propagativos de Costa Rica, México, El Salvador, Honduras y Guatemala. Fuente: mag.gob.ni .
Costa Rica	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> R4T (E.F. Sm.) W.C.Snyder & H.N. Hansen	Plaga reglamentada ausente	Permite la importación de materiales vegetales propagativos de Bélgica, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Francia, Guatemala, Holanda, Honduras, Irlanda, Israel, México, Nicaragua, Nueva Zelanda, Panamá, Sudáfrica y Venezuela. Fuente: app.sfe.go.cr . A partir de octubre de 2017, el Servicio Fitosanitario del Estado de Costa Rica prohíbe la importación de germoplasma (cualquiera de sus presentaciones para siembra), originario y procedente de Israel (MAG, 2017; SFE, 2019). Prohíbe la importación de cualquier vía de países con presencia de la plaga Foc R4T. Fuente: Resolución: 004-2017-NR-SFE (SFE, 2017).
Panamá	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4 (R4T)	Plaga reglamentada ausente	Permite la importación de materiales vegetales propagativos musáceas de Cuba, Ecuador, España, Estados Unidos, Honduras, México, Rep. Dominicana y Costa Rica. Fuente: mida.gob.pa
República Dominicana	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza tropical 4 (R4T)	Plaga reglamentada	Permite la importación de material vegetal propagativo de Surinam, Costa Rica y Honduras.

(*) En color rojo se muestran los países con presencia confirmada en forma oficial a Foc R4T.

américa), ya que si las siembras se realizan de forma muy temprana pueden sufrir las lluvias de invierno. De igual manera, el retardo ocasiona que las plantas esten expuestas a temperaturas muy altas o bajas durante la segunda quincena de noviembre provocando fallos en la siembra (DeGuate, 2014).

Para la siembra de plátano se utiliza material vegetativo (cormos) sembrados y endurecidos en condiciones de vivero que, en teoría, deben proceder de plantas libres de enfermedades y daño de insectos. Esta precaución garantiza la vida útil del cultivo. Lo más recomendado es adquirir plantas producidas bajo condiciones de vivero y que éstos estén autorizados y certificados por autoridad fitosanitaria competente. En el vivero se realiza la selección de tamaño, lo que permite uniformizar el cultivo (DeGuate, 2014; SFE, 2016; Corbana, 2019).

Para plantaciones de alta densidad lo recomendado es la propagación a partir de plantas de vivero, situación que permitirá uniformizar el tamaño de las plantas que son llevadas al campo para evitar la competencia posterior, que se traduce en la merma de racimos, o que sean racimos más

pequeños. Esta competencia entre plantas es la desventaja de la siembra de alta densidad de plátano si se tienen poblaciones no uniformes. En los sistemas más tecnificados el material vegetal propagativo utilizado para el establecimiento de nuevas plantaciones es a partir de vitroplantas (Garrido *et al.*, 2011; DeGuate, 2014; SFE, 2016; Corbana, 2019).

El tiempo entre la siembra de una planta de plátano y la cosecha del racimo es de 9 a 12 meses. La flor aparece en el sexto a séptimo mes. Los plátanos se cosechan durante todo el año, no tienen una temporada de crecimiento. Una vez realizada la cosecha, se derriban todas las plantas, y se incorporan por rastreo al suelo (Dr. Luciano Martínez Bolaños, especialista en el cultivo de banano, comunicación personal, 2016). Los racimos se cosechan cuando los plátanos están “llenos” pero antes de que comiencen a tornarse amarillos. Sin embargo, los plátanos pueden cosecharse en tiempos diferentes para propósitos diferentes (Garrido *et al.*, 2011; DeGuate, 2014; SFE, 2016; Corbana, 2019).

En aspectos morfológicos, una planta de banano comprende tres estados: vegetativo, floral y de fructificación (Garrido *et al.*, 2011).

Para que el cultivo del banano prospere, las áreas deben cumplir, en términos generales, con las siguientes características:

- 1) **Clima.** El trópico cálido-húmedo es la región más propicia para el desarrollo de la planta de banano. Los climas Af, Am y Aw (clasificación de Köppen) son los más propicios para el desarrollo de la planta. Estos tipos de clima se ubican entre latitudes de 30° norte y 30° sur del ecuador, pero los óptimos son de los 0° a 15° (Orozco y Orozco, 2004; Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).
- 2) **Altitud.** El cultivo de banano puede desarrollarse básicamente desde el nivel del mar hasta los 300 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el trópico; sin embargo, puede adaptarse a alturas de hasta de 2,200 msnm, en condiciones subtropicales, considerando que las variaciones de altitud hacia arriba prolongan el ciclo biológico (Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).
- 3) **Temperatura.** El banano requiere de temperaturas relativamente altas que varían de los 20 a los 38 °C con una óptima de 25 °C. Las temperaturas menores o mayores causan lentitud en el desarrollo y daños al fruto. Con temperaturas menores a 10 °C el crecimiento se detiene, el látex del pericarpio se coagula y toma una pigmentación café claro en las venas subepidérmicas (acanalamiento) y los frutos no maduran de manera normal (Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).
- 4) **Luminosidad.** La actividad fotosintética aumenta rápidamente cuando la luminosidad está entre 2,000 y 10,000 lux (hora luz/año), bajo condiciones de baja luminosidad el ciclo vegetativo se alarga y pasa de 8 meses en plantaciones bien expuestas a la luz, hasta 14 meses en plantas que crecen en sombra (Lardizabal, 2007).

- 5) **Precipitación pluvial y humedad.** La planta de banano, por su estructura botánica, requiere de una gran disponibilidad de humedad permanente en los suelos. Para la obtención de cosechas económicamente rentables, se considera suficiente una precipitación o riego de 100 a 180 mm de agua por mes para cumplir con los requerimientos de la planta (COFUPRO, 2004). La precipitación óptima está entre los 2,000 y 3,000 mm con una buena distribución a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Cuando no se tenga esta distribución es necesario suministrar riego en los meses secos (Orozco y Orozco, 2004; Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).
- 6) **Vientos.** Los bananos toleran vientos de hasta de 40 km/h. Velocidades de 20 a 30 km/h producen un leve desgarro en las hojas que no afectan el rendimiento, pero si la planta no está bien nutrida, pueden provocar acame de la planta. Vientos con una velocidad mayor a los 50 km/h pueden producir desenraizamiento y doblamiento de la planta, causando pérdidas del 60 al 100% (Orozco y Orozco, 2004; Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).
- 7) **Suelo.** La morfología de la planta exige suelos con características físicas especiales tales como ausencia de rocas, ausencia de capas impermeables, profundidad no menor de 1.20 m, buena aireación y capacidad de retención de agua (Orozco y Orozco, 2004; Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).

Los suelos más aptos son los aluviales (del tipo poroso profundo), de los valles costeros con textura media a ligera, de tipo arenoso, pero con suficiente arcilla y limo para retener el agua. La textura está ligada a la estructura. Suelos con textura arcillosa pueden ser adecuados si tienen una estructura migajosa o granular. Las texturas más aptas



FIGURA 54. Condiciones climáticas imperantes en México y Centroamérica para el desarrollo del cultivo de plátanos y bananos. [Senasica-DGSV, 2017].

para este cultivo son desde franco arenosos muy fino hasta franco arcillosos. El porcentaje de arcilla no debe ser mayor del 40% ni menor al 20%. Es de suma importancia que tenga un buen drenaje (Orozco y Orozco, 2004; Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011; Corbana, 2019).

- 8) **pH.** Las condiciones de pH ideales para el banano son de 6 a 7.5 (ligeramente ácido a ligeramente alcalino); sin embargo, prospera en suelos con pH de 5 a 8. Terrenos con pH alcalino y altos contenidos de carbonato de calcio provocan clorosis en las plantas (Orozco y Orozco, 2004; Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).
- 9) **Transpiración.** La transpiración de las hojas de banano es muy alta, ya que si se estima un número de 12 hojas de las cuales 8 están sometidas a insolación con un área foliar de 30 cm² el consumo diario de agua por planta es de 30 a 35 L en días soleados, de 24 L en días medio nublados y de 12.5 L en días nublados (Orozco y Orozco, 2004; Lardizabal, 2007; Garrido *et al.*, 2011).

Las Figuras 54 y 55 presentan la distribución de los climas ideales para el establecimiento del cultivo de plátanos y bananos en el área de ARP.

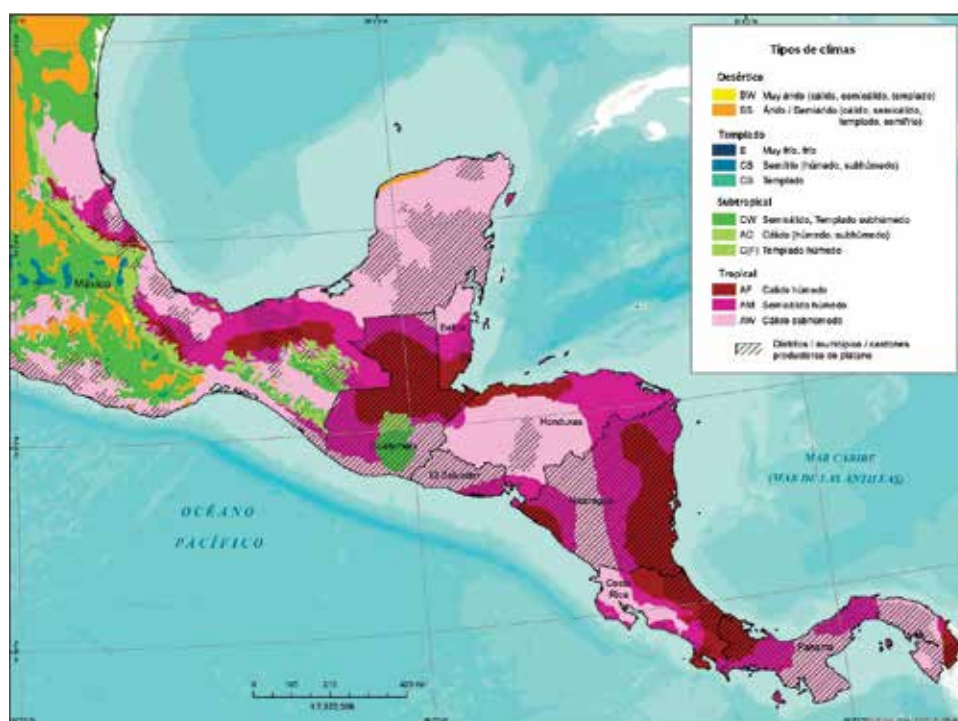


FIGURA 55. Condiciones climáticas imperantes en el sur de México y Centroamérica para el desarrollo del cultivo de plátanos y bananos. [Senasica-DGSV, 2017].

A continuación se comentan algunas características de las áreas en peligro en cuanto a la distribución de hospedantes susceptibles del género *Musa* spp, en el área de ARP.

1.5.2. Centroamérica

Entre enero y septiembre de 2015 la región exportó 3.973.129 t de banano, equivalente a \$1.618 millones. Esta cantidad es inferior a las 4,035,424 t vendidas al exterior en el mismo período de 2014, lo que generó ingresos por \$1,646 millones (FAOSTAT, 2016).

Guatemala se mantiene como el principal exportador de banano de la región, con 1,903,063 t colocadas en el exterior en el periodo en cuestión, seguido de Costa Rica, con 1,450,860 t, Honduras, con 471,265 t, Panamá, con 135,625 t, Nicaragua, con 10,753 t, y El Salvador, con 1,563 t (FAOSTAT, 2016).

Los plátanos y bananos son de las frutas más consumidas del mundo, por su sabor, costo y aportes nutricionales. Y gracias a que no requieren condiciones muy específicas para crecer, se cultivan en todo el planeta, con plantaciones presentes en al menos 135 países (FAO, 2016). De hecho, las bananas se cultivan sobre todo en países tropicales, donde se conside-

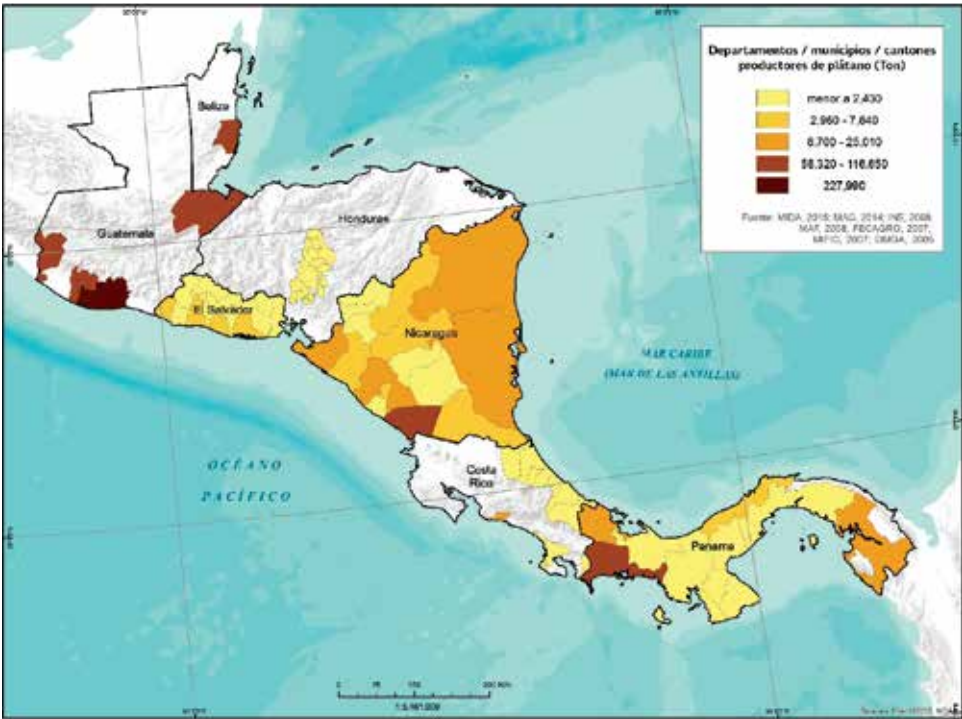


FIGURA 56. Áreas de producción de banano y plátano en Centroamérica. [Senasica-DGSV, 2017].

CUADRO 18.
PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE BANANOS (FRUTA), 2014

Lugar	País	Volumen de exportaciones (t)	Valor de las exportaciones 2013 (Millones de dólares)
1°	Ecuador	5,352,000	2292
2°	Filipinas	3,267,562	963
3°	Guatemala	1,950,497	611
4°	Costa Rica	1,928,095	778
5°	Colombia	1,549,267	715
6°	Bélgica	1,228,048	1258
7°	Honduras	675,437	277
8°	Estados Unidos de América	547,224	444
9°	México	343,774	155
10°	Países Bajos	315,037	266

Fuente: FAOSTAT, 2016.

ran una fuente integral de hidratos de carbono para sus habitantes. No solamente la parte interior del banano es comestible; su piel también se puede consumir, también se usan para elaborar vino de banano, cerveza de banano, fibras y plantas ornamentales (Orozco, 2013).

Las exportaciones de bananos han dominado la historia de Centroamérica junto con las exportaciones de café. A algunos países, como Honduras, Costa Rica y Panamá, se les llama *repúblicas bananeras* porque sus economías dependen significativamente de las exportaciones de bananas, estos países tienden a exportar sus bananas a Europa. Como el clima europeo no es apto para el cultivo de bananas, tienen que importar la fruta (Fresh Plaza, 2016). El Cuadro 18 recoge la información de los principales países exportadores de bananos.

Los países productores de Centroamérica y el Caribe llevan a cabo tratos con empresas transnacionales, quienes a su vez tratan con grandes productores y operadores. En los contratos se especifica la tecnología de producción, la periodicidad de entregas y el precio por caja. La fruta pro-

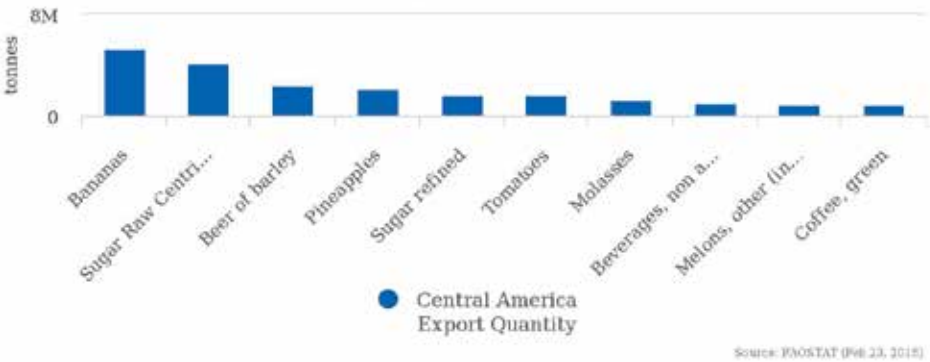


FIGURA 57. Centroamérica: principales productos de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2016].

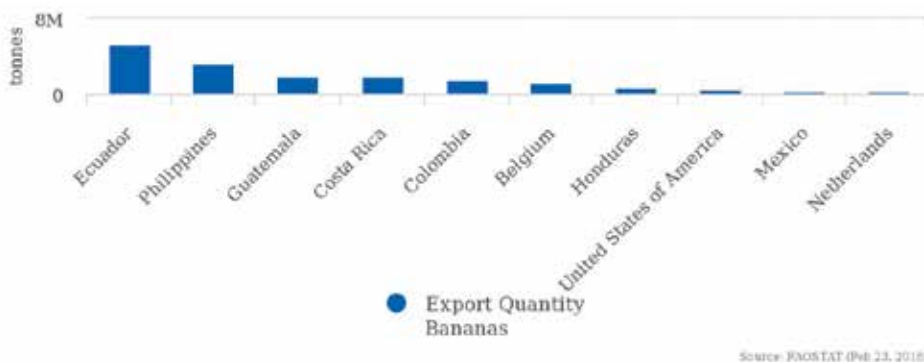


FIGURA 58. Centroamérica: top ten de los principales países exportadores de bananos, 2013. [FAOSTAT, 2016].

ducida es de alta calidad y se destina principalmente a los mercados de altos ingresos de América del Norte y Europa, que se hacen con más del 70% de las exportaciones de banano de Centroamérica (FAO, 2016). Los grandes exportadores nacionales suelen poseer plantaciones, pero la mayoría de su comercio procede de productores independientes. Exigen menos calidad que las empresas transnacionales y su mercado tradicional es el abastecimiento del mercado nacional (FAO, 2012).

En este apartado se han facilitado las evidencias que justifican la conclusión de que Foc R4T (vcg 01213, vcg 01216) podría entrar, establecerse y dispersarse en el área de ARP. Las áreas bananeras de los Estados



FIGURA 59. Cifras del monitoreo agrícola de Centroamérica reportadas al final del año 2016. [Elaborado por el área de Inteligencia Comercial de CentralAmericaData.com].

miembros de la región OIRSA presentan las condiciones ecológicas y climáticas –incluyendo aquellas en condiciones protegidas– adecuadas para el establecimiento y dispersión de la plaga, incluyendo el ámbito de especies hospedantes, hospedantes alternos y medios antropogénicos (vías de dispersión, manejo fitosanitario del cultivo, etc.), todos ellos presentes en el área de ARP.

1.5.3. Consecuencias económicas potenciales en el área de ARP

Un elemento central en la consideración de las potenciales consecuencias económicas que podrían derivarse del ingreso a la región OIRSA de Foc R4T (VCG 01213, VCG 01216) es el volumen de producción y exportación de banano de dicha región:

- 1) **México.** La producción de plátano se concentra en las regiones costeras del Golfo de México y del océano Pacífico abarcando 16 estados de la República Mexicana de los cuales destacan por sus volúmenes de producción: Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima, Jalisco y Michoacán, que en conjunto producen 2.6 millones de toneladas anuales que representan alrededor del 91% de la producción nacional. Otros estados de gran importancia son Nayarit, Guerrero y Oaxaca. De acuerdo con cifras del SIAP en 2016, el volumen total de la producción nacional fue de 2.384 millones de toneladas métricas (Álvarez, 2018; Senasica-DGSV, 2017).

En México, el plátano (*Musa spp.*) es un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria nacional, constituyendo uno de los alimentos básicos más importantes a nivel socioeconómico (Senasica, 2017). De acuerdo con el SIAP (2017), el precio promedio mensual pagado al productor de plátano en campo es como sigue: Tabasco, US\$0.19, Michoacán, US\$0.15; Chiapas, US\$0.14; Jalisco, US\$0.13; Colima, US\$0.12, y el precio más bajo se registró en el estado de Guerrero, US\$0.11 (SIAP, se refiere al precio medio rural ponderado, diciembre 2017) (Álvarez, 2018; Senasica-DGSV, 2017).

El Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) de la Secretaría de Economía (Cuadro 19) reporta que actualmente el comparativo de los precios de venta al mayoreo de plátano identificado en los centros mayoristas y centrales de abasto que comercializan la fruta de origen Colima, el precio más alto se ubicó en la Unión de Comerciantes la Paz, B.C.S., 10.56 \$/kg (Álvarez, 2018).

CUADRO 19.
MÉXICO: PRECIOS DE VENTA AL MAYOREO DEL PLÁTANO DE COLIMA EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DEL PAÍS (NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2017) (\$/KG.)

Estado	Ciudad	Punto de venta	Precio NOV-2017	Precio DIC-2017	Variación (%)
Aguascalientes	Aguascalientes	Centro Comercial Agropecuario de Aguascalientes, Ags.	3.8	4.75	25
Baja California Sur	La Paz	Unión de Comerciantes La Paz, B.C.S.	10.56	10.56	–
Colima	Colima	Centros de Distribución de la ciudad de Colima	8	7.56	-5.50
Jalisco	Guadalajara	Mercado de Abasto de Guadalajara, Jal.	4.85	6.48	34
Querétaro	Querétaro	Mercado de Abasto de Querétaro, Qro.	4.7	6.4	36
San Luis Potosi	San Luis Potosi	Centro de Abasto de San Luis Potosí, S.L.P.	4.75	5.56	17

Fuente: FreshPlaza, 2018. Elaboración Enrique Alvarez Navarro, “Colima; Agenda Estadística para la Competitividad”, con base en Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), “Precio promedio mensual de venta al mayoreo de frutas plátano Tabasco, Nov-Dic., de 2017”.

- México es autosuficiente en la demanda de fruto de plátano para consumo, estimándose un consumo per cápita de 14.5 kg al año (SIAP, 2017). Aproximadamente el 80% se destina al mercado nacional. Los excedentes se exportan a Estados Unidos (70%), Holanda y Reino Unido y Japón (20%). Recientemente (2018) se espera la apertura del mercado de China, con una exportación de dos millones de cajas (Milenio, 2018). A este respecto, el Senasica y su homólogo chino están por firmar un protocolo fitosanitario el cual considera exportaciones del fruto en fresco de los estados de Colima, Michoacán, Jalisco, Chiapas y Tabasco. Las exportaciones se realizarán desde el puerto comercial de Manzanillo, estado de Colima, considerado uno de los más importantes por el volumen de carga importada y exportada (Milenio, 2018).
- 2) **Guatemala.** El banano es uno de los principales productos que exporta Guatemala, con un volumen de 1,950,497 t, con un valor de 611 millones de dólares, estimados en el año 2013 (FAOSTAT, 2017). Sus

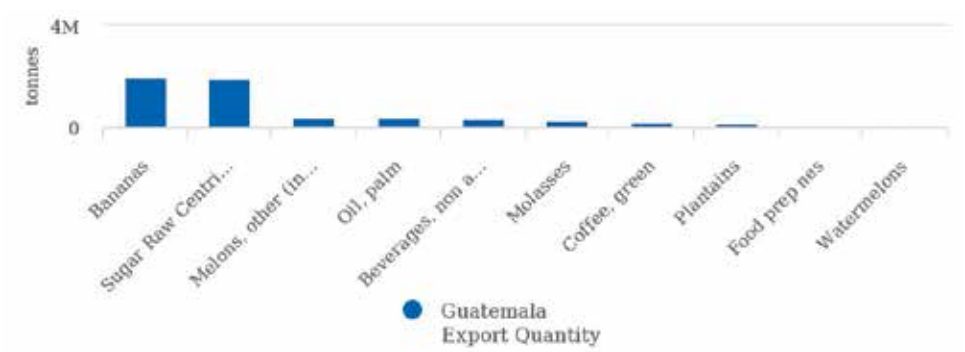


FIGURA 60. Guatemala: principales productos agrícolas de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2017].

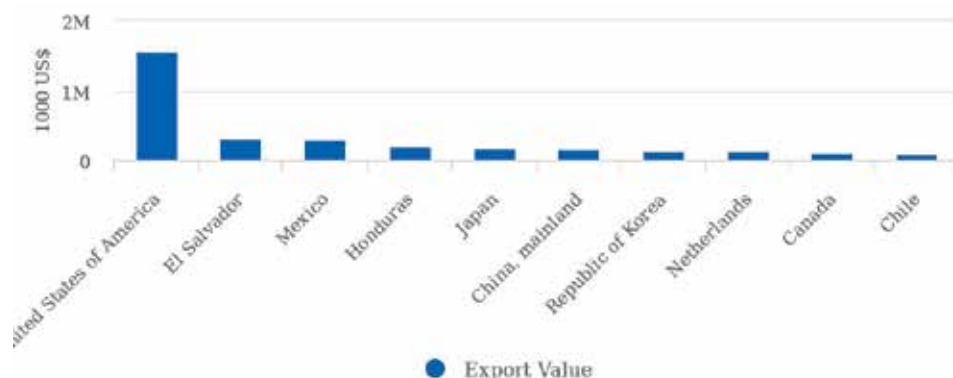


FIGURA 61. Guatemala: principales destinos de las exportaciones, 2013. [FAOSTAT, 2017].

principales destinos de exportación se muestran en la Figura 61 (FAOSTAT, 2017). Guatemala es autosuficiente en el abastecimiento de fruta para consumo humano, sin embargo, autoriza la importación de fruto fresco de Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua (VUDI, 2017).

- 3) **Belize.** El banano es uno de los principales productos que exporta Belize, con un volumen de exportación de 106,903 t, con un valor de \$44,235 miles de dólares, valores estimados para el año 2013 (FAOSTAT, 2017). Sus principales destinos de exportación son: Reino Unido, Estados Unidos, Holanda, Jamaica, Irlanda, Trinidad y Tobago, Japón (FAOSTAT, 2016). Belize es autosuficiente en el abastecimiento de fruta fresca para consumo humano (BAHA, 2018).
- 4) **Honduras.** En el 2013, el banano ocupó el primer lugar en cuanto a volúmenes de exportación con 675,437 t, con un valor de 277,925 miles de dólares (FAOSTAT, 2016). Honduras es autosuficiente en el abastecimiento de fruta fresca para consumo humano, sin embargo, dispone de requisitos fitosanitarios para la importación de fruta de cualquier origen (Senasa, 2018).

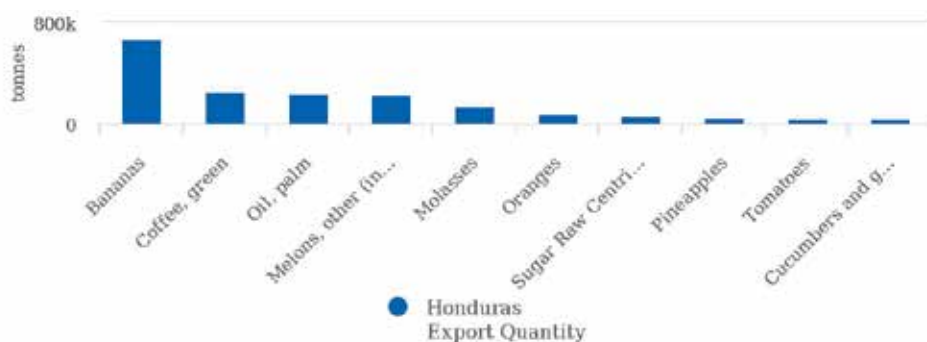


FIGURA 62. Honduras: principales productos de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2017].

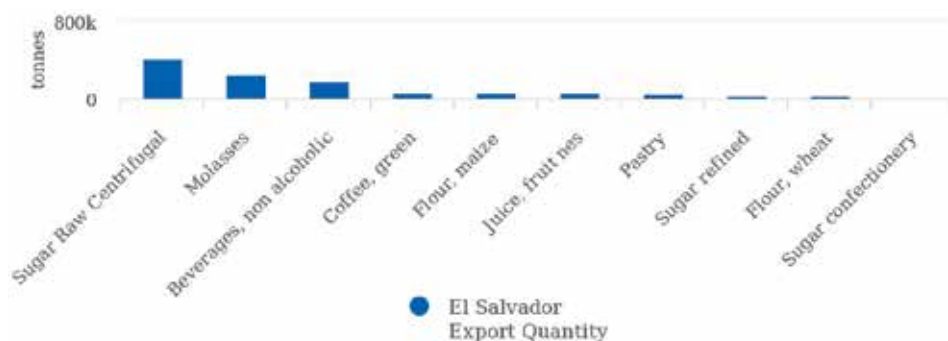


FIGURA 63. El Salvador: principales productos de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2016].

- 5) **El Salvador.** En 2013, el banano no figura en las exportaciones de productos agrícolas de acuerdo con FAO (2016). El Salvador no es autosuficiente en la producción de fruto fresco para consumo humano, por lo cual realiza importaciones principalmente de Honduras y Guatemala (SISA, 2017).
- 6) **Nicaragua.** En 2013, las exportaciones de banano ascendieron a las 43,258 t, con lo cual ocupó el 8° lugar en orden de exportaciones. Nicaragua es autosuficiente en el abastecimiento de fruta fresca para consumo humano, no realiza la importación oficial de este producto (Senasa, 2018).
- 7) **Costa Rica.** El banano es uno de los principales productos que exporta Costa Rica, solo superado por la piña (FAOSTAT, 2016). En 2013, las exportaciones de banano superaron 1,928,095 t, con un valor estimado de \$778,391 miles de dólares.

En el año 2016 Costa Rica exportó aproximadamente 121 millones de cajas de banano con un peso de 18.14 kilos cada una; es decir, alrededor de 2,194,376 toneladas métricas (Corbana, 2019).

Históricamente la producción bananera costarricense se ha destinado al mercado de Estados Unidos y a la Unión Europea.

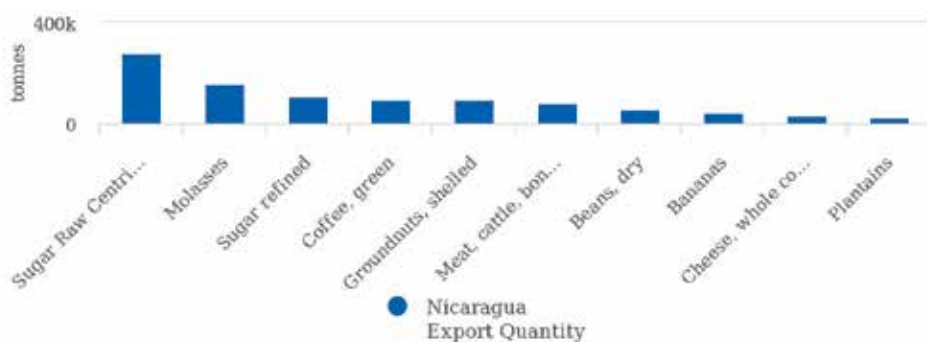


FIGURA 64. Nicaragua: principales productos de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2016].



FIGURA 65. Costa Rica: principales productos de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2016].

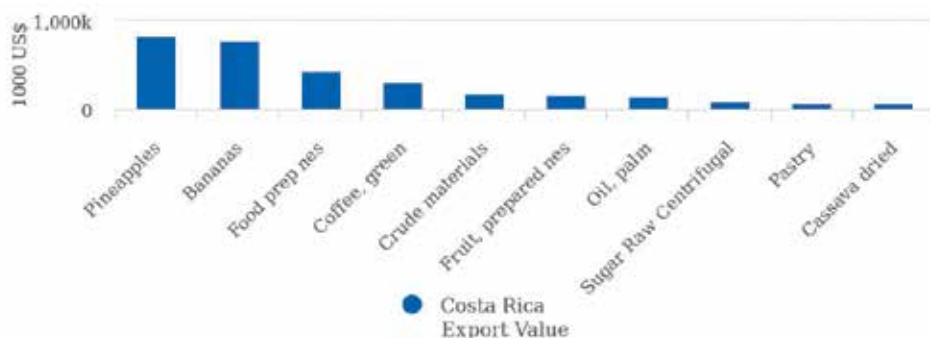


FIGURA 66. Costa Rica: valor de las exportaciones, 2013. [FAOSTAT, 2016].



FIGURA 67. Costa Rica: exportaciones de fruto fresco de banano y destinos de exportación, 2016. [Corbana, 2019].

En 2016, como en 2015, el primero de los destinos fue la Unión Europea adonde se envió un 54.7% de la fruta nacional y a Estados Unidos un 36.5% del total de la producción bananera de exportación. Otros mercados recibieron en total un 8.8% de la fruta costarricense, destacando Iraq, Arabia Saudita y Rusia, así como países europeos no incorporados a la Unión Europea (especialmente Turquía, Noruega, Ucrania y Montenegro). En Estados Unidos, por razones geográficas, la mayor parte del banano de Costa Rica se importa a través de los puertos de la Costa Este. En la Unión Europea la mayor parte de la fruta se descarga en puertos de: Italia, Bélgica, Reino Unido, Holanda, Alemania, Finlandia, España y Suecia; siendo estos los principales países europeos consumidores de banano de Costa Rica (Corbana, 2019).

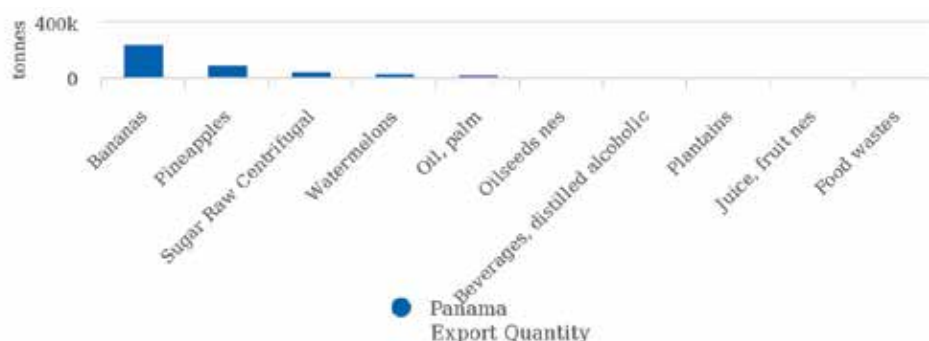


FIGURA 68. Panamá: principales productos de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2016].

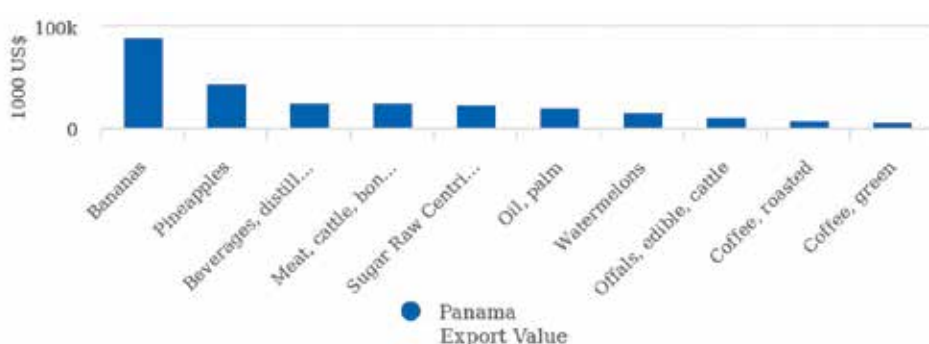


FIGURA 69. Panamá: valor de las exportaciones, 2013. [FAOSTAT, 2016].

- 8) **Panamá.** Para este país, las exportaciones de bananos representan el primer producto exportable, con alrededor de 252,135 t, y un valor de \$ 906,040 miles de dólares. Sus principales destinos de exportación son: Estados Unidos, Alemania, Holanda, Costa Rica y Reino Unido (FAOSTAT, 2017).
- 9) **República Dominicana.** La exportación de bananos de República Dominicana, durante el 2013 ascendió a 144,523 t, con un valor de \$65,471 miles de dólares (FAOSTAT, 2017). La producción es principalmente de tipo orgánico, que cada vez tiene mayor aceptación por sus consumidores. Entre sus principales socios comerciales se encuentran Estados Unidos y Europa.

De acuerdo con la FAO (FAOSTAT, 2016), en 2014 se cosecharon 5.4 millones de hectáreas de bananos en todo el mundo, siendo los países con mayor superficie la India, Brasil, Filipinas y China. Por otra parte, en 2016 los países de la región OIRSA ocuparon los siguientes lugares, tomando como criterio el área cosechada:

- 1) **México** ocupó el 8º lugar en la producción de plátano con 74.6 mil hectáreas, y una producción de 2.1 millones de toneladas, con una

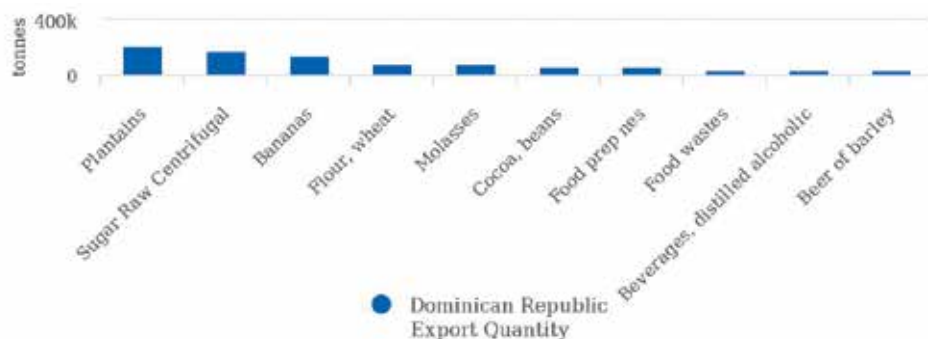


FIGURA 70. República Dominicana: principales productos de exportación, 2013. [FAOSTAT, 2016].

participación en la producción mundial de 1.8%. El rendimiento por hectárea en México fue de 29 ton/ha. México (2017) cuenta con una población de 129.2 millones de personas y un consumo per cápita de 15.7 kg.

- 2) **Guatemala** ocupó el 10º lugar en la producción de bananos con 71.2 mil hectáreas, y una producción de 3.5 millones de toneladas, con una participación en la producción mundial de 3.1%. El rendimiento por hectárea en Guatemala fue de 49.8 ton/ha. Guatemala (2017) cuenta con una población de 19.91 millones de personas y un consumo per cápita de 80 kg.
- 3) **Costa Rica** ocupó el 11º lugar con 42.8 mil hectáreas, y una producción de 2.2 millones de toneladas, con una participación en la producción mundial de 1.9%. El rendimiento por hectárea en Costa Rica fue de 51.2 ton/ha. Costa Rica (2017) cuenta con una población de 4.9 millones de habitantes y un consumo per cápita de alrededor de los 29 kg.
- 4) **República Dominicana** ocupó el 14º lugar con 25.8 mil hectáreas, y una producción de 1.2 millones de toneladas, con una participación en la producción mundial de 1.06%. El rendimiento por hectárea en República Dominicana fue de 46.7 ton/ha. Rep. Dominicana (2017) cuenta con una población de 10.77 millones de habitantes y un consumo per cápita de 64 kg.
- 5) **Honduras** ocupó el 15º lugar con 24.7 mil hectáreas, y una producción de 736,033 toneladas, con una participación en la producción mundial de 0.64%. El rendimiento por hectárea en Honduras fue de 29.7 ton/ha. Honduras (2017) cuenta con una población de 9.26 millones de habitantes y un consumo per cápita superior a los 60 kg.
- 6) **Panamá** ocupó el 16º lugar con 7.8 mil hectáreas, y una producción de 318,944 toneladas, con una participación en la producción mundial de 0.28%. El rendimiento por hectárea en Panamá fue de 40.5 ton/ha.

CUADRO 20.
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE BANANOS (2014)

	País	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Producción (t)	Producción participación %	Participación acumulada %
1°	India	802,570	37	29,724,550	26.04	26.04
2°	Brasil	478,765	14.5	6,953,747	6.09	32.14
3°	Filipinas	442,751	20	8,884,857	7.78	39.92
4°	China	405,291	29.8	12,100,000	10.60	50.52
5°	Ecuador	182,158	37.1	6,756,254	5.92	56.44
6°	Indonesia	134,070	51.1	6,862,568	6.01	62.46
7°	Vietnam	114,437	16.2	1,857,641	1.63	64.08
8°	México	74,585	29	2,150,520	1.88	65.97
9°	Colombia	73,862	23.9	1,770,899	1.55	67.52
10°	Guatemala	71,218	49.8	3,552,948	3.11	70.63
11°	Costa Rica	42,841	51.2	2,194,940	1.92	72.56
12°	Tailandia	36,821	37.9	1,398,202	1.23	73.78
13°	Egipto	27,514	46.6	1,283,644	1.12	74.91
14°	República Dominicana	25,848	46.7	1,208,824	1.06	75.97
15°	Honduras	24,728	29.7	736,033	0.64	76.61
16°	Panamá	7,860	40.5	318,944	0.28	76.89
17°	Belize	2,900	35.4	102,723	0.09	76.98
18°	Nicaragua	840	54.7	45,987	0.04	77.02
	Resto	2,444,752		26,226,870	22.98	100.00
	Total mundial	5,393,811	21.1	114,130,151	100.00	
	América	1,180,953	23	28,136,085		
	Centroamérica	224,971	40.4	9,102,095		

Fuente: FAOSTAT (2016).

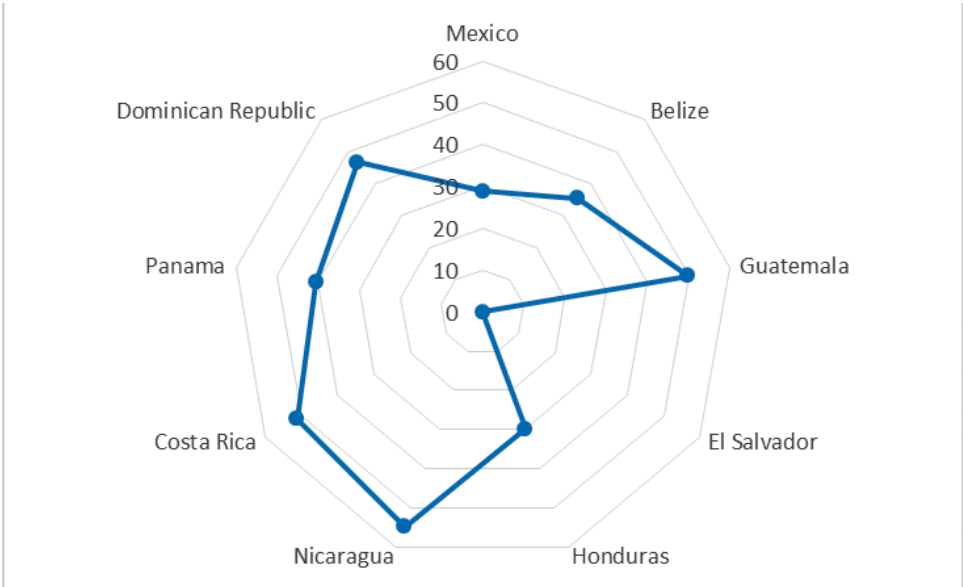


FIGURA 71. Región OIRSA: Rendimiento de producción por hectárea, 2016. [FAOSTAT, 2017].

Panamá (2017) cuenta con una población de 4.1 millones de personas y un consumo per cápita de 41.26 kg.

- 7) **Belize** ocupó el 17° lugar con 2.9 mil hectáreas, y una producción de 102,723 toneladas, con una participación en la producción mundial de 0.09%. El rendimiento por hectárea en Belize fue de 35.4 ton/ha. Belize (2017) cuenta con una población de 374,680 habitantes y un consumo per cápita de 69.3 kg.
- 8) **Nicaragua** ocupó el 18° lugar con 840 hectáreas, y una producción de 45,987 toneladas, con una participación en la producción mundial de 0.04%. El rendimiento por hectárea en Nicaragua fue de 54.7 ton/ha. Nicaragua (2017) cuenta con una población de 6.22 millones de habitantes y un consumo per cápita superior a los de 54 kg.
- 9) **El Salvador** no figura como país productor de plátano en las estadísticas mundiales. Sin embargo, es el más fuerte importador de Centroamérica con 150 mil toneladas métricas en 2016. El Salvador (2017) cuenta con una población de 6.38 millones de habitantes y un consumo per cápita superior a los de 42.3 kg.

En el Cuadro 21 se muestran las áreas de producción de plátano, producción total, valor de las exportaciones y el número de pequeños productores de plátanos y bananos para los países productores de musáceas, se justificará la aplicación de medidas fitosanitarias técnicamente.

1.6. Conclusión de la categorización de las plagas

La producción de banano en los países centroamericanos está seriamente amenazada por el marchitamiento ocasionado por el agente causal de la

CUADRO 21.
REGIÓN OIRSA: SUPERFICIE COSECHADA EN HECTÁREAS,
RENDIMIENTO EN TONELADAS POR HECTÁREA Y DATOS DE PRODUCCIÓN
EN TONELADAS, DE LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA (2011-2013)

País	Área cosechada (ha)			Rendimiento (t/ha)			Producción (t)		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
México	74,284	72,617	73,472	28.8	30.3	29.0	213,8687	2203861	2,127,772
Belize	2,685	2,822	2,713	27.6	36.8	36.4	74,112	103715	98,826
Guatemala	6,6010	68,282	70,309	40.6	43.6	47.0	2,679,934	2978324	3,307,038
El Salvador	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Honduras	21,633	22,817	23,291	38.4	38.5	36.8	830,322	879522	856,903
Nicaragua	746	732	787	53.2	55.8	47.3	39,727	40874	37227
Costa Rica	42,016	41,426	42,841	50.6	51.6	50.8	2,125,201	2136437	2,174,986
Panamá	10,719	8,287	7,784	30.6	37.1	40.4	328,368	307583	314,188
República Dominicana	43,388	22,759	23,660	19.1	46.1	49.5	829,827	1049266	1,170,066

Fuente: FAOSTAT (2016).

fusariosis de las musáceas, enfermedad causada por el hongo del suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T, vCG 01213/16).

Recordemos que a mediados del siglo xx “*Fusarium wilt*”, también conocida como “Mal de Panamá”, eliminó la industria bananera basada en cultivares de Gros Michel en Centroamérica. La devastación causada por la raza 1 de Foc fue mitigada por el cambio a los cultivares Cavendish resistentes, que actualmente conforman la base del 99% de los bananos plantados tanto de autoconsumo, como de exportación, a nivel mundial. Sin embargo, esta nueva cepa de Foc, la raza tropical 4 (R4T), ataca a los clones de Cavendish y a una amplia gama de otras variedades de banano, tanto en condiciones del trópico como del subtrópico. Foc R4T no se ha limitado a ocasionar daños en el sudeste asiático. Desde el año 2010 la enfermedad se ha extendido hacia el oeste en cinco países adicionales a sudeste y sur de Asia (Vietnam, Laos, Myanmar, India y Pakistán) y en el ámbito transcontinental hacia el Medio Oriente (Omán, Jordania, Líbano e Israel) y África (Mozambique), por diversos factores que tienen que ver con las importaciones ilegales, equipo, suelo, ropa, transportados por diferentes vías, etcétera.

Las consecuencias sociales del marchitamiento por *Fusarium* pueden ser graves: los bananos son una fuente importante de alimentos, ingresos, empleo e ingresos gubernamentales en 135 países tropicales y subtropicales. Proteger la industria bananera es prioritario para asegurar el futuro de la producción y los medios de vida de las muchas personas que los producen.

La nueva cepa del hongo *Fusarium oxysporum* (R4T) representa una amenaza global para la cadena de suministro del banano. La dispersión de Foc R4T es de gran preocupación debido al conocimiento limitado sobre aspectos clave de la enfermedad, su epidemiología y la falta de modelos de manejo fitosanitario eficaces, incluidas las variedades resistentes y el manejo de suelos. El análisis de las vías se detalla en el siguiente apartado.

De acuerdo con lo expuesto, se concluye que la introducción de la plaga *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical, podría tener repercusiones económicas y ambientales importantes, y que ameritaría la aplicación de estrategias de control y manejo fitosanitario para su contención.

En este apartado se han proporcionado evidencias claras de que Foc R4T (vCG 01213 y vCG01216) probablemente tenga repercusiones económicas inaceptables (incluyendo los impactos ambientales) en el área de ARP. Las repercusiones económicas inaceptables incluyen impactos sustanciales en el ingreso de la cadena de valor, desde el pequeño productor, hasta las transnacionales que comercializan con el fruto del banano. La información proporcionada podrá servir de apoyo a las autoridades que formulan políticas fitosanitarias.

Como resultado de la categorización de plagas, se determinó que la variante patogénica de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213/16) no está presente en el área de ARP, situación que se hace extensiva a las áreas productoras de plátanos y bananos de América Latina y el Caribe. Su establecimiento y dispersión puede tener consecuencias negativas –económicas, ambientales y sociales– en el área de ARP, por lo que, de acuerdo con lo dispuesto en la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8, *Determinación de la situación de una plaga en un área* (CIPF, 2016c) en la región OIRSA, es: “ausente: no hay registros de la plaga”, ya que la vigilancia general indica que la plaga está ausente y que nunca ha sido confirmado registro alguno, por lo cual, cumple con la definición de plaga cuarentenaria establecida en la NIMF 5, *Glosario de términos fitosanitarios* (CIPF, 2016b), la cual requiere de la aplicación de medidas de mitigación de riesgo (medidas fitosanitarias) para su exclusión.

2.

EVALUACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE INTRODUCCIÓN

La introducción de la plaga comprende tanto su entrada como su establecimiento. Para evaluar la probabilidad de introducción, es necesario realizar un análisis de cada una de las vías con las cuales la plaga puede estar relacionada, desde su lugar de origen hasta su establecimiento en el área de ARP.

2.1. Probabilidad de entrada de una plaga

La probabilidad de entrada es la probabilidad de que una plaga cuarentenaria ingrese a cualquier país de la región OIRSA (área previamente determinada como área de ARP) como contaminante en una vía posible, o como resultado del comercio de un producto, la distribución del producto contaminado con un estado biológico viable de la plaga y posteriormente que la plaga se transfiera a un hospedante adecuado. La probabilidad de entrada se basa en la documentación de escenarios de rutas (*pathway* en inglés), en la que se describen los pasos (o etapas) para la obtención del producto a exportar (en el país de origen), su nivel de procesamiento, transporte y almacenamiento (tanto en el país de origen como de procedencia, si es que lo hay), sus usos previstos una vez que ingresa al área de ARP y la generación y eliminación de desechos. En particular, se evalúa la capacidad que tiene la plaga para sobrevivir en cada una de esas etapas. Para determinar la probabilidad de entrada, ésta se divide en dos componentes:

- 1) Probabilidad de entrada (importación): la probabilidad de que una plaga llegue a cualquiera de los Estados miembros del OIRSA cuando se importa un producto determinado.
- 2) Probabilidad de distribución⁵ (movilización del artículo reglamentado o de la vía identificada): la probabilidad de que la plaga se distribuya, como resultado del procesamiento, venta o eliminación del producto en el área de ARP.

La introducción de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213, VCG01216) comprende su entrada, su distribución y establecimiento; esto último como resultado del inicio de un proceso de infección en un hospedante susceptible. Para evaluar la probabilidad de introducción se realizará el análisis de cada una de las vías con las cuales la plaga puede estar relacionada, desde su lugar de origen hasta su establecimiento en el área de ARP.

2.1.1. Identificación de vías para un ARP iniciado a raíz de una plaga

El comercio de materiales vegetales propagativos, que son objeto de tránsito internacional, es la vía de interés primordial. Las modalidades de ese comercio determinarán en una medida considerable la pertinencia de cada una de las vías identificadas. Durante el proceso de evaluación se determinará el nivel de riesgo de las distintas vías, entre las que se encuentran: otros tipos de productos básicos, materiales de empaque, personas, equipaje, correo, transporte e intercambio de material científico. También será evaluada la entrada por medios naturales, debido a que la dispersión natural posiblemente reduzca la eficacia de las medidas fitosanitarias.

A continuación se presentan los requisitos fitosanitarios para la importación de mercancías reglamentadas de plátanos y bananos, en cada uno de los países que integran la región OIRSA:

- 1) **México.** La Norma Oficial Mexicana NOM-010-FITO-1995 –por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano (DOF, 1996) y su modificación (DOF, 2009)– tiene por objeto prevenir la introducción y diseminación al territorio mexicano de plagas cuarentenarias del plátano por medio del establecimiento de regulaciones y medidas fitosanitarias para la importación de diversos productos, los cuales incluyen frutos frescos de plátano, plantas de cualquier especie o variedad, sus partes, órganos y produc-

5. Distribución: para fines del presente documento, este término se aplicará como la movilización del artículo reglamentado una vez sea ingresado (importado) al área de ARP.

**TIPO DE VÍA:
ARTÍCULO O MERCANCÍA REGLAMENTADA**

Un artículo reglamentado está definido como cualquier planta, producto vegetal, lugar de almacenamiento, de empaque, 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 (NIMF 5, CIPF, 2016).

tos naturales, así como sus envases y empaques, los cuales son considerados como de cuarentena absoluta.⁶ Para el caso particular del “Mal de Panamá”, ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, la norma establece la prohibición de los productos mencionados, originarios de los siguientes países: Asia: Estado de Brunei Morada de Paz, República Popular de China*,⁷ República de la India*, República de Indonesia*, Estado de Israel*, Federación de Malasia*, Unión de Myanmar*, República Islámica de Pakistán*, República de Filipinas*, República Socialista de Sri Lanka, República de China (Taiwán)*, Reino de Tailandia, República Socialista de Vietnam*. África: República Popular de Benin, Burkina Faso, República de Camerún, Islas Canarias, República Popular del Congo, República Popular Democrática de Etiopía, República de Ghana, República de Guinea, República de Kenia, República Democrática de Madagascar, República de Malí, República Islámica de Mauritania, Mauricio, República de Mozambique*, República de Níger, República Federal de Nigeria, República de Senegal, República de Sierra Leona, República de Sudáfrica, República Unida de Tanzania, República de Togo, República de Uganda. América: Estados Unidos de América (Florida) y Commonwealth de las Bahamas. Oceanía: Commonwealth de Australia*, República de Fiji, Estado Independiente de Papúa Nueva Guinea*, Territorio Trust de las Islas del Pacífico, Guam y Hawai (EE.UU.). También establece que para el tránsito internacional por los Estados Unidos Mexicanos, con destino a un tercer país, de frutos frescos del plátano, plantas de plátano y sus partes, así como sus envases y embalajes, el interesado deberá cumplir con lo señalado en el Módulo de requisitos fitosanitarios para la importación (Senasica, 2012) que para tal efecto expida la Secretaría. Una vez cumplidos los requisitos señalados en el punto

6. Cuarentena absoluta es aquella que establece prohibición para la introducción de los vegetales y materiales cuarentenarios, salvo los casos previstos en la misma cuarentena.

7. Los países seguidos por un asterisco son aquellos con presencia confirmada de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical, de los cuales México prohíbe la importación de mercancías de plátano.

CUADRO 22.
GUATEMALA: MERCANCÍAS REGLAMENTADAS DEL GÉNERO *Musa*

Producto	País de origen/ procedencia	Requisitos fitosanitarios
Plátano, fruto fresco empacado, a granel o empacado para consumo.	Costa Rica El Salvador Guatemala Honduras Nicaragua	• Producto categoría B • Certificado fitosanitario (original) sin declaraciones adicionales • No aplica aviso de ingreso.
Meristemas, plántulas	Honduras El Salvador México Costa Rica	Los requisitos fitosanitarios de importación dependen del país de origen. Estos están basados en la legislación vigente en Guatemala, Ley de Sanidad Vegetal y Animal (Decreto 36-98), Reglamento de la Ley de Sanidad Vegetal y Animal (Acuerdo Gubernativo 745-99), los acuerdos ministeriales 617-2004 y la modificación del 1, 185-2004, que indican qué documentos se deben presentar al momento de realizar la gestión del permiso fitosanitario de importación. Requisitos generales: • CFI o CFE con declaración adicional (DA). La DA depende de la condición del país de origen. • Certificado de origen. En caso de que el país de origen sea centroamericano, presentar el formulario aduanero único centroamericano. • Factura comercial de envío (copia). • Conocimiento de embarque (copia).
Material <i>in vitro</i>	Bélgica Israel El Salvador México Costa Rica	

Fuente: MAGA, 2017.

de ingreso al país, el interesado deberá obtener el Certificado Fitosanitario de Importación, el cual amparará el tránsito del producto desde el punto de entrada hasta el punto de salida del territorio nacional.

La importación de material vegetal propagativo de plátano *in vitro* queda condicionada a la elaboración y resultados del estudio de análisis de riesgo de plagas, por lo tanto, la importación de vitroplantas constituye un producto de cuarentena parcial.⁸

En atención a esta regulación, México establece en el Módulo de consulta de requisitos fitosanitarios para la importación de mercancías de origen vegetal, en donde, en cumplimiento a la NOM-010-FITO-1995, por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano (DOF, 1996), no se realiza la importación de mercancías reglamentadas de musáceas (Senasica, 2018).

- 2) **Belize.** A través del “Belize protocol for the importation of banana germplasm” (BAHA, 2007), la autoridad fitosanitaria de Belize, el Belize Agricultural Health Authority, realiza la importación de plántulas de banano producidas por cultivo de tejidos (cultivo de meristemas) a condición de que procedan de instalaciones aprobadas por el BAHA. Los lotes a introducir a Belize son acompañados del CFI con la declaración adicional de que han sido diagnosticados como libres de virus (*Banana leaf streak virus* y *Banana bunchy top virus*). Las importa-

8. Cuarentena parcial es aquella en que los vegetales y materiales podrán introducirse sólo mediante la aplicación de algún tratamiento que pueda eliminar el riesgo de introducción de la plaga.

CUADRO 23.
HONDURAS: REQUISITOS FITOSANITARIOS
PARA LA IMPORTACIÓN DE MERCANCÍAS DE *MUSA* SPP.

Nombre científico	Mercancía	País de origen o procedencia	Requisitos fitosanitarios
<i>Musa</i> spp.	Plantitas de plátano producidas <i>in vitro</i>	Estados Unidos	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / Certificado de calidad del laboratorio que las produce.
	Plátano fruto		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Heliconia</i> sp.	Plantas		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> AAA	Banano fruta	México	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / Libre de material vegetativo (hojas) / Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación
	Plantitas de banano producidas <i>in vitro</i>		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / DA: las plantas fueron producidas mediante la técnica de cultivo de tejidos.
<i>Musa</i> sp.	Plantitas de banano producidas <i>in vitro</i>		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / Libre de tierra / DA: Libre de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical, mediante sustento laboratorial / Certificado de origen del sustrato / Análisis de laboratorio del sustrato / Hoja técnica del sustrato / Cuarentena de pos entrada en casa de malla según protocolo.
	Plátano fruta		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> AAA	Plantitas de banano producidas <i>in vitro</i>	Brasil	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> AAA	Banano fruta	Colombia	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / Libre de material vegetativo (hojas).
<i>Musa</i> spp.	Plátano fruta		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / Libre de material vegetativo (hojas) / DA: libre de <i>Aleurodicus dispersus</i>
<i>Musa</i> AAA	Hoja de banano		Inspección.
<i>Musa</i> AAA	Banano fruta	Ecuador	Inspección.
	Cepas de banano		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
	Hoja de banano		Inspección.
<i>Musa</i> AAA	Banano fruta	Perú	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> AAA	Plantitas de banano producidas <i>in vitro</i>	República Dominicana	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.

ciones de materiales propagativos únicamente son autorizadas a empresas que ofrecen variedades de banano de cultivo de tejidos certificadas. Todas las partes y plantas (esquejes, brotes, bulbos, explantes, etc.) importadas son sometidas a un período de cuarentena posterior a su entrada. Además, los productos son inspeccionados en el punto de entrada para determinar si cumplen con los requisitos sanitarios o fitosanitarios de Belize. BAHAMAS emite requisitos fitosanitarios para la importación de plántulas *in vitro* de Honduras (germoplasma de banano a partir del 2007 de la empresa Galiltec La Lima) y México (desde el 2013 de la empresa Agromod ubicada en Tapachula, Chiapas),

CUADRO 23.
HONDURAS: REQUISITOS FITOSANITARIOS
PARA LA IMPORTACIÓN DE MERCANCÍAS DE *MUSA* SPP.

Nombre científico	Mercancía	País de origen o procedencia	Requisitos fitosanitarios
<i>Musa</i> spp,	Cormos de banano	Guatemala	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> AAA	Cormos de plátano		
<i>Musa</i> sp.	Banano fruta		
<i>Musa</i> AAA	Raíces de banano		Inspección.
<i>Musa</i> AAA	Plantitas de banano producidas <i>in vitro</i>		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> sp.	Plátano fruta		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> sp.	Plátano pelado		Inspección.
<i>Musa</i> AAA	Rizomas de banano		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> sp.	Plantitas de banano producidas <i>in vitro</i>	Costa Rica	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / Cuarentena de post-entrada en casa de malla según protocolo / DA: Libre de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical, mediante sustento laboratorial / Que se indique en el Certificado que fueron producidas bajo la técnica de cultivo de tejidos.
<i>Musa</i> sp.	Plátano fruta		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
	Plátano pelado		Inspección.
<i>Musa</i> sp.	Plátano fruta	El Salvador	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
<i>Musa</i> AAA	Banano fruta		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
	Plantitas de banano		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / DA: Libre de <i>Meloidogyne arenaria</i> .
	Plantitas de banano producidas <i>in vitro</i>		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
	Rizomas de banano		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / DA: libre de <i>Meloidogyne arenaria</i> y <i>Araecerus fasciculatus</i> .
<i>Musa</i> sp.	Cormos de plátano	Nicaragua	Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación / Certificado de tratamiento por inmersión con fungicida y nematocida.
	Plátano fruta		Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación.
	Plátano pelado		Inspección.
<i>Musa</i> sp.	Plátano pelado	Panamá	Inspección.

Fuente: SGSV, 2017.

ambas empresas cuentan con la autorización, aprobación, inspección y certificación por ambas ONPF (BAHA, 2017).

- 3) **Guatemala.** A través de la Ventanilla Única de Importaciones (VUDI), el Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación (MAGA) informa al usuario los requisitos para la importación de frutos de plátano. Guatemala importa materiales vegetales propagativos (vitroplantas, plántulas, plantas enraizadas y meristemos producidos por cultivo de tejidos con fines de siembra). El Cuadro 22 muestra los requisitos de importación.

CUADRO 24.
EL SALVADOR: REQUISITOS DE IMPORTACIÓN PARA MERCANCÍAS DE PLÁTANO
POR PARTE DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Código arancelario sanitario	Descripción	País de origen/ procedencia	Requisitos fitosanitarios
06.02.20.10-0010	Material vegetativo (hijuelo) de plátano (<i>Musa</i> sp.) (plántulas)	Guatemala	Certificado fitosanitario oficial*.
06.02.20.10-0031	Plantas de plátano fhia 21 (<i>Musa</i> spp.)		El producto no tiene requisitos para Guatemala. No está disponible para importar.
06.02.20.10-0136	Planta de plátano fhia 20 (<i>Musa</i> spp.)		
06.02.20.10-0142	Planta de plátano <i>in vivo</i>		
06.02.20.90-0376	Planta de plátano <i>in vivo</i>		
08.03.10.00-0001	Plátano fresco		Certificado fitosanitario oficial. Indicar en el certificado fitosanitario que el producto ha sido inspeccionado y encontrado libre de plagas y enfermedades y que proviene de áreas libres de <i>Thrips palmi</i> . Se realizará inspección y tratamiento cuarentenario en el punto de ingreso.
11.06.30.00-0001	Harina de plátano (<i>Musa</i> sp.)		El producto no tiene requisitos para Guatemala. No está disponible para importar.
11.06.30.00-0002	Harina de plátano (<i>Musa</i> sp.)		
12.11.90.90-0049	Follaje seco de plátano (<i>Musa</i> sp.)		
06.02.20.10-0010	Material vegetativo (hijuelo) de plátano (<i>Musa</i> sp.) (plántulas)	Honduras	Certificado fitosanitario oficial*.
06.02.20.10-0031	Plantas de plátano fhia 21 (<i>Musa</i> spp.)		Certificado fitosanitario oficial. Certificado de origen oficial. Inspección en origen. Plantas originarias de viveros certificados por la DGSVA. Inspección a la entrada. Plantas a raíz desnuda, libre de tierra o en sustrato inerte.
06.02.20.10-0136	Planta de plátano fhia 20 (<i>Musa</i> spp.)		
06.02.20.90-0376	Planta de plátano <i>in vitro</i>		Certificado fitosanitario oficial. Inspección a la entrada.
08.03.10.00-0001	Plátano fresco		Certificado fitosanitario oficial. Indicar en el certificado fitosanitario que el producto ha sido inspeccionado y encontrado libre de plagas y enfermedades y que proviene de áreas libres de <i>Thrips palmi</i> . Se realizará inspección y tratamiento cuarentenario en el punto de ingreso.
08.03.10.00-0001	Plátano fresco	México	Certificado fitosanitario oficial. Certificado de origen oficial. Inspección en origen previo a la emisión de CF. Inspección en punto de ingreso.
08.03.10.00-0001	Plátano fresco	Costa Rica	Certificado fitosanitario oficial. Inspección en origen previo a la emisión de CF. Inspección en punto de ingreso.
08.03.10.00-0001	Plátano fresco	Nicaragua	Certificado fitosanitario oficial, Inspección en origen previo a la emisión de CF. Inspección en punto d.e ingreso.

(*) En el certificado fitosanitario debe constar que las plantas han sido inspeccionadas y encontradas libres de plagas. Las plantas deberán de proceder de viveros oficialmente certificados por la DGSV, se hará tratamiento químico por inmersión con carbaril 45 cc de ingrediente activo por 20 lt de agua durante 30 minutos en el país de origen, se realizará inspección en el punto de entrada y si durante la inspección se detectan plagas vivas o enfermedades se hará un nuevo tratamiento. Deberán venir a raíz desnuda y totalmente libre de tierra o en material de sustrato inerte.
Fuente: MAG, 2017.

- 4) **Honduras.** La Subdirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria de Honduras establece los requisitos fitosanitarios para la importación de vegetales, los cuales se exponen por región y por país en el Cuadro 23 (Senasa, 2017).
- 5) **El Salvador.** El Cuadro 24 recoge la información de las mercancías que importa El Salvador. Información disponible en el sitio oficial del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG): Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria: Servicios en línea-División de Certificación Fitozoosanitaria para el Comercio.
- 6) **Nicaragua.** Este país establece requisitos fitosanitarios para material propagativo de musáceas; requisitos que se han determinado a nivel de la región centroamericana, de los cuales han ingresado al país, materiales procedentes de Honduras, Costa Rica, El Salvador y México, según estadística de Cuarentena Vegetal en el período 2012 al 2017. El Cuadro 25 proporciona los requisitos.
- 7) **Costa Rica.** Costa Rica cuenta con dos instrumentos legales que establecen las medidas fitosanitarias aplicables a las importaciones de mercancías reglamentadas de bananos y otras musáceas, incluida la prohibición de cualquier material procedente de países con presencia de la enfermedad. Estos instrumentos legales son: a) El Decreto Ejecutivo N°. 40364-MAG publicado en 2017 establece las Disposiciones

CUADRO 25.
NICARAGUA: REQUISITOS FITOSANITARIOS PARA LA
IMPORTACIÓN DE MATERIALES VEGETALES PROPAGATIVOS DE *MUSA* SPP.

Mercancía	País de origen/procedencia	Requisitos fitosanitarios
Plantas de plátano <i>in vivo</i>	Costa Rica	Presentar en frontera permiso de importación. Constancia del departamento de semillas, factura comercial, certificado fitosanitario.
Banano planta a raíz desnuda		Presentar en frontera permiso de importación, constancia del departamento de semillas, factura comercial y certificado fitosanitario.
Plantas de plátano <i>in vivo</i>	México	Presentar en frontera permiso sanitario-fitosanitario de importación, constancia del departamento de semillas, copia de factura comercial y certificado fitosanitario oficial de exportación.
Plantas de plátano <i>in vivo</i>	El Salvador	Plátano <i>in vitro</i> , origen. Presentar en frontera permiso de importación, constancia del departamento de semillas, factura comercial y certificado fitosanitario.
Plantas de plátano <i>in vivo</i>	Honduras	Presentar en frontera permiso de importación, constancia del departamento de semillas, factura comercial y certificado fitosanitario indicando envío libre de <i>Opogona sacchari</i> .
Banano, planta a raíz desnuda		Presentar en frontera permiso de importación, constancia del departamento de semillas, factura comercial y certificado fitosanitario indicando en la declaración adicional envío libre de: <i>Opogona sacchari</i> . Debe llegar libre de tierra.
Plantas de banano <i>in vitro</i>	Guatemala	Presentar en frontera permiso de importación, constancia del departamento de semillas, factura comercial y certificado fitosanitario.
Banano, planta a raíz desnuda		Presentar en frontera permiso de importación, constancia del Departamento de Semillas, factura comercial y certificado fitosanitario. Debe llegar libre de tierra.

Fuente: IPSA, 2018.

CUADRO 26.
COSTA RICA: REQUISITOS FITOSANITARIOS PARA LA IMPORTACIÓN
DE BANANO (*MUSA X PARADISIACA*) CON FINES PROPAGATIVOS

Requisitos fitosanitarios de cumplimiento obligatorio
A. Para países en los cuales <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical está presente
A.1. Prohibir la importación de plantas, partes frescas y secas de plantas de la familia Musaceae (incluyendo artesanías elaboradas a base de partes de estas plantas). A.2. Prohibir la importación de muestras de suelo. A.3. Prohibir la importación de medios de crecimiento orgánico como envío o asociado a plantas para plantar (por ejemplo fibra de coco y turba).
B. Para países en los cuales <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical está ausente
B.1 Productos permitidos para la importación. B.1.1 La importación de plantas para plantar de la familia Musaceae será únicamente permitida <i>in vitro</i>, deben venir en condiciones asépticas y en su medio de crecimiento original. B.2 Condiciones a cumplir por los centros de producción de plantas para plantar para ser evaluados para su aprobación B.2.1 Los centros de producción de plantas para plantar deben estar registrados ante la ONPF del país exportador y cumplir con los procedimientos de control, inspección y aprobación establecidos por el servicio fitosanitario del Estado. B.2.2 Los centros de producción de plantas para plantar <i>in vitro</i>, que exporten a Costa Rica deberán enviar la siguiente información para su análisis y evaluación: B.2.2.1 de la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF) B.2.2.1.1 Nombre de la ONPF: B.2.2.1.2 Dirección (dirección exacta física incluyendo país, provincia o estado, cantón o condado, distrito o municipio): B.2.2.1.3 Datos del punto de contacto (nombre, correo electrónico, teléfono): B.2.2.1.4 Fecha de envío de la información: B.2.2.2 Del lugar de producción sobre el que se debe suministrar información (en caso de ser más de uno, enviar la información completa de cada uno por separado) B.2.2.2.1 Nombre de la empresa: B.2.2.2.2 Dirección (dirección exacta física incluyendo país, provincia o estado, cantón o condado, distrito o municipio, coordenadas UTC): B.2.2.2.3 Datos del contacto (nombre, correo electrónico, teléfono): B.2.2.3 Sobre el material que se pretende exportar, proporcionar datos de: ítem, nombre científico, cultivar. Esta información puede ser modificada ampliándola según la necesidad de la ONPF del país exportador. B.2.2.4 Suministrada por la ONPF para ser evaluada por el servicio fitosanitario sobre el lugar de producción. B.2.2.4.1 Certificación oficial de que el lugar de producción está registrado ante la ONPF. B.2.2.4.2 Registros de auditorías o supervisiones realizadas por la ONPF al lugar de producción con respecto a medidas fitosanitarias que apliquen en los procesos de producción y distribución durante el último año. B.2.2.4.3 Registros de producción dentro de un esquema de certificación especificado (por ejemplo, ISO 9001) o programa de material propagativo limpio que controle las plagas relevantes de preocupación para Costa Rica de acuerdo con los requisitos fitosanitarios de importación. B.2.2.4.4 Manual de calidad, o equivalente, en el que se describa de manera general la estructura organizativa, el lugar de producción y los principales procesos del sistema de producción (introducción o ingreso de las plantas para plantar, multiplicación, almacenamiento, movilización, entre otros), manejo de plagas. Se pueden adjuntar mapas de procesos y fotografías que lo ilustren. Además, procedimientos y registros asociados, sobre: B.2.2.4.4.1 Identificación de riesgos fitosanitarios en el proceso productivo y medidas adoptadas por el lugar de producción para prevenir esos riesgos. B.2.2.4.4.2 Personal competente: especialistas en fitoprotección competentes para, monitoreo y aplicación de medidas de control de plagas. B.2.2.4.4.3 Manejo de plantas madre, banco de germoplasma. La información que se suministre debe incluir su origen y la ubicación (coordenadas). Además, se deberá aportar información sobre la forma en que se obtiene, manipula, da trazabilidad, y se aplican las prácticas agronómicas a las plantas madre.

generales para la prevención del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T), agente causal de la marchitez por *Fusarium* en cultivares Cavendish y otras musáceas de importancia económica y social (SFE, 2017a); y b) Resolución n° 004-2017-NR-SFE el Servicio Fitosanitario del Estado, Departamento de Normas y Regulaciones, Requisitos Fitosanitarios de Importación para artículos reglamentados que puedan ser vía de transmisión de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (SFE, 2017b). En el Cuadro 26 se

CUADRO 26.
COSTA RICA: REQUISITOS FITOSANITARIOS PARA LA IMPORTACIÓN
DE BANANO (*MUSA X PARADISIACA*) CON FINES PROPAGATIVOS

Requisitos fitosanitarios de cumplimiento obligatorio
B.2.2.4.4.4 Pruebas de laboratorio utilizadas para garantizar la ausencia de Foc R4T en las plantas madre, la frecuencia con que se realizan, anexar los últimos resultados indicando la fecha en que se realizaron. B.2.2.4.4.5 Medidas para asegurar que las plantas para plantar que se van a exportar, cumplan con los requisitos fitosanitarios de importación establecidos por el país importador. B.2.2.4.4.6 Saneamiento e higiene para prevenir la introducción de plagas a los lugares de producción y minimizar la dispersión dentro del lugar de producción, se deben describir las medidas como desinfección de herramientas y equipos, tratamiento del agua, uso de pediluvios, acceso limitado de personas, entre otros. B.2.2.5 Procedimiento y registros sobre: sistema de empaque y transporte de las plantas <i>in vitro</i> a exportar. Si durante el proceso de análisis y evaluación de la información se evidencian contradicciones u omisiones o surgen dudas razonables sustantivas en cuanto a las prácticas de producción y manejo del producto, manejo en el laboratorio, registros o implementación de medidas de mitigación se podrá realizar una verificación en origen para resolver si procede la aprobación de los centros de producción. B.3. Los envíos deben venir acompañados de un certificado fitosanitario oficial del país de origen donde indique en el renglón de declaraciones adicionales: • Que la plaga <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical se encuentra ausente del país. • Que las plantas del envío derivan de plantas madre libres de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical. • Que el envío se encuentra libre de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical. B.4 Adjuntar la certificación original o copia fiel certificada de los resultados de las pruebas para Foc R4T, previamente aceptadas por el SFE durante el proceso de evaluación de la información, realizadas al envío de plantas para plantar, llevados a cabo por laboratorios oficiales o acreditados. Indicar los protocolos y los controles empleados en las pruebas realizadas. B.5 Las cajas y empaques utilizados para el transporte deben ser de primer uso, libres de residuos de cultivo y sin vestigios de suelo o sustratos orgánicos. Las cajas deben indicar el origen, cultivar, fecha de producción, nombre del centro de producción y número de lote. B.6 El envío estará sujeto a control fitosanitario a su arribo al país por los funcionarios de servicio fitosanitario del estado destacados en el punto de ingreso, quienes verificarán el cumplimiento de los requisitos y condiciones fitosanitarias del producto. B.7 Las plantas para plantar de la familia Musaceae serán sometidas a una cuarentena pos entrada de hasta tres meses. B.8 Para el caso de los países en los cuales <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical está ausente, y se encuentren exportando artículos reglamentados, incluidas las plantas <i>in vitro</i>, a Costa Rica, contarán con un plazo de seis meses posterior a la vigencia de la resolución para que sean aprobados de conformidad con las disposiciones del punto B.1 y B.2 y podrán mantener la exportación con los requisitos fitosanitarios actuales hasta que se cumpla el plazo. Si en ese período no se han aprobado, no podrán exportar hasta obtener la aprobación, cualquier otro centro de producción que no haya exportado en el pasado y desee hacerlo, podrá presentar su solicitud en cualquier momento para su evaluación y eventual aprobación.
Fuente: SFE, 2017b.

- presentan los requisitos fitosanitarios establecidos por Costa Rica para la importación de los materiales propagativos que se detallan.
- 8) **Panamá.** De acuerdo con información publicada por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (Mida), en sus instrumentos legales (resoluciones) los requisitos generales para la importación de todo material de propagación son los indicados en el Cuadro 27.
 - 9) **República Dominicana.** Este país, a través del sitio web del Comité Nacional para la aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (CNMSF), expone los requisitos fitosanitarios de importación para materiales vegetales propagativos (plantas de banano *in vitro*). Ver Cuadro 28.

CUADRO 27.
PANAMÁ: REQUISITOS FITOSANITARIOS PARA LA
IMPORTACIÓN DE MERCANCÍAS DE *MUSA SPP.*

Nombre científico	Mercancía	País de origen o procedencia	Requisitos fitosanitarios: certificado fitosanitario libre de:*
<i>Musa spp.</i>	Plantas <i>in vitro</i> de banano y plátano	Cuba	<i>Banana streak virus</i>
<i>Musa spp.</i>	Plantas <i>in vitro</i> de banano y plátano	Ecuador	<i>Banana streak disease</i> <i>Hemicriconemoides mangiferae</i> <i>Metulocladosporiella musae</i>
<i>Musa spp.</i>	Plantas <i>in vitro</i> de banano y plátano	España	Certificado fitosanitario debe indicar que el envío está libre de plaga
<i>Musa coccinea</i>	Plantas vivas	Estados Unidos	<i>Frankliniella occidentalis</i> <i>Pseudococcus comstocki</i> <i>Thrips hawaiiensis</i>
<i>Musa spp.</i>	Meristemos	Honduras	<i>Banana streak virus</i> <i>Chaetanaphothrips orchidii</i> <i>Metulocladosporiella musae</i> <i>Meloidogyne exigua</i> <i>Opogona sacchari</i>
<i>Musa paradisiaca</i>	Meristemos		
<i>Musa spp.</i>	Plantas <i>in vitro</i> de banano y plátano	México	<i>Banana streak virus</i> <i>Chaetanaphothrips orchidii</i> <i>Maconellicoccus hirsutus</i>
<i>Musa spp.</i>	Plantas <i>in vitro</i> de banano y plátano	República Dominicana	<i>Chaetanaphothrips orchidii</i> <i>Hercinothrips femoralis</i> <i>Maconellicoccus hirsutus</i> <i>Mycetaspis personata</i>
<i>Musa spp.</i>	Plantas <i>in vitro</i> de banano y plátano	Costa Rica	<i>Banana streak virus</i>

(*) 1. El envío a su arribo al territorio nacional debe estar acompañado por un permiso de importación (licencia fito-zoosanitaria de importación) vigente, emitida por la Dirección Ejecutiva de Cuarentena Agropecuaria con fundamento en los requisitos fitosanitarios de importación establecidos por la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal.

2. El envío debe estar embalado en cajas resistentes a la manipulación para conservar su integridad.

3. Los materiales de embalaje deben ser de tipo inerte, no serán fibras vegetales u otro material que pueda dispersar plagas.

4. En el caso de semilla vegetativa, deberá ser declarado en el certificado fitosanitario que el embalaje ha sido tratado con fumigación con bromuro de metilo a na dosis de 24-32 g/m3 con un tiempo de exposición de 16 a 24 horas para los sacos de yutes, o Fosfamina a razón de 2 g/m3.

5. En el punto de ingreso, los inspectores de la Dirección Ejecutiva de Cuarentena Agropecuaria realizarán la inspección y toma de muestras del envío, a fin de verificar su condición fitosanitaria. Estas muestras serán enviadas a los laboratorios oficiales de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal, para su análisis.

6. El producto básico debe venir libre de suelo de cualquier tipo.

Fuente: Mida, 2017.

CUADRO 28.
REPÚBLICA DOMINICANA: REQUISITOS PARA
LA IMPORTACIÓN DE PLANTAS DE *MUSA SPP. IN VITRO*

País de origen o procedencia	Requisitos fitosanitarios
Surinam	Constancia. (certificación) de que el material fue producido en el Laboratorio Phyto Tech, NV. Además de: • Certificado fitosanitario original del país exportador. • El material debe estar libre de tierra. • El material de empaque debe ser esterilizado. Constancia (certificación) de que el material procede de una compañía. • autorizada por el Ministerio de Agricultura del país de origen. • Constancia de que la institución o persona que produjo este material vegetal, autorizó a esta compañía a su reproducción y comercialización. • Las plántulas deben tener un tamaño menor de 15 cm.
Costa Rica	
Honduras	

Fuente: CNMSF, 2017.

2.1.2. Nivel de riesgo asociado a la entrada de artículos reglamentados por países de la región OIRSA

Las mercancías reglamentadas identificadas como posibles vías de entrada incluyen: plantas de banano, vástagos de banano y cormos de plátano para plantar; hojas de banano para consumo humano; plantas e inflorescencias de banano para ornato; semilla botánica y polen de banano para mejoramiento genético; frutos frescos con cáscara para consumo humano; y material genético resultado de cultivo de tejidos o producción *in vitro* para establecimiento de unidades de producción. Para estos artículos hay requisitos fitosanitarios para su importación. Estos requisitos están disponibles para su consulta por parte de los interesados en los sitios/oficinas oficiales de cada Estado miembro de la región OIRSA. Cada país pone a disposición los mecanismos para solicitar la autorización de nuevas mercancías sujetas al intercambio comercial internacional, para el establecimiento o actualización de nuevos requisitos, etc., de conformidad con lo establecido por la Organización Mundial de Comercio (OMC, 1995). El Cuadro 29 resume los niveles de riesgo para la región OIRSA.

2.1.3. Identificación de otras vías de entrada para la plaga

Según se ha establecido por su caracterización taxonómica, el patógeno ha logrado dispersarse y sobrevivir a largas distancias, a través de la movilización de material vegetal propagativo contaminado en forma asintomática, principalmente plantas hijas (hijuelos), con o sin raíz desnuda o a raíz desnuda, cormos (rizoma) infectados y plantas de vivero (Su *et al.*, 1986). Una vez en el campo, durante periodos de fuertes lluvias, esporas del patógeno, tejidos infectados o suelo pueden ser transportados en aguas superficiales, zanjas de riego, ríos, cuerpos de agua para riego naturales o artificiales, etc., hacia zonas no infestadas (Su *et al.*, 1986). Medios de transporte, embalaje, contenedores, herramientas, calzado, ropa de trabajo, etc., contaminados con suelo (Pérez-Vicente *et al.*, 2014; DAF, 2018; DAWR, 2019).

Plantas hospedantes alternas se constituyen como reservorios de fuentes de inóculo (Hennessy *et al.*, 2005). De esta manera, el hongo ha logrado dispersarse desde el este de Asia (Malasia, Indonesia, el sur de China, las Filipinas y el territorio del Norte de Australia), donde el hongo ha evolucionado, hacia países donde no se conocían los aislamientos conocidos como Foc R4T (VCG 01213 y VCG 01216, este último una designación diferente para el mismo VCG) (Dita *et al.*, 2010; Dita *et al.*, 2018). La dispersión de la enfermedad es bien ilustrada por Dita (2016), ver Figura 73.

CUADRO 29.
REGIÓN OIRSA: NIVEL DE RIESGO ASOCIADO A LA IMPORTACIÓN
DE ARTÍCULOS REGLAMENTADOS DE BANANO Y PLÁTANO

Artículos reglamentados / sustento legal	Probabilidad de entrada / nivel de riesgo
México	
Se prohíbe la importación de cualquier mercancía reglamentada, con destino a territorio mexicano (Norma Oficial Mexicana, NOM-010-FITO-1995, por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano – DOF 1996). Se permite el tránsito internacional con destino a un tercer país de frutos frescos del plátano, plantas de plátano y sus partes, así como sus envases y embalajes, el interesado deberá cumplir con lo señalado en la hoja de requisitos fitosanitarios (HRF) que para tal efecto expida la Secretaría. Una vez cumplidos los requisitos de la HRF en el punto de ingreso al país, el interesado deberá obtener el certificado fitosanitario de importación el cual amparará el tránsito del producto desde el punto de entrada hasta el punto de salida del territorio nacional (modificación a la NOM-010-FITO-1995 –DOF, 2009).	México no permite la importación de mercancías de riesgo, cuyo destino de uso previsto sea siembra en campo, tales como: plantas de banano para plantar, vástagos de banano para plantar, cormos de plátano para plantar, plantas/inflorescencias de banano de ornato para siembra (interiores o exteriores) y material genético resultado de cultivo de tejidos o producción <i>in vitro</i> . México no permite la importación de frutos frescos de plátano para consumo humano en fresco. México autoriza la importación de semilla botánica y polen de banano para evaluación experimental en condiciones de confinamiento bajo el procedimiento de "Guardia custodia y responsabilidad" (DGSV, 2012). México no realiza la importación de mercancías reglamentadas de musáceas, incluidos plátanos y bananos de ningún país al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver 2.1). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: Muy bajo.
Belize	
Ls Belize Agricultural Health Authority realiza la importación de germoplasma de banano a través de "The Belize protocol for the importation of Banana germplasm, desde 2007 de la empresa Galiltec (La Lima, Honduras) y desde el 2013 de la empresa Agromod (Tapachula, Chiapas, México).	Belize no autoriza la importación de mercancías de riesgo, cuyo destino de uso previsto sea siembra en campo, tales como: plantas de banano para plantar, vástagos de banano para plantar, cormos de plátano para plantar, plantas/inflorescencias de banano de ornato para siembra (interiores o exteriores). Belize realiza la importación de germoplasma obtenido a través de producción por cultivo de tejidos o material <i>in vitro</i> (meristemos) mediante protocolos de importación a partir del reconocimiento oficial de la empresa por ambas ONPF/material procedente de cultivo de tejidos a partir de protocolos estandarizados y reconocidos internacionalmente/CF libre de plagas cuarentenarias/inspección/cuarentena post-entrada. Posteriormente BAHA, se reserva la autorización para la liberación de los materiales dependiendo de los resultados del muestreo y diagnóstico confirmado por laboratorio oficial. Belize no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver 2.1). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: muy bajo.
Guatemala	
El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA) a través del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones –(Visar), publican en el sitio oficial (internet) para la consulta de productos reglamentados a través de la ventanilla única de Importaciones (Vudi) (MAGA, 2018). Guatemala permite la importación de fruto fresco de: Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua (VUDI, 2017). Guatemala establece requisitos para la importación de: - Meristemos y plántulas de Honduras, El Salvador, México y Costa Rica. - Material vegetativo <i>in vitro</i> (plántulas y meristemos de: Bélgica, El Salvador, México y Costa Rica. Fuente: Información Oficial, Visar-MAGA, 2017. Los requisitos de importación fitosanitaria para materiales vegetativos de banano dependen del país de origen. La expedición de requisitos está sustentada en lo dispuesto en la Ley de Sanidad Vegetal y Animal (Decreto 36-98), Reglamento de la LSVa (Acuerdo Gubernativo 745-99), los Acuerdos Ministeriales 617-2004 y la modificación del 1,185-2004.	Los requisitos fitosanitarios para la importación de germoplasma de banano son: CFI o CFR con declaratoria adicional de que las plantas fueron propagadas con la técnica de cultivo de tejidos. Certificado de origen. Formulario aduanero único centroamericano. Factura comercial de envío (copia). Conocimiento de embarque (copia). A partir del mes de abril del 2019, Guatemala eliminó el requisito fitosanitario en donde se permitía la importación de plántulas y meristemos de Israel, país confirmado oficialmente en 2018 con presencia de FocR4T, sin embargo, este país es sospechoso a la enfermedad desde el 2016. Guatemala no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver 2.1). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: bajo.

CUADRO 29.
REGIÓN OIRSA: NIVEL DE RIESGO ASOCIADO A LA IMPORTACIÓN
DE ARTÍCULOS REGLAMENTADOS DE BANANO Y PLÁTANO

Artículos reglamentados / sustento legal	Probabilidad de entrada / nivel de riesgo
Honduras	
Requisitos fitosanitarios por región y por país publicado en el sitio oficial del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (Senasa, 2018).	Honduras autoriza la importación de materiales vegetales propagativos de Estados Unidos, México, Brasil, Colombia, Ecuador, República Dominicana, Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua y Panamá. Honduras, permite la importación de fruta fresca con cáscara y plátano pelado de cualquier origen. Honduras no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver sección 1. Categorización de las plagas). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: bajo.
El Salvador	
La Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) de El Salvador (comunicación oficial, 2017), refiere que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), realiza la emisión de autorizaciones para que un usuario pueda importar productos y subproductos de origen vegetal. Los requisitos generales para obtener el servicio son los siguientes: Estar registrado como importador en el MAG. Haber cancelado la inscripción anual y ser debidamente autorizado para dicho trámite. Cancelar el monto de la autorización. Pasos a seguir: • Estar registrado como importador y vigente con el pago anual. • Ser persona autorizada para realizar el trámite. • Llenar la solicitud de autorización de importación. • Pagar la orden de pago. • Entrega de la autorización de importación solicitada. El MAG, a través del Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria: Servicios en línea: División de Certificación Fitozoosanitaria para el Comercio, en su consulta de requisitos ingresa los códigos arancelarios sanitarios para la importación de mercancías de origen vegetal y animal (MAG, 2018).	El Salvador, permite la importación de material vegetal propagativo de Guatemala y Honduras. CF/inspección previa a emisión de CF/procedencia de viveros certificados/tratamiento químico en origen/inspección en punto de ingreso/a raíz desnuda/libre de tierra/en sustrato inerte. El Salvador, permite la importación de fruta fresca. CF/inspección/procedente de áreas libres de <i>Thrips palmi</i> . Inspección en punto de ingreso y aplicación de tratamiento cuarentenario. El Salvador, permite la importación de fruto fresco de plátano de México, Costa Rica y Nicaragua. CF/certificado de origen oficial/Inspección en origen previo a la emisión de CF/inspección en punto de ingreso. No hay regulación específica para reglamentar la entrada de Foc R4T. El Salvador no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver sección 1. Categorización de las plagas). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: bajo.
Nicaragua	
El Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria, en su sitio web oficial publica los requerimientos de requisitos fitosanitarios para la importación de materiales vegetales propagativos de musáceas (IPSA, 2018). Requisitos fitosanitarios para la importación de materiales propagativos, con destino, siembra en territorio nicaragüense: (IPSA, 2017) (información oficial): Nicaragua, permite la importación de materiales propagativos de plátano originarios de Honduras. Presentar en frontera permiso de importación, constancia del Departamento de Semillas, factura comercial y certificado fitosanitario indicando envío libre de <i>Opogona sacchari</i> . Material propagativo de plátano origen México. Presentar en frontera permiso sanitario-fitosanitario de importación, constancia del departamento de semillas, copia de factura comercial y certificado fitosanitario oficial de exportación.	Nicaragua, permite la importación de materiales vegetales propagativos consistentes en: plantas de plátano, plantas de banano a raíz desnuda (hijuelos) y plantas producidas bajo condiciones <i>in vitro</i> de los países de Costa Rica, México, El Salvador, Honduras y Guatemala. [Fuente: mag.gob.ni. 2018]. Las importaciones de germoplasma ingresan a estaciones de cuarentena post entrada, en donde son muestreados, monitoreados e inspeccionados hasta determinar su condición fitosanitaria. La ONPF del país se reserva la liberación de los materiales hasta determinar que son negativos a plagas de interés cuarentenario. Nicaragua no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver sección 1. Categorización de las plagas). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: bajo.

CUADRO 29.
REGIÓN OIRSA: NIVEL DE RIESGO ASOCIADO A LA IMPORTACIÓN
DE ARTÍCULOS REGLAMENTADOS DE BANANO Y PLÁTANO

Artículos reglamentados / sustento legal	Probabilidad de entrada / nivel de riesgo
Costa Rica	
El Servicio Fitosanitario del Estado comunica la consulta en línea de requisitos fitosanitarios para la importación (SEF, 2009). El SFE mediante Decreto Ejecutivo N°. 40364-MAG publicado en 2017, se decretan las "Disposiciones generales para la prevención del hongo <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical (Foc R4T), agente causal de la marchitez por <i>Fusarium</i> en cultivos Cavendish y otras musáceas (SFE, 2017).	Costa Rica, permite la importación de materiales vegetales propagativos de Bélgica, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Francia, Guatemala, Holanda, Honduras, Irlanda, México, Nicaragua, Nueva Zelanda, Panamá, Sudáfrica y Venezuela. Prohíbe la importación de cualquier vía de países con presencia de la plaga Foc R4T. Las importaciones de germoplasma ingresan a estaciones de cuarentena post entrada, en donde son muestreadas, monitoreadas e inspeccionadas hasta determinar su condición fitosanitaria. La ONPF del país se reserva la liberación de los materiales hasta determinar que son negativos a plagas de interés cuarentenario. Dispone de regulación específica para prevenir la entrada de Foc R4T, en donde se establecen las medidas fitosanitarias aplicables a las importaciones de mercancías reglamentadas de bananos y otras musáceas, incluida la prohibición de cualquier material procedente de países de importancia económica y social. [Resolución: 004-2017-NR-SFE]. Costa Rica no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver sección 1. Categorización de las plagas). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: bajo.
Panamá	
El Ministerio de Desarrollo Agropecuario establece los requisitos fitosanitarios para la importación de mercancías, publicado en su sitio (Mida, 2018).	Panamá, permite la importación de materiales vegetales propagativos musáceas (meristemos, plantas <i>in vitro</i> , plantas) de Cuba, Ecuador, España, Estados Unidos, Honduras, México, Rep. Dominicana y Costa Rica. CF/libre de plagas cuarentenarias. No hay regulación específica para reglamentar la entrada de Foc R4T. Panamá no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver sección 1. Categorización de las plagas). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: bajo.
República Dominicana	
Requisitos fitosanitarios de importación de mercancías publicado en el sitio web del Comité Nacional para Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (CNMSF, 2010).	República Dominicana, permite la importación de material vegetal propagativo de Surinam, Costa Rica y Honduras. Requisitos: CF/libre de tierra/material de empaque esterilizado. Constancia (certificación) de que el material procede de una compañía autorizada por el Ministerio de Agricultura del país de origen. Constancia de que la institución o persona que produjo el material vegetal, autorizó a esta compañía a su reproducción y comercialización. Las plántulas deben tener un tamaño menor de 15 cm. No hay regulación específica para reglamentar la entrada de Foc R4T. República Dominicana no realiza la importación de mercancías reglamentadas de países donde se encuentra Foc R4T, al cierre del presente estudio de ARP por plaga (ver sección 1. Categorización de las plagas). Nivel de riesgo para mercancías reglamentadas: bajo.

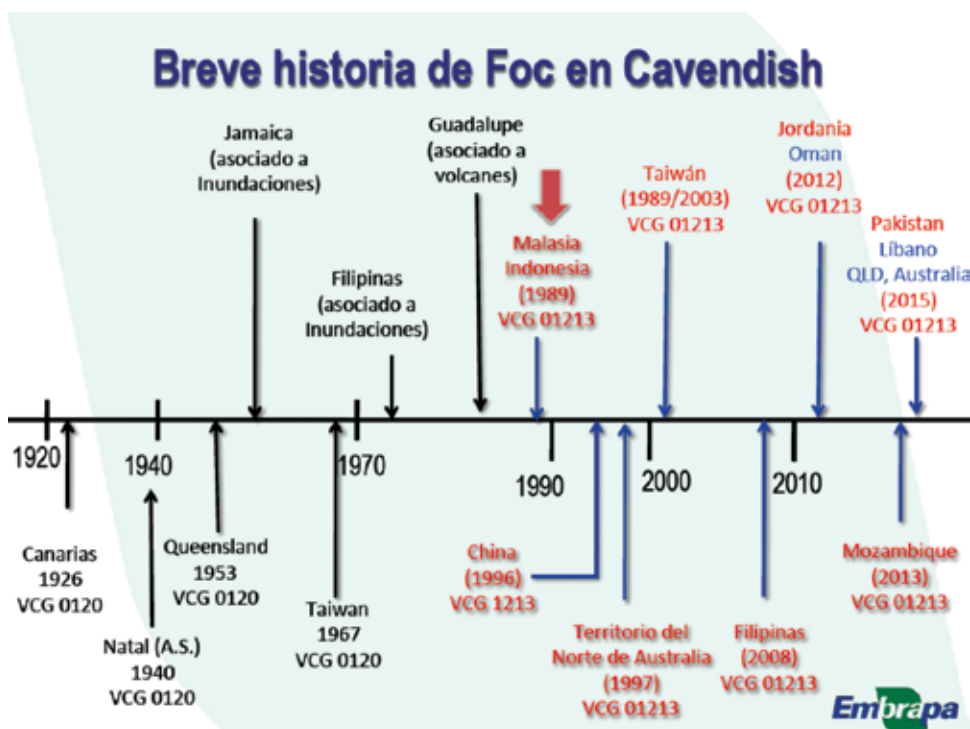


FIGURA 72. Avance en la dispersión de la enfermedad ocasionada por Foc R4T en bananos var. Cavendish (AAA). [Modificado de Dita (2016)].

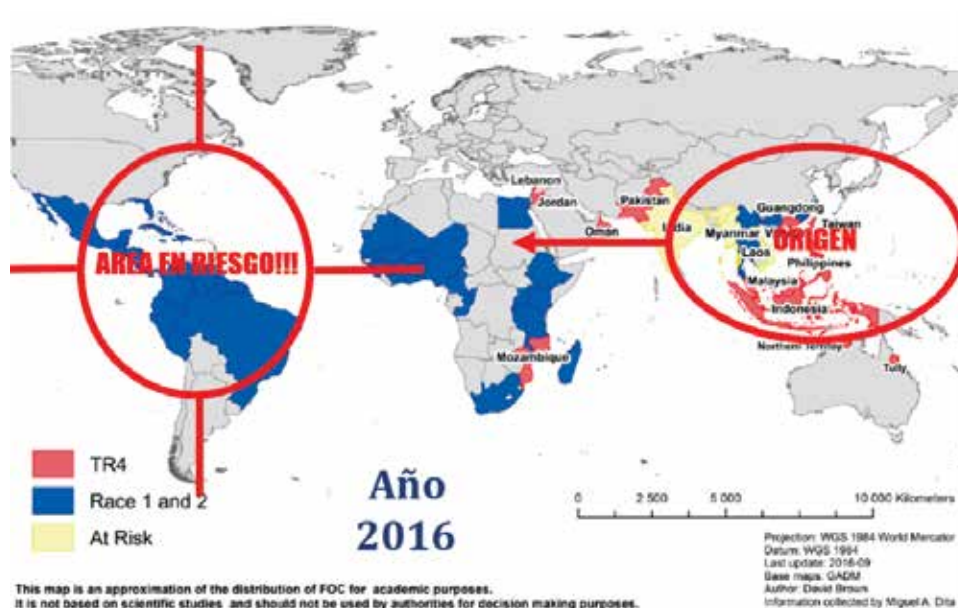


FIGURA 73. Ampliación de la distribución geográfica confirmada de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 4 tropical. Al año 2018 se confirmó la presencia de la enfermedad en Myanmar, India e Israel. [Modificado de Dita (2016)].

CUADRO 30.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE FOC R4T,
EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS VÍAS CARACTERIZADAS
CON MUSA SPP. COMO MATERIAL HOSPEDANTE

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Plantas con o sin raíz, hijuelos o hijos de espada	
Brotos de la planta madre que crecen en su base, denominados "hijuelos o vástagos". Son utilizados para la replantación de la huerta, ya sea que este sea retirado para ser transportado a otra área o para que sea utilizado como material para el establecimiento de una nueva planta en la misma área de origen o para ser movilizado a otra por el hombre. Material reproducido vegetativamente (ya que los bananos o plátanos cultivados no producen semilla) [Corbana, 2011; Centa, 2010; Macias, 2011; FAO, 2016; Jiménez, 2016]. Estos materiales han sido la fuente más importante de dispersión de inóculo de Foc R4T entre áreas, en un mismo país y fuera del país en el comercio internacional (Ploetz <i>et al.</i>, 2015; Dita <i>et al.</i>, 2018; FAO, 2018; ProMusa, 2018; WU, 2018). Plantas asintomáticas en el comercio internacional son vía de dispersión de plagas y enfermedades, no siendo la excepción, la infección ocasionada por Foc R4T. Todos los países de la región centroamericana, establecen requisitos fitosanitarios para la importación de materiales vegetativos propagativos, los cuales, para ser autorizados en su entrada, deben de cumplir con dichos requisitos.	• Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo alto. • Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente: riesgo bajo.* • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto. La importación ilegal de material vegetal propagativo infectado/asintomático representa el mayor riesgo de que la plaga entre en la región OIRSA.
Cormos (rizoma)	
La planta madre y el vástago están conectados entre sí por el rizoma también denominado cormo, que es la estructura u órgano que constituye el verdadero tallo que es de naturaleza subterránea, mismo que es retirado y utilizado como material de siembra. Esta estructura es la que en forma convencional se utiliza para el establecimiento de una nueva área de producción o bien para repoblar la senescente, al interior de un país o área (Corbana, 2011; Centa, 2010; Macias, 2011; FAO, 2016; Jiménez, 2016). Tradicionalmente este tipo de vía ha sido la principal fuente de dispersión antropogénica de enfermedades en el cultivo del banano a través del tránsito y comercio nacional (Dita, 2010; Ploetz <i>et al.</i>, 2015; Dita <i>et al.</i>, 2018; FAO, 2018; ProMusa, 2018; Warman y Aitken, 2018; WU, 2018). Está comprobado que materiales vegetativos utilizados para el repoblamiento de áreas de producción, tales como hijuelos y cormos infectados en forma asintomática son el principal factor involucrado en la dispersión Foc entre áreas de producción cercanas (Dita <i>et al.</i>, 2010; Ploetz <i>et al.</i>, 2015; ProMusa, 2018; Warman y Aitken, 2018).	• Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo alto. • Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente: riesgo bajo.* • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto. La importación ilegal de material vegetal propagativo infectado/asintomático representa el mayor riesgo de que la plaga entre en la región OIRSA.
Hojas o follaje en fresco	
Las hojas presentan la sintomatología de la enfermedad en condiciones de campo. La hoja bandera presenta evidencias del deterioro de la enfermedad o marchitez, la hoja más joven también conocida como hoja cigarro que puede presentar "enanismo" (Dita, 2010; Gómez-Caicedo <i>et al.</i>, 2011; Guzmán <i>et al.</i>, 2013; Dita <i>et al.</i>, 2018). En algunos países como México son utilizadas como ingrediente para la preparación de alimentos (tamales u otros). También son utilizadas para la fabricación de artesanías (Canto y Castillo, 2011). Suelo contaminado con clamidosporas de Foc R4T puede ser depositado en las hojas de banano cuando las condiciones atmosféricas así lo permiten en países con presencia de Foc R4T (Cao <i>et al.</i>, 2003; Nang <i>et al.</i>, 2011; Ploetz <i>et al.</i>, 2015; Warman y Aitken, 2018). Hojas cosechadas sin cuidado, sucias, no tratadas, pueden ser vía de diseminación o movilización de esporas de Foc R4T.	• Mercancías reglamentadas, empacadas en recipientes limpios, nuevos, de primer uso, originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo medio. • Hojas frescas de plátano o banano, empacadas en contenedores permeables, originarias o procedentes de países donde la enfermedad es ausente: riesgo bajo. • Importaciones ilegales o ingreso sin el conocimiento de la autoridad de países con presencia confirmada de la enfermedad: riesgo alto.

CUADRO 30.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE FOC R4T,
EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS VÍAS CARACTERIZADAS
CON MUSA SPP. COMO MATERIAL HOSPEDANTE

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Inflorescencia	
Muchas musáceas, incluidas variedades locales o comerciales de bananos, exhiben inflorescencias muy coloridas y vistosas, con colores muy llamativos. Estas son utilizadas en floristería para la elaboración de arreglos florales en fresco, o deshidratadas como artesanías (Dita, 2010; Gómez-Caicedo <i>et al.</i>, 2011; Canto y Castillo, 2011). En internet se ofertan abundantes mercancías, las cuales están disponibles a nivel internacional y que son enviadas por correo internacional (Senasica, 2017; AICM, 2018). Legislación en materia de bioseguridad es documentada por Australia (ANAO, 2018). Inflorescencias, flor cortada y follaje, sucios, no tratados, pueden ser vía de diseminación o movilización de esporas de Foc R4T (Nang <i>et al.</i>, 2011; Warman y Aitken, 2018). Antes de traer o enviar, comprar o solicitar artículos por internet mercancías a la región OIRSA para su uso o el uso de familiares y amigos, verifique que esté permitido en el país al que se desea importar. Para conocer las condiciones de importación detalladas para cada producto, consultar a la autoridad fitosanitaria del país de interés.	• Mercancías reglamentadas empaçadas en frío en recipientes impermeables, limpios, nuevos, de primer uso, originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo medio. • Inflorescencias frescas de <i>Musa</i> spp., empaçadas en contenedores permeables, originarias o procedentes de países donde la plaga es ausente: riesgo bajo. • Importaciones ilegales o ingreso sin el conocimiento de la autoridad de países con presencia de la plaga: riesgo alto.
Semilla botánica y polen	
Las variedades de plátanos y bananos producidos comercialmente proceden de la reproducción vegetativa, por lo cual no existen semillas botánicas o resultado de la reproducción sexual fértiles que puedan ser vía de diseminación de la plaga. A nivel experimental, para la evaluación de nuevas variedades existen requerimientos de importación de semilla botánica procedente de parentales fértiles (Ploetz, 2002; Allen, 1999). El polen puede ser vía de diseminación de esporas de Foc al ser contaminado vía aérea o por salpique de agua contaminada o por manipulación humana sin el debido cuidado (Palmero <i>et al.</i>, 2011; Rieux <i>et al.</i>, 2014; Warman y Aitken, 2018). En las áreas de producción de banano, se ha observado la presencia de animales (nematodos, coleópteros), polinizadores (abejas, abejorros, etc.), que visitan las flores, los cuales pueden ser vehículo de dispersión de esporas de hongos y bacterias (Namu, 2008; Ploetz <i>et al.</i>, 2015). Como resultado del descarte de frutos para distribución en el mercado, se generan cantidades de "basura", tales como restos de racimos, raquis y frutos que no cumplen las medidas de calidad para los mercados (Navarro, 2011), estos "desechos" en algunos casos son utilizados para la alimentación de ganado/cerdos (. En este caso, se desconoce si el polen movilizado en la basura, puede ser vía de diseminación de inóculo de la plaga. Durante la búsqueda y análisis de literatura técnico científica disponible, no se encontró alguna que refiera estudios al respecto. El polen puede ser vehículo para la movilización de esporas de Foc R4T. El movimiento de partes de la planta, ya sea para ser utilizados como material de propagación o como resultado de las prácticas agrícolas, pueden implicar riesgos significativos a nivel local, regional, continental y deben ser estrictamente controlados en áreas afectadas con Foc.	• Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo medio. • Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente: riesgo bajo. • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto.

CUADRO 30.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE FOC R4T,
EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS VÍAS CARACTERIZADAS
CON MUSA SPP. COMO MATERIAL HOSPEDANTE

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Frutos frescos con cáscara	
Los frutos <i>per se</i> parecen no ser vía reconocida de la movilización de estructuras de reproducción del hongo; sin embargo, altas concentraciones de esporas pueden ser suficientes como inóculo para el inicio de un proceso de infección. De manera comercial la cantidad de esporas para iniciar un proceso de infección tal vez sea suficiente dado el volumen de un embarque, lo cual también depende de factores tales como época de cosecha y tránsito de la mercancía y periodicidad de los embarques. Vía condicional (Dita, 2016, comunicación personal). Hasta el momento, no se ha publicado evidencia científica de la dispersión de Foc a través de frutas de banano, pero una mejor comprensión de este riesgo es necesaria. Un estudio reciente relacionado con la presencia de Foc R4T en Oriente Medio incluyó el análisis de esta posibilidad (Ploetz <i>et al.</i>, 2015). Una publicación australiana indica que Foc podrían moverse en forma asintomática en los vasos de conducción en el interior de los racimos de la fruta y en trozos de hojas infectadas asociadas a la basura acompañante de envíos de fruta desde Filipinas (Commonwealth of Australia, 2004). Sin embargo, faltan más estudios para determinar el grado de asociación de la plaga con el fruto como contaminante. El movimiento de partes de la planta, ya sea para ser utilizados como material de propagación o como resultado de las prácticas agrícolas, pueden implicar riesgos significativos a nivel local, regional, continental y deben ser estrictamente controlados en áreas afectadas con Foc (DAWR, 2018).	• Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo muy bajo (siempre y cuando se realice el proceso de lavado con fuentes de agua libres de Foc R4T). • Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente: riesgo insignificante. • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto. En el comercio internacional del fruto de banano como mercancía reglamentada, generalmente es lavado con agua limpia y un jabón/detergente adecuado. Esta práctica mitiga el riesgo de contaminación con esporas del hongo, de acuerdo con lo expuesto en el código de prácticas de higiene para frutas y hortalizas frescas de la FAO (2013). Este tratamiento ha probado ser efectivo para garantizar condiciones de inocuidad alimentaria adecuadas para consumo humano directo y por lo tanto para mitigar el riesgo de asociación de plagas fitosanitarias de superficie o contaminantes (APIB, 2019). Frutas de desconocida procedencia, representan un nivel de riesgo alto en el tránsito internacional.
Frutos sin cáscara, pulpa de plátano	
El mesocarpio y endocarpio de plátano se utiliza para su consumo en fresco y como ingrediente para la elaboración de alimentos ya sea dulces y salados (Canto y Castillo, 2011; FAO, 2016). Proceso industrial. Una vez que se recibe la fruta de los proveedores, el banano es descargado, luego se pesa y se envía a los cuartos de maduración, en donde se manejan determinados tiempos y temperaturas. Luego pasa a la etapa de extracción, en la que se realiza el pelado de la fruta y separación de la semilla, hasta llegar a la cámara de homogeneización y esterilizado. El puré que se obtiene luego del proceso se empaqueta en fundas asépticas y se coloca en las diversas presentaciones para la exportación (Navarro, 2011).	• Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo insignificante. • Mercancías reglamentadas originarias o procedentes donde la plaga este ausente: riesgo insignificante.
Cáscara de plátano deshidratada	
La cáscara del banano deshidratada, se utiliza como ingrediente biológico para la elaboración de abonos orgánicos, ya que es fuente natural de minerales como fósforo y potasio, lo que lo hacen fácilmente asimilable por las plantas (Navarro, 2011; Bonilla-Vazquez, 2017). Durante la búsqueda, revisión y análisis de información técnico científica, no se encontró alguna que refiera que la cáscara de plátano para procesos industriales (manejo físico, deshidratado, troceado y molido sea vía de dispersión de Foc a través del comercio internacional, pero una mejor comprensión de este riesgo es necesaria. Un estudio reciente relacionado con la presencia de Foc R4T en Oriente Medio incluyó el análisis de esta posibilidad (Pérez-Vicente <i>et al.</i>, 2014; Ploetz <i>et al.</i>, 2015; Dita <i>et al.</i>, 2018).	• Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países con presencia de la plaga: riesgo medio. • Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente: riesgo insignificante. • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto.

CUADRO 30.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE FOC R4T,
EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS VÍAS CARACTERIZADAS
CON MUSA SPP. COMO MATERIAL HOSPEDANTE

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	
Germoplasma. Plantas destinadas para uso en programas de mejoramiento o conservación. Desde principios de 1970, el cultivo de tejidos ha permitido la producción en masa de los cultivares (Gowen <i>et al.</i>, 1995; Ordoñez <i>et al.</i>, 2015). Esto facilita la reproducción, selección y movilización de plantas genéticamente idénticas, que presentan características buscadas y preferidas por los consumidores, además de que agronómicamente presentan propiedades sobresalientes o deseables, lo que les permite su distribución hacia amplias superficies agrícolas en todo el mundo. Sin embargo, esta homogeneidad típica de los monocultivos resulta en vulnerabilidad a las enfermedades, lo que los vuelve muy susceptibles a su ataque (Macías, 2011; Guzman <i>et al.</i>, 2013; Ordoñez <i>et al.</i>, 2015). Mientras se garantizan las condiciones de producción del material, este es adecuado para garantizar la condición fitosanitaria de los mismos, sin embargo, es importante la implementación de medidas que permitan asegurar el tránsito de la vía para asegurar que la mercancía una vez constituida como tal, seguirá conservando la misma condición fitosanitaria posterior a la emisión del certificado fitosanitario. Esta situación deberá ser verificada y asegurada por la autoridad fitosanitaria tanto del país exportador como del importador (Guzman <i>et al.</i>, 2013; Dita, 2010; Ploetz <i>et al.</i>, 1990; Hwang y Ko, 2004). Cualquier material vegetal propagativo para la reproducción de las especies, ya sea con fines experimentales o comerciales, deberá pasar por un proceso de análisis de riesgo a solicitud de parte, lo cual permitirá realizar la respectiva evaluación de riesgo y en su caso la recomendación para permitir o negar la importación. En la práctica se ha observado que únicamente el cultivo de meristemos es seguro, otros tipos de materiales (plantas <i>in vitro</i> con medio de cultivo, plantas <i>ex vitro</i> endurecidas, etc.), tienen potencial de ser contaminados (Pérez-Vicente <i>et al.</i>, 2014; Pérez-Vicente, 2019 comunicación personal).	• Mercancías reglamentadas procedentes de instancias/empresas de producción, reconocidas/autorizadas, aprobadas, inspeccionadas y certificadas para la producción, exportación, venta y distribución. Riesgo bajo. • Mercancías procedentes de instancias/empresas de producción, no autorizadas, que no cuentan con procesos de aprobación, inspección y certificación, así como del reconocimiento por parte de la autoridad fitosanitaria de los países exportador e importador. Riesgo alto. • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador. Riesgo alto. Autoridades fitosanitarias de Costa Rica (SFE, 2017, 2019) y Nicaragua (IPSA, 2018) prohíben la importación de germoplasma (<i>in vitro</i> y <i>ex vitro</i>), originario y procedente de países con presencia de la plaga. En esta condición únicamente se permite la importación desde países donde la plaga está ausente.**
Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	
Especies de los género <i>Musa</i> musáceas en general, cuyo destino de uso previsto sea como ornamentales (flores o follaje de corte) o como material vegetal propagativo para la reproducción de las especies, ya sea con fines experimentales o comerciales, deberá pasar por un proceso de análisis de riesgo a solicitud de parte, lo cual permitirá realizar la respectiva evaluación de riesgo y en su caso la recomendación para permitir o negar la importación (Pocasangre <i>et al.</i>, 2011; Dita <i>et al.</i>, 2018).	• Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países con presencia: riesgo alto. • Mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente: riesgo bajo. • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto.
(*) La probabilidad de riesgo estimada como baja, será definida una vez se establezca el nivel de riesgo para países con ausencia determinada por encuesta (muestreo y monitoreo), sospecha de presencia y presencia confirmada, así como de las actividades realizadas a partir del ingreso de germoplasma procedente de países con presencia con requisitos fitosanitarios vigentes en países de la región OIRSA a la fecha de término del presente estudio de ARP. (**) En general, la importación de meristemos y plantas <i>in vitro</i> sin medio de cultivo, representa el menor riesgo en el comercio internacional; sin embargo, será necesario analizar caso por caso, las condiciones de producción, para lo cual deberá mediar un estudio expedito de ARP.	

Una vez expuesta la información precedente, a continuación se analizará la probabilidad de entrada de las vías identificadas como de riesgo en el presente estudio regional de análisis de riesgo de plagas por plaga, las cuales se han determinado internacionalmente como probables en la movilización de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical. Cabe destacar que la determinación de las siguientes probabilidades corresponde únicamente a las vías caracterizadas, en el entendido de que los países miembros del OIRSA no realizan la importación de artículos reglamentados desde países con presencia de la plaga.

CUADRO 31.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE
FOC R4T EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE
LAS VÍAS CARACTERIZADAS COMO NO HOSPEDANTES

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes	
Mercancías consistentes en sustratos para siembra de origen vegetal (sustratos orgánicos activos), no esterilizados o sin aplicación de tratamientos para la desinfección, tales como calor húmedo (vaporización), calor seco (solarización), fumigación con biocidas como bromuro de metilo o fosfuro de aluminio, metam sodio, formalina, basamida, telone-cl, fungicidas estrechos, aplicados con la finalidad de inactivar/destruir cualquier fuente de inóculo del hongo Foc R4T, no se encuentran disponibles en la literatura, por lo tanto, no ha sido evaluada su efectividad (Arbeláez <i>et al.</i>, 2017). Información disponible para otras especies de <i>Fusarium</i> sugiere que tratamientos aplicados para el manejo de las enfermedades que ocasionan las diferentes especies, tales como solarización, aplicación de organismos antagonistas, control de la fauna coadyuvante (nematodos, insectos), etc, pueden ayudar a disminuir la tasa de inóculo en el suelo (Smith, 2007; Breš y Politycka, 2016). Sin embargo, información sólida desde la perspectiva de aplicación de tratamientos con fines cuarentenios no ha sido publicada, ni a nivel experimental ni a escala comercial (Sandoval, 2010; Covacevich <i>et al.</i>, 2014; Arbeláez <i>et al.</i>, 2017). En esta categoría de productos se tienen sustratos a base de fibra de coco, paja de cereales (arroz, trigo, mijo, sorgo, etc.), astillado de madera, cáscara deshidratada de nuez pecanera, harina de bagazo de caña, harina de bagazo (olote) de maíz, bagazo de producto de algodón, fibra vegetal para producción industrial, etc. (Breš y Politycka, 2016). Plantas desarrolladas en medios de cultivo de tipo orgánico, que no haya sido previamente esterilizado constituyen fuente de dispersión de la enfermedad. En el comercio internacional, plantas en estas condiciones constituyen fuente de entrada de plagas de interés cuarentenario (Perez-Vicente, 2004; Perez-Vicente <i>et al.</i>, 2014).	• Importación de sustratos de origen orgánico no tratados, no desinfestados o no esterilizados, solos o como soporte/nutrición de plantas reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo alto. • Importación de sustratos orgánicos e inorgánicos tratados, desinfestados o esterilizados, solos o como soporte/nutrición de plantas reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo bajo. • Importación de sustratos no tratados, no desinfestados o no esterilizados, solos o como soporte/nutrición de plantas ingresadas ilegalmente o sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto. La importación ilegal de material vegetal infectado representa el mayor riesgo de que la plaga entre en la región OIRSA.
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes contaminados con materiales de plantas hospedantes	
En este rubro están mercancías no consideradas bajo procesos de inspección y certificación fitosanitaria, tales como artesanías o productos manufacturados con derivados de plantas de <i>Musa</i> spp., tales como portalápices, sombreros, muebles, bolsas, portavasos, máscaras ornamentales o con fines religiosos, derivados vegetales para fines medicinales o cosméticos, etc. (SFE, 2019; Ing. Erick Soto, comunicación personal). En general productos que no han recibido tratamiento fitosanitario con fines de garantizar su condición fitosanitaria. Productos para usos diferentes al fitosanitario (siembra, consumo humano o animal o industrialización) para uso en exteriores que no han recibido tratamiento y que se movilizan en el comercio internacional presentan un riesgo para la movilización y el establecimiento de plagas graves para la agricultura, incluido estructuras de reproducción de Foc R4T.	• Importación de mercancías/ reglamentadas originarias o procedentes de países con presencia de la plaga: riesgo alto. • Importación de mercancías/artículos no reglamentados originarios o procedentes de países donde la plaga está ausente: riesgo muy bajo. • Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto.

CUADRO 31.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE
FOC R4T EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE
LAS VÍAS CARACTERIZADAS COMO NO HOSPEDANTES

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Suelo	
En el tránsito internacional, el suelo <i>per se</i> está prohibido (CIPF, 1997; ISO, 2014; DAWR, 2017; FAO, 2018; USDA, 2017; Senasica, 2019). En el caso de solicitudes de importación de una cierta cantidad de suelo con fines de investigación, se establece que este tipo de solicitudes deben ser resueltas en sentido negativo ya que el riesgo que conlleva este tipo de vía es alto. Suelo adherido como contaminante a otros medios de dispersión del hongo, tales como vehículos, embalajes o contenedores que estuvieron en contacto con suelo infestado es de riesgo alto (NIMF 32-CIPF, 2009). En países con presencia confirmada o sospechosa a la enfermedad, se ha determinado que el suelo es vía de dispersión de inóculo de la enfermedad ocasionada por Foc R4T (DAWR, 2018). Se prohíbe la importación de cualquier cantidad de suelo de acuerdo con lo dispuesto en normatividad internacional (CIPF, 2017; NAPPO, 2003). Así mismo, muchas ONPF, establecen normatividad especial para prohibir o reglamentar la importación de suelo, entre ellas, China, Estados Unidos, Australia, Canadá, etc. (PRC, 1982; USDA, 2017; DAWR, 2017; ISO, 2018; Senasica, 2019).	- Suelo, en relación con fuentes de inóculo de Foc R4T, como contaminante en vehículos, contenedores, medios de embalaje de mercancías reglamentadas, originarias o procedentes de países donde la plaga está presente: riesgo alto. - Suelo contaminado con esporas (microconidios, macroconidios, clamidosporas; micelio), restos vegetales, etc, en cualquier cantidad en mercancías reglamentadas o no reglamentadas originarias o procedentes de países con presencia de la enfermedad: riesgo alto. - Suelo como contaminante en artículos deportivos, de campismo; en herramientas de labranza agrícola; en zapatos, vestimenta de trabajadores agrícolas o turistas, etc., procedentes de países con presencia de la plaga: riesgo alto. - Importaciones ilegales o ingreso sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador: riesgo alto.
Aire	
El aire puede ser vía de dispersión de esporas del hongo. Esta vía es evaluada como probable después de la entrada y establecimiento de la enfermedad en un área. La capacidad de transporte de esporas por el aire que causan infecciones por encima del suelo no están claras o ha generado polémica. La inoculación experimental de heridas en tallo con conidios de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i> no pudieron establecer infecciones en el pepino, lo que sugiere que las esporas en el aire son depositadas sobre la superficie del sustrato y la infección se produce principalmente a través de la raíz (Scarlett <i>et al.</i>, 2015). En contraste, la infección a través de heridas en las hojas por propágulos en el aire de Forl en tomates y Fob en albahaca han sido reportados (Rekah <i>et al.</i>, 2000; Dita <i>et al.</i>, 2018). De esta manera, esta vía se tratará como probable una vez que se ha declarado la oficialidad de la presencia de la plaga en un área (Dita <i>et al.</i>, 2018). No constituye elemento de riesgo para la entrada entre países donde la plaga no está presente.	El viento es vía de movilización/dispersión de la plaga en países con presencia de la plaga. Probabilidad de entrada de países con presencia: riesgo bajo. Una vez que el patógeno logre ingresar a un país de la región OIRSA, los factores antropogénicos, bióticos y abióticos se encargan de dispersar a la plaga.
Agua	
El agua es vía de dispersión posterior a la entrada. Puede formar parte del periodo de establecimiento. El agua es vía de dispersión de estructuras de reproducción del hongo. Agua de correntera, de riego por salpique, riego rodado, agua por inundación, etc. (McCartney y Fitt, 1998; Pegg y Manners, 2014; Wen <i>et al.</i>, 2015). El agua (por lluvia, riesgo, salpique, escorrentía, arrastre, estancamiento, etc.) es vía de dispersión, pero no de entrada de inóculo de Foc R4T en países con presencia de la enfermedad. Una vez que el patógeno logre ingresar a un país de la región OIRSA, los factores antropogénicos, bióticos y abióticos se encargan de dispersar a la plaga.	- Vehículos, contenedores, con agua en estado líquido o por salpique impregnados con suelo contaminado, procedentes de países con presencia de la plaga: riesgo medio. - Países donde la plaga no está presente: riesgo de entrada: insignificante. La aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias en forma oportuna permitirá retardar la entrada de inóculo en las vías identificadas en el presente estudio regional.

CUADRO 31.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE
FOC R4T EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE
LAS VÍAS CARACTERIZADAS COMO NO HOSPEDANTES

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Pasajeros (calzado, ropa), materiales o artículos transportados por pasajeros	
Personas, pasajeros, turistas, cuyo calzado, ropa o efectos personales por actividades tales como trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito, pudieron haber estado en contacto con fuentes de inóculo, tales como suelo, agua u otros. El suelo contaminado en cualquier cantidad puede ser vía de dispersión de microconidios, macroconidios, clamidiosporas y micelio de Foc R4T (DAWR, 2017; Warman y Aitken, 2018). Artículos deportivos, de campismo o de desempeño al aire libre ya sea por actividades de trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito que pudieron estar en contacto con suelo o plantas infectadas. En cuanto a la definición de perfil de riesgo para pasajeros internacionales, se especifica lo siguiente: En el caso de plantas, productos vegetales o plagas interceptadas en equipajes de pasajeros, el origen será el declarado por el pasajero.	- El tránsito de pasajeros internacionales, procedentes de países con presencia de la plaga, cuyas posesiones hayan estado en contacto con suelo o agua contaminados, pueden ser vía de entrada de la plaga: riesgo alto. - Pasajeros internacionales, originarios o procedentes de países donde la plaga no está presente: riesgo muy bajo. El tránsito internacional de pasajeros que arriban por vía aérea será tratado como vía de entrada de riesgo en un apartado posterior.
Animales o mascotas (patas, pelaje)	
Animales (silvestres o domesticados o bajo condiciones de cautiverio –ejemplares de zoológico o reservas) o mascotas, en ambos casos, cuyas patas, pelaje, piel o plumaje estuvieron en contacto con suelo infestado, ya sea que sean transportados por actividades de trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito que pudieron estar en contacto con suelo o plantas infectadas (DA, 2018a; DA, 2018b; Senasica, 2019). Productos prohibidos en el comercio internacional (cualquier origen): - Cualquier especie animal regulada, incluye peces, crustáceos o tortugas (excepto perros y gatos). - Contenedores con animales, restos de animales (sangre, plumas, huesos, despojos, otros). - Alimento balanceado para cualquier especie, incluye productos acuícolas para consumo animal (excepto para perros y gatos). - Alimento balanceado para perro y gato con carne de bovino, ovino y caprino. - Productos regulados en mal estado, en descomposición o presencia de larvas o insectos. [Senasica, 2019].	- El tránsito de animales de compañía con pasajeros internacionales, procedentes de países con presencia de la enfermedad, cuyas partes externas pudieron estar en contacto con suelo o agua contaminados, pueden ser vía de entrada de la plaga: riesgo medio. - Animales (perros y gatos), portados por pasajeros internacionales, originarios o procedentes de países donde la plaga no está presente: riesgo muy bajo. El tránsito internacional de animales que arriban por vía aérea/marítima será tratado como vía de entrada de riesgo en un apartado posterior. Los animales que sean importados deberán cumplir con las disposiciones sanitarias emitidas por el país importador.
Correo internacional	
Mercancías, regalos, o cualquier artículo comercial o no, transportado por correo internacional, podría ser vía para la entrada de plagas, si es posible que dichos artículos hayan estado en contacto con suelo contaminado o plantas infectadas, procedentes de países con presencia de la enfermedad (DA, 2014; DA, 2018a). A manera de ejemplo, el Australian National Audit Office, informa que en 2012-2013, alrededor de 180 millones de envíos de correo internacional llegaron a ese país en forma de cartas, servicio de correo urgente, paquetes y artículos ordinarios. A diferencia de la carga aérea y marítima entrante, las agencias fronterizas no reciben detalles previos a la llegada del remitente, el destinatario o el contenido declarado de los artículos individuales, todo esto representa un alto riesgo de que las mercancías o artículos transportados de esta manera puedan ser vehículo de plagas (ANAO, 2018).	- La movilización de correo por vías internacionales, ya sea marítimas, terrestres o aéreas, procedentes de países con presencia de la enfermedad, cuyos medios de distribución (contenedores, embalajes, vehículos, etc.), pudieron estar en contacto con suelo o agua contaminados, pueden ser vía de entrada de la plaga: riesgo alto. - La movilización de correo por vías internacionales, ya sea marítimas, terrestres o aéreas, procedentes de países con presencia de la enfermedad, cuyos medios de distribución (contenedores, embalajes, vehículos, etc.), son nuevos, de primer uso o que han sido usados pero desinfectados o desinfectados por algún medio físico o químico que permitan mitigar el riesgo de asociación con plagas: riesgo bajo. Nivel de riesgo para esta categoría: medio.

CUADRO 31.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ENTRADA DE
FOC R4T EN LA MOVILIZACIÓN INTERNACIONAL DE
LAS VÍAS CARACTERIZADAS COMO NO HOSPEDANTES

Tipo de vía / Probabilidad de entrada	Vías de riesgo
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo)	
El principal riesgo de plagas asociado a vehículos, maquinaria y equipos usados (VME) es la contaminación con suelo, plagas, restos vegetales y semillas y otras partes de plantas con capacidad reproductiva (NIMF 32-CIPF 2009; QRM, 2019). Las semillas y otras partes de plantas con capacidad reproductiva podrán ser motivo de preocupación porque la propia planta puede ser una plaga o albergar plagas. Son preocupantes en particular las plagas que tienen una fase vital resistente o latente que les permite sobrevivir al transporte a áreas en peligro (CIFA, 2014; USDA, 2017). Contenedores de mercancías reglamentadas o no reglamentadas, que no hayan sido debidamente sanitizados o limpiados en su interior o exterior y que estén contaminados con cualquier cantidad de suelo contaminado, procedentes de países con presencia de la enfermedad, representa un riesgo de ingreso de plagas (IICA, 2009; QRM, 2019). En cuanto a las plantas, productos vegetales o plagas interceptadas en vehículos, se consigna como lugar de origen probable, el país donde se inició el viaje, y se establece, si se puede, los países en tránsito. En el caso de cargas o artículos que están amparados por un certificado fitosanitario, el país de origen es el declarado en dicho documento. En el caso de productos elaborados que no requieren de certificado fitosanitario, se determina el país de origen de la factura comercial involucrada o de la etiqueta de los productos. En el caso de embalajes que involucren mercancías certificadas, el país de origen de la marca. Esta variabilidad de situaciones explica también por qué a nivel de inspectores de cuarentena se debe evaluar el nivel de peligro, más allá del nivel de riesgo. Las evaluaciones de riesgo requieren identificar un área de origen y su estatus fitosanitario (NIMF 5-CIPF, 2018; IICA, 2015).	• Vehículos, contenedores, medios de embalaje (tarimas, cajas, costales, metasacos, etc.), herramientas de trabajo, equipo, etc., contaminados con cualquier cantidad de suelo adherido, procedentes de países con presencia de la plaga o que pudieron estar en contacto con plantas o partes de plantas infectadas o infestadas: riesgo alto. El tránsito internacional de VME, así como de contenedores, herramientas, medios de embalaje, etc., que arriban por vía aérea/marítima serán tratados como vía de entrada de riesgo en un apartado posterior.

2.1.4. Documentación de entrada de vías específicas

Producción en condiciones controladas:
germoplasma desarrollado por cultivo de tejidos o *in vitro*

En plátanos o bananos comestibles y en general en plantas, la embriogénesis no está restringida a la fecundación de la célula huevo (óvulo), también puede ser inducida natural o artificialmente en las células somáticas (células no sexuales). La adquisición de la competencia embriogénica en células somáticas involucra una fase de inducción, la cual no existe en la embriogénesis cigótica (Dodeman *et al.*, 1997).

La embriogénesis somática o asexual *in vitro* es el proceso mediante el cual las células somáticas haploides o diploides se desarrollan en embriones pasando a través de diferentes estados morfológicos característicos de la embriogénesis cigótica, pero sin la fusión de gametos (Williams y Maheswaran, 1986). Un embrión somático se caracteriza por presentar una estructura bipolar, la cual desarrolla precoz y simultáneamente un meristemo de tallo y un meristemo de raíz (Margara, 1988). La importancia de

la producción *in vitro* radica en que permite la posibilidad de multiplicación de genotipos a gran escala. Facilita el cultivo en medios líquidos y favorece la automatización del sistema de cultivo. Además, es una técnica de regeneración celular, la cual, puede ser utilizada como base para el mejoramiento genético no convencional. Permite la conservación a largo plazo (crioconservación) de líneas celulares de interés genético y comercial, facilitando el intercambio internacional de germoplasma *in vitro*. Las plantas propagadas *in vitro* presentan las siguientes ventajas:

- 1) Plantas libres de plagas y enfermedades.
- 2) Disposición de material para plantación en cualquier época del año.
- 3) Rápida multiplicación de genotipos deseables.
- 4) Uniformidad en la plantación.
- 5) No requiere de tratamiento químico antes de plantarla.
- 6) El huerto mantiene una alta calidad genética.
- 7) Alto potencial de rendimiento.
- 8) Plantas vigorosas.
- 9) Establecimiento fácil, rápido y de bajo costo.

En musáceas, la embriogénesis somática ha sido obtenida por diferentes vías, mediante el cultivo de embriones cigóticos (Margara, 1988); tejido foliar y rizoma (Novak *et al.*, 1989); meristemas altamente proliferantes o escalpos (Dhed'a *et al.*, 1991) y a partir de flores masculinas (Ma, 1991) y femeninas (Grapin *et al.*, 1998). Estas dos últimas técnicas han sido las más exitosas, lo cual ha permitido el establecimiento de suspensiones celulares embriogénicas, la regeneración, germinación de embriones, el desarrollo de plantas y su evaluación en campo.

Para garantizar la condición fitosanitaria de plantas producidas a partir de cultivo de tejidos o materiales *in vitro*, por laboratorios o empresas cuya oportunidad de negocio sea la producción y exportación con fines propagativos, ya sea a nivel experimental o comercial, la autoridad fitosanitaria del país importador deberá asegurarse del estricto cumplimiento de las siguientes condiciones:

- 1) Verificación de la calidad de las instalaciones.
- 2) Verificación de la calidad de la infraestructura.
- 3) Verificación de la calidad de los equipos y herramientas.
- 4) Verificación de la calidad de los insumos.
- 5) Verificación de la profesionalización y capacitación del personal.
- 6) Aprobación por la autoridad fitosanitaria del país productor/exportador.
- 7) Acreditación por normas internacionales (ISO 90001; ISO/IEC 17025:2005).
- 8) Certificación de pruebas, procesos y procedimientos con reconocimiento internacional.

- 9) Aprobación por la autoridad fitosanitaria del país importador.
- 10) Evaluación de la conformidad de las empresas, autoridades y materiales propagativos en post entrada.

Para calificar como competente a una unidad de producción de estos materiales, la empresa deberá presentar constancia de cumplimiento y seguimiento de normas y/o procedimientos internacionales, demostrar que cuenta con la adecuada capacidad técnica, material y humana en relación con los servicios que presta, así como con los procedimientos de aseguramiento de la calidad que garanticen el desempeño de sus funciones. Una

MÉXICO:
REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA
DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN

En México, el sistema de calidad basado en la normatividad, NMX-EC-17025-IMNC-2000 incluye los requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y de calibración, que deben contener como mínimo lo siguiente:

- Política y objetivos de calidad;
- Organización y estructura del laboratorio;
- Establecer, implantar y mantener un sistema de calidad apropiado al alcance de sus actividades;
- Personal administrativo y técnico capacitado;
- Procedimientos para el control de documentos;
- Procedimientos para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos;
- Procedimientos de subcontratación de ensayos y calibraciones (cuando aplique);
- Procedimientos para la selección y adquisición de servicios y suministros;
- Cooperación con los clientes;
- Procedimientos para la resolución de quejas;
- Procedimientos para el control de pruebas (ensayos) no conforme;
- Acciones correctivas y preventivas;
- Procedimientos para el control de registros;
- Auditorías internas;
- Revisiones de la dirección;
- Instalaciones y condiciones ambientales.

Equipos:

Métodos de ensayo y validación de métodos;
Trazabilidad de la medición;
Patrones y materiales de referencia;
Estimación de incertidumbre de la medición;
Control de datos;
Procedimientos para el muestreo;
Manejo de los elementos de ensayo;
Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo;
Informe de resultados;
Confidencialidad y seguridad.

AUTORIDADES SANITARIAS DE ACREDITACIÓN RECONOCIDAS

- Asociaciones de acreditación globales y regionales. En línea: <http://www.iaac.org.mx/Spanish/Links2.php>
- ANSI Nacional Accreditation Board (ANAB). En línea: <https://www.anab.org/>
- Foro de Acreditación Internacional (IAF). En línea: <https://www.iaf.nu/articles/Espaol/141>
- Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC). En línea: <https://ilac.org/language-pages/spanish/>
- Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC). En línea: <http://www.iaac.org.mx/Spanish/Index.php>
- Cooperación de Acreditación de Laboratorios de Asia-Pacífico (APLAC)
- Entidad Mexicana de Acreditación (EMA): En línea: http://www.ema.org.mx/portal_v3/index.php/aplac

empresa o laboratorio acreditado deberá contar con la aprobación de la autoridad fitosanitaria del país, así como la del país importador, además del reconocimiento/certificación de las pruebas que se aplican.

En los sentidos expuestos, los servicios agrosanitarios son los responsables de establecer los requisitos en materia fitosanitaria que deben aplicar los productores en los vegetales, sus productos y subproductos regulados para su importación y su movilización nacional, a fin de prevenir la introducción y dispersión de plagas que representen un riesgo fitosanitario para el país o la región, con base en sustento técnico y científico. También es el responsable de certificar las condiciones fitosanitarias de los vegetales, sus productos y subproductos a exportar o reexportar, cumpliendo los requisitos fitosanitarios de los países importadores.

Análisis de riesgo de materiales producidos *in vitro*

Para evaluar la factibilidad de la importación de germoplasma de materiales vegetales producidos bajo condiciones *in vitro* deberá realizarse un estudio de análisis de riesgo “caso por caso”. Este tipo de estudio deberá ser considerado por la autoridad fitosanitaria del país importador, para evaluar el nivel de riesgo que involucra la producción, transporte (en el país de origen), inspección, importación, cuarentena post-entrada y establecimiento (en el país de destino), de materiales producidos bajo condiciones *in vitro* (seguimiento de la vía), reservándose su derecho de permitir, prohibir o dar seguimiento a la importación (NIMF 1, CIPF, 2006).

En general, de acuerdo con lo expuesto en el presente documento, los países de la región OIRSA, prohíben la importación de germoplasma procedente de países con presencia del hongo Foc R4T.

2.1.5. Probabilidad de supervivencia durante el transporte o almacenamiento

Como ya se ha expuesto, la mayoría de las especies del complejo *F. oxysporum*, incluyendo Foc R4T, son capaces de sobrevivir en ausencia de su hospedante preferente, generalmente en forma de las esporas de supervivencia de pared gruesa llamadas clamidiosporas (Stover, 1962; Leslie y Summerell, 2006). Las clamidiosporas son estructuras resistentes a la desecación y ambientes desfavorables (Stover, 1962) y pueden sobrevivir en el suelo por más 30 años (Stover, 1962; Buddenhagen, 2009). Contrario a lo que comúnmente se asume, las clamidiosporas de Foc son producidas constantemente una vez que el hospedante es invadido, incluso antes de que los síntomas externos sean visibles (Li *et al.*, 2011), y no solo después de la muerte de la planta de banano.

Cualquier cantidad de suelo infestado con estructuras de reproducción o de resistencia de la plaga, transportado por cualquier vía susceptible (las cuales son identificadas, caracterizadas y analizadas en su probabilidad de riesgo en el presente documento), puede condicionar la entrada de la plaga a alguno de los países del área de ARP.

2.1.6. Tránsito aéreo de pasajeros como vía de riesgo para el ingreso de plagas y enfermedades

De acuerdo con el informe “El transporte en Centroamérica: importancia en la economía regional”, elaborado por la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA, 2018), Panamá es el país de la región que posee la infraestructura aeroportuaria más amplia, ya que tiene siete aeropuertos internacionales, le siguen Costa Rica y Honduras con cuatro terminales aéreas cada uno, El Salvador y Guatemala con dos cada uno, y por último Nicaragua con una terminal internacional. Por otro lado, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de México reconoce 76 aeropuertos, 25 de los cuales son internacionales; por el número de personas que viajaron por avión en los últimos cinco años como los más importantes figuran los de la Ciudad de México, Cancún, Guadalajara, Monterrey y Tijuana (SCT, 2018).

En cuanto a mayor cuantía de pasajeros transportados, México y los países de la región centroamericana cuentan al menos con 60 aeropuertos internacionales de gran y mediano tránsito, siendo los de México (Benito Juárez), Panamá (Tocumen), Costa Rica (Juan Santamaría) y el Salvador (Óscar Arnulfo Romero) los más modernos en la actualidad; sin embargo, son ocho los que presentan mayor tránsito para la región, ya sea de vuelos

directos o en conexión, con tránsito nacional e internacional. A continuación, se enuncian algunas estadísticas de los aeropuertos más importantes, por flujo de pasajeros y carga transportada vía aérea.

- 1) **México.** El **Aeropuerto Internacional Benito Juárez** de la Ciudad de México, en honor a Benito Juárez y abreviado AICM, es un aeropuerto comercial que sirve a la zona metropolitana del Valle de México. Es el aeropuerto más transitado de México y América Latina, por número de pasajeros y operaciones aéreas; recibiendo a más de 44 millones de pasajeros en 2017. El aeropuerto mantiene 35 mil puestos de trabajo directos y alrededor de 15 mil indirectamente en el área adyacente (SCT, 2018).

Es propiedad del Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México y es operado por Aeropuertos y Servicios Auxiliares, la corporación propiedad del Gobierno Federal que también opera otros 22 aeropuertos en todo México. Este aeropuerto *hot and high* es atendido por 26 líneas aéreas de pasajeros nacionales e internacionales y por 12 aerolíneas de carga. Debido a que es el principal centro de conexiones de la aerolínea más grande del país (Aeroméxico, junto con Aeroméxico Connect), el aeropuerto se ha convertido en un centro de conexiones de *SkyTeam*. También es un centro de conexiones de Aeromar, Interjet, Volaris y una ciudad foco de Viva Aerobus. En un día común, más de 90 mil pasajeros pasan por el aeropuerto desde y hacia más de 100 destinos en tres continentes. En 2016, el aeropuerto atendió 41,710,254 pasajeros, mientras que en 2017 atendió a 44,732,418 pasajeros (SCT, 2018).

El AICM conecta 52 destinos nacionales y 65 internacionales en América Latina, América del Norte, Europa y Asia. Sus más importantes aerolíneas extranjeras son United Airlines, combinada con el tráfico de ExpressJet Airlines, American Airlines, Delta Air Lines y Avianca Holdings. Otras aerolíneas con presencia en menor escala incluyen All Nippon Airways, Copa Airlines, China Southern Airlines, Iberia, Lufthansa, Air France, Alitalia, KLM, British Airways y Hainan Airlines (SCT, 2018).

En términos de pasajeros internacionales (15,753,355 de pasajeros), es el segundo aeropuerto más ocupado en América Latina, sólo por detrás del Aeropuerto Internacional de Cancún (15,793,141 pasajeros). La empresa Aeroméxico opera tres vuelos trans-Pacífico con destinos a China, Corea y Japón, ofrece servicio a la mayor cantidad de destinos a Centroamérica y América del Sur. En temporada alta, Iberia y Air France son las que operan más vuelos transatlánticos (28 vuelos semanales) con servicio directo a Madrid y París. Como compañía aérea extranjera, Lufthansa opera la mayoría de los destinos en



FIGURA 74. Vuelos internacionales que operan desde el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. En el círculo países con presencia de Foc R4T.

Europa. United Airlines sirve la mayor cantidad de destinos a Estados Unidos (SCT, 2018).

CUADRO 32.
MÉXICO: VUELOS COMERCIALES DIRECTOS CON RIESGO POR PROCEDENCIA DE PAÍSES CON PRESENCIA DE FOC

China	Aeropuerto de origen	Aerolíneas
Cantón	Aeropuerto Internacional de Cantón-Baiyun (vía YVR)	China Southern Airlines
Pekín	Aeropuerto Internacional de Pekín-Capital (vía TIJ)	Hainan Airlines
Shanghái	Aeropuerto Internacional de Shanghái-Pudong (vía TIJ)	Aeroméxico

Desde abril de 2014, el aeropuerto de la Ciudad de México es servido por 16 aerolíneas de carga que vuelan directamente a Europa, Centroamérica, del Norte y del Sur, Oriente Medio y Asia del Este. Más de 376 mil toneladas métricas pasaron por el aeropuerto en 2013, convirtiéndose en el tercero más transitado por el tráfico de carga en América Latina, después del Aeropuerto Internacional El Dorado en Bogotá y Aeropuerto Internacional de São Paulo-Guarulhos en São Paulo. La mayoría de las líneas aéreas de pasajeros, como Aeroméxico y KLM utilizan el aeropuerto para llevar carga en vuelos de pasajeros, aunque la mayoría de carga es transportada por las líneas aéreas exclusivamente de carga. Cathay Pacific Cargo opera en países confirmados con presencia de Foc R4T, entre sus destinos están: Ancho- rage, Guadalajara, Hong Kong, Los Ángeles.

Aeropuerto Internacional de Cancún. El Aeropuerto Internacional de Cancún se encuentra a 16 km de la ciudad de Cancún, en la costa del Caribe sobre la península de Yucatán. Es el segundo aeropuerto más transitado de México, sólo después del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, pero el más importante en México y Latinoamérica por pasajeros internacionales. En 2016, el aeropuer-

to manejó casi 21.4 millones de pasajeros, un incremento superior al 9.2% comparado con 2015. El aeropuerto fue remodelado y expandido para convertirse en el segundo aeropuerto con mayor tráfico del país y el que atiende a más pasajeros internacionales en el país. Cuenta con dos pistas de aterrizaje operativas a más de 1,500 m de separación lo que permite que se usen de manera simultánea y tres terminales comerciales. La Terminal 1 es usada por vuelos chárter procedentes de América del Norte, incluyendo a las aerolíneas chárter locales. La Terminal 2 es usada por algunas aerolíneas internacionales, así como por todas las aerolíneas nacionales y la nueva Terminal 3 se encarga de la mayoría de las operaciones internacionales de aerolíneas de América del Norte y Europa. El aeropuerto es operado por ASUR al igual que los aeropuertos de Cozumel, Mérida, Veracruz, Villahermosa, Oaxaca, entre otros. El 27 de noviembre de 2013 se convirtió en el

CUADRO 33.
ESTADÍSTICAS DE PASAJEROS QUE TRANSITAN POR EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO (2005-2018 [OCTUBRE])

Año	Pasajeros totales	% variación anual	Movimientos	% cambio	Carga	% cambio
2005	24,115,552	-	332,623	-	-	-
2006	24,727,296	2.5	355,593	6.9	-	-
2007	25,881,662	4.7	378,161	6.3	-	-
2008	26,210,217	1.3	366,561	3.1	376,095.71	-
2009	24,243,056	7.5	348,306	5.0	321,133.44	14.6
2010	24,130,535	0.46	33,898	2.4	393,075.87	22.4
2011	26,368,861	9.1	350,032	2.9	411,455.59	4.6
2012	29,491,553	11.8	377,743	7.9	397,018.08	3.5
2013	31,534,638	6.9	392,566	3.9	376,589.85	5.15
2014	34,255,739	8.6	409,954	4.4	398,556.47	5.83
2015	38,433,078	12.2	426,761	5.0	446,915.11	12.13
2016	41,710,254	8.5	408,972	5.0	483,433.40	8.17
2017	44,732,418	7.2	449,664	0.3	537,262.69	11.13
2018 (Ene-Oct)	39,360,419	6.6	341,945 (Ene-Sep)	1.7	480,343.62	9.06

Fuente: AICM, 2018.

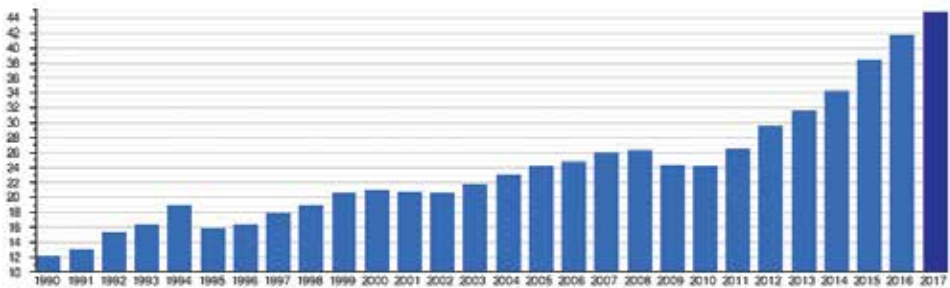


Figura 75. Pasajeros totales del Aeropuerto de la Ciudad de México 1990–2017 (millones). [AICM, 2018].

- primer aeropuerto en México en recibir al Airbus A380, en el marco de la celebración de los 80 años de Air France y los 15 de ASUR. Al 2017, con 23,601,509 pasajeros es el segundo aeropuerto más transitado de México (CIA, 2018).
- 2) **Panamá.** El *Aeropuerto Internacional de Tocumen* (AIT) está localizado a 24 kilómetros del centro de la Ciudad de Panamá, Panamá. Es una de las terminales aéreas más importantes de América Latina por número de destinos. Opera vuelos desde y hacia más de 70 ciudades de América, Asia y Europa cubriendo gran parte de Latinoamérica. Es también el principal centro de operaciones de Copa Airlines. En el 2006 se llevó a cabo un importante programa de expansión y renovación con el objetivo de modernizar y mejorar sus servicios. La segunda fase de expansión del aeropuerto comprendía la construcción del “muelle norte” que ha permitido al aeropuerto aumentar su capacidad en un 50%, permitiéndole ahora manejar hasta 7 millones de pasajeros por año. Dicha expansión fue entregada en abril de 2012 y ya está en operaciones. El AIT está entre los pocos en la región con dos pistas para el aterrizaje, dado que la pista de la anterior terminal es utilizada permanentemente por los aviones de carga y vuelos privados o puede ser utilizada como pista alternativa a la pista principal en momentos de mucha demanda. La pista principal de Tocumen es de 3,050 metros de largo y es utilizada principalmente por las aerolíneas comerciales. En este aeropuerto tiene arribo un vuelo directo de Pekín, China, operado por Air China. El Cuadro 34 presenta las estadísticas de flujo de pasajeros en el Aeropuerto Internacional de Tocumen durante el período 2003-2015.

CUADRO 34.
ESTADÍSTICAS DE PASAJEROS QUE TRANSITAN POR EL
AEROPUERTO INTERNACIONAL DE TOCUMEN, PANAMÁ-MÉXICO (2003-2015)

Año	Pasajeros	% de incremento	Cargo	% de incremento	Movimientos	% de incremento
2003	2,145,489	14.5	85,508	-	43,980	-
2004	2,398,443	11.8	96,215	12.5	45,703	3.9
2005	2,756,948	15.0	103,132	19.6	47,873	4.6
2006	3,215,423	16.6	82,186	-20.3	53,853	12.7
2007	3,805,312	18.3	82,463	0.3	61,400	14.0
2008	4,549,170	19.5	86,588.8	4.8	73,621	19.9
2009	4,748,621	4.4	83,513	-3.8	80,330	9.1
2010	5,042,410	6.2	98,565	18.0	84,113	4.7
2011	5,844,561	15.9	110,946	12.6	93,710	11.4
2012	6,962,608	19.1	116,332	4.9	110,206	17.6
2013	7,784,328	11.8	110,186	-5.3	121,356	10.1
2014	9,536,342	9.7	110,789	0.5	135,406	11.5
2015	13,434,673	16.9	141,406	0.8	153,406	20.5

Fuente: AIT, 2018.

El AIT es un importante complejo y centro de conexión para vuelos que se dirigen hacia y desde el Caribe, Sudamérica, Norteamérica y Centroamérica. Además, atiende el flujo de pasajeros procedentes de ciudades europeas como Amsterdam, Frankfurt, París, Madrid y Estambul. Tocumen es el centro de conexión de la aerolínea internacional de Panamá, Copa Airlines y de su filial colombiana Copa Airlines Colombia, antes AeroRepública (AIT, 2018).

- 3) **Costa Rica.** El *Aeropuerto Internacional Juan Santamaría* (AIJS) es el aeropuerto principal que presta servicios a San José, la capital de Costa Rica. El aeropuerto está ubicado en la ciudad de Alajuela, a 20 km (12 millas) al oeste del centro de San José. Lleva el nombre del héroe nacional de Costa Rica, Juan Santamaría. El AIJS es el centro de la aerolínea local Sansa Airlines, y concentra el aeropuerto de la ciudad para Copa Airlines y Avianca. Fue la única puerta de entrada internacional del país durante muchos años, pero hoy en día también hay un aeropuerto internacional en Liberia, Guanacaste. Ambos aeropuertos tienen vuelos directos a América del Norte, Central y Europa, con la diferencia de que el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría también sirve a ciudades de América del Sur y el Caribe. La pista principal del aeropuerto permite operaciones de aviones grandes de fuselaje ancho. Actualmente, algunos vuelos regulares se operan con Airbus A330 y A340, y Boeing 747, 767, 777 y 787 tanto para pasajeros como para carga. Un Concorde aterrizó en 1999 para el *airshow* de ese año. El aeropuerto también tiene un pequeño hangar (llamado “NASA”) don-

CUADRO 35.
COSTA RICA: FLUJO DE PASAJEROS EN TRÁNSITO POR EL
AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN SANTAMARÍA

	No. de pasajeros	Cambio porcentual	No. de movimientos	Carga (t)
1960	209,624	–	–	–
1965	216,162	9.6	14,827	9,839
1970	381,278	16.3	28,673	19,808
1975	759,098	18.1	33,417	21,727
1980	658,154	2.5	33,013	21,712
1985	617,474	0.3	24,990	27,282
1990	987,870	10.8	35,569	72,419
1995	1,839,175	3.8	52,402	88,249
2000	2,160,869	4.3	72,428	77,137
2005	3,243,440	12.2	72,131	64,338
2010	4,257,606	5.0	87,384	85,164
2011	3,857,588	9.4	72,674	98,609
2012	3,872,467	0.4	67,002	94,775
2013	3,797,616	1.9	62,598	85,022
2014	3,917,573	3.2	73,307	86,741
2015	4,494,875	14.7	82,835	75,329
2016	4,595,355	2.2	87,771	73,633

Fuente: AIJS, 2018.

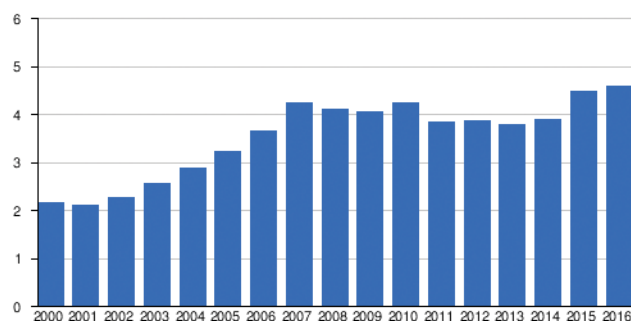


FIGURA 76. Costa Rica: pasajeros que transitan por el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, 2000-2016. [AIJS, 2018].

de se guardan aeronaves de investigación que operan en Costa Rica, incluido el avión de gran altitud Martin B-57 Canberra (este hangar se ha eliminado desde que se completó la misión). El Aeropuerto Internacional Juan Santamaría fue una vez el aeropuerto más activo de Centroamérica, pero actualmente ocupa el segundo lugar después del Aeropuerto Internacional de Tocumen en Panamá. En 2016, el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría recibió 4.6 millones de pasajeros (tanto internacionales como nacionales). En 2011, el aeropuerto fue nombrado el tercer mejor aeropuerto de América Latina y el Caribe de los Airport Service Quality Awards por Airports Council International. Los movimientos de tráfico alcanzaron su mayor número en 2016, cuando el aeropuerto tenía 87,771 movimientos de aeronaves, mientras que el transporte (en toneladas) alcanzó su punto máximo en 2011, con 98,609 toneladas (AIJS, 2018).

- 4) **El Salvador.** El *Aeropuerto Internacional de El Salvador Monseñor Oscar Arnulfo Romero y Galdámez* (AIES-MOARG), antiguamente llamado Aeropuerto Internacional Cuscatlán, conocido como “Comalapa”. Está localizado a unos 40 km de San Salvador. Fue construido en la segunda mitad de los años 1970 siendo finalizado en 1979 por la constructora japonesa Hazumi Gumi, para sustituir a su predecesor, el Aeropuerto de Ilopango, el cual fue el antiguo Aeropuerto Internacional de San Salvador y que actualmente es usado para aviación militar y chárter. Este aeropuerto fue edificado a iniciativa y petición del presidente de ese entonces, Arturo Armando Molina. En 1995 la empresa salvadoreña B&B Arquitectos Asociados diseñó la ampliación de salas de espera y puentes de abordaje, de lo cual solo se construyó la zona ubicada al poniente. El aeropuerto es el único centro de conexiones en Centroamérica, o *hub*, para la aerolínea Avianca, y da servicio también a otras aerolíneas que vuelan a casi 30 destinos entre Centroamérica, Norteamérica, Sudamérica y Europa (CEPA, 2018).

En el Aeropuerto Internacional de El Salvador ofrecen sus servicios 15 aerolíneas internacionales, entre las que se encuentran tres de las más importantes de Norteamérica: American Airlines, Delta Air Lines y United Airlines. También se puede viajar a través de Aeroméxico Connect, Spirit Airlines, Copa Airlines, Iberia y la salvadoreña Avianca El Salvador la cual fue fundada en 1933 como TACA International Airlines (Transportes Aéreos del Continente Americano) (CEPA, 2018).

- 5) **Honduras.** El *Aeropuerto Internacional Ramón Villeda Morales*, también conocido como Aeropuerto Internacional La Mesa, se encuentra a 11 kilómetros al este de la ciudad de San Pedro Sula, en el Departamento de Cortés de Honduras. El aeropuerto se nombra por Ramón Villeda Morales, presidente de Honduras de 1957 a 1963. Es el principal y más concurrido aeropuerto de Honduras, manejando alrededor de 742 mil pasajeros en 2010. El aeropuerto también maneja alrededor de 150 vuelos internacionales y nacionales. Proporciona conexiones cortas a las atracciones turísticas tales como La Ceiba, las zonas arqueológicas mayas de Copán y las playas del Caribe de Roatán y Tela. Durante el primer trimestre 2018 (enero-abril) el AIRVM fue calificado por los pasajeros como el cuarto mejor aeropuerto de la región Sudamérica y el Caribe en la categoría satisfacción general con afluencia de casi dos millones de pasajeros, en calidad de servicio junto a los aeropuertos internacionales de Culiacán, México, Gregorio Luperón, República Dominicana y Mazatlán, México. Esta calificación es parte de los resultados oficiales del presente año emitidos por el programa Airport Service Quality (ASQ) de la Airport Council International (ACI), que mide la satisfacción del pasajero durante su estadía en las terminales aéreas a nivel mundial (Interairports, 2018).
- 6) **Guatemala.** El *Aeropuerto Internacional La Aurora* de la Ciudad

CUADRO 36.
GUATEMALA: FLUJO DE PASAJEROS
EN TRÁNSITO POR EL
AEROPUERTO INTERNACIONAL
LA AURORA, 2017

Ciudad	Pasajeros
Ciudad de México, México	400,232
Miami, Florida	300,171
San Salvador, El Salvador	298,384
Ciudad de Panamá, Panamá	259,695
Houston, Texas	263,148
Los Ángeles, California	222,878
San José, Costa Rica	239,037
Atlanta, Georgia	203,468
Dallas, Texas	104,126
Fort Lauderdale, Florida	75,612
Managua, Nicaragua	69,247
Bogotá, Colombia	59,566
Flores, Guatemala	72,037
Newark, Nueva Jersey	45,445
Madrid, España	43,775
Tegucigalpa, Honduras	37,149
San Pedro Sula, Honduras	33,715
Guadalajara, México	31,601
Cancún, México	31,495
La Habana, Cuba	23,772
Nueva York, Nueva York	19,533
Washington, D.C.	12,808
Ilopango, San Salvador, El Salvador	13,639
Orlando, Florida	3,874
Roatan, Honduras	2,803
Fuente: DGAC, 2018.	

- de Guatemala (La Aurora) es la principal terminal aérea internacional de Guatemala. Está ubicado en la Ciudad de Guatemala, en la zona 13 capitalina a 6km del centro de la ciudad. La Aurora está clasificada como aeropuerto de categoría 1 por la Federal Aviation Administration (FAA). Está administrado por la Dirección de Aeronáutica Civil, entidad del estado de Guatemala. La terminal aérea fue remodelada en 2005 por el gobierno de Oscar Berger Perdomo; las instalaciones fueron expandidas para poder atender al incremento en el flujo de pasajeros y de carga aérea. Actualmente cuenta con veintidós puertas de abordaje (DGAC, 2018).
- 7) **Nicaragua.** El **Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino**, ubicado a 11 km al este del centro de la ciudad de Managua, está conectado con la capital por medio de la Carretera Norte, una autopista de seis vías, sirve como el principal aeropuerto para Nicaragua y maneja un promedio de 100 operaciones (vuelos) diarias con vuelos a Estados Unidos, Canadá, Centroamérica, Cuba, Venezuela, México, conexiones y vuelos nacionales a la Costa Atlántica de Nicaragua. El aeropuerto es administrado por la Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales (EAAI, 2018). Cuenta con el servicio de las siguientes líneas aéreas internacionales: American Airlines, Continental Airlines, Delta Airlines, Copa Airlines, Grupo Taca y Aerocaribbean. En el Cuadro 37 se muestran los detalles de pasajeros procedentes de vuelos internacionales.

El informe “El transporte en Centroamérica: importancia en la economía regional” señala que el transporte aéreo es el que se utiliza en menor

CUADRO 37.
NICARAGUA: FLUJO DE PASAJEROS EN TRÁNSITO POR EL
AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO C. SANDINO, 2014-2018

Año	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	51,193	55,475	59,469	61,998	66,586
Febrero	45,686	51,177	55,117	56,237	60,616
Marzo	51,799	55,903	62,497	61,823	68,986
Abril	44,492	50,413	47,430	60,116	50,450
Mayo	47,014	52,738	54,423	55,094	34,400
Junio	52,116	61,784	61,182	63,708	19,990
Julio	58,964	67,597	70,116	76,755	
Agosto	46,663	52,366	51,405	56,806	
Septiembre	35,873	43,322	43,030	45,256	
Octubre	38,257	44,475	45,021	48,763	
Noviembre	47,280	56,503	53,020	60,800	
Diciembre	62,363	72,805	71,553	76,827	
Promedio	48,745	55,739	56,189	60,349	
Total	581,700	664,558	674,263	724,183	301,028
Variación (%)	7.61	14.24	1.46	7.40	
Fuente: EAAI, 2018.					

cuantía para transporte de carga. De acuerdo con datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), en 2016 generó \$228 millones en exportaciones de este servicio para Centroamérica. Por su parte, los volúmenes internacionales de carga transportada vía aérea han experimentado un decrecimiento desde inicios del 2015 hasta la actualidad, comparado con las cifras reportadas en los años 2009 y 2010. La tendencia decreciente no solo es regional, los indicadores globales de volumen de transporte aéreo indican que estos aumentaron a principios del 2017, pero la tasa de crecimiento mensual se estancó en junio y cayó en julio (OMC, 2017). Así, la demanda de carga aérea en Centroamérica presentó un leve crecimiento del 2% en el 2011 respecto al año anterior (SIECA, 2018).

A partir de su origen, en las últimas tres décadas, Foc R4T ha sido dispersado principalmente por factores antropogénicos, como suelo transportado por trabajadores en sus zapatos y vestimenta, vehículos, maquinaria agrícola, herramientas y principalmente por material de siembra contaminado. Una vez establecida la enfermedad, los factores bióticos y abióticos como el riego e inundaciones se han comprobado como los factores que han ocasionado la pérdida de cientos de miles de hectáreas de producción de variedades susceptibles, principalmente Cavendish en China, en norte del sudeste asiático y en Filipinas e Indonesia (Dita *et al.*, 2018).

Esta difusión continua de Foc R4T y el impacto causado en los países donde se ha introducido y establecido presentan importantes costos a nivel económico, ambiental y social. En estos países la enfermedad sigue en expansión y a pesar de las medidas de mitigación aplicadas, no ha sido posible su contención. Las cepas de este hongo, aunque han sido altamente asociadas con el monocultivo de Cavendish, también afectan a muchos otros cultivares importantes para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos (Hermanto *et al.*, 2011; Mostert *et al.*, 2017).

La probabilidad de entrada de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213/16) depende de las vías seguidas desde el país donde se encuentra presente la plaga, así como del seguimiento de la vía a través de su tránsito desde el país de origen hasta el país o región de destino, y de la frecuencia y cantidad de cada uno de los eventos de ocurrencia de la vía. Mientras más vías sean identificadas y caracterizadas, existen mayores probabilidades de que la Foc R4T (VCG 01213/16) entre al área de ARP.

En resumen, el movimiento de personas y mercancías a través del tránsito aéreo representa riesgo de entrada de plagas, que puede ser posible a partir de los países en donde la Foc R4T se encuentra presente.

SITIOS OFICIALES PARA CONOCER REQUISITOS FITOSANITARIOS DE IMPORTACIÓN ADEMÁS DE MERCANCÍAS PROHIBIDAS PARA SU IMPORTACIÓN A PAÍSES DE LA REGIÓN OIRSA:

- **México:**
 - ◊ Sitio Senasica: <https://www.gob.mx/senasica>
 - ◊ Dirección General de Sanidad Vegetal: <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/acciones-estrategicas-de-sanidad-vegetal>
 - ◊ Módulo de Requisitos fitosanitarios para la importación: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/>
- **Guatemala:**
 - ◊ Sitio MAGA: <http://visar.maga.gob.gt/>
 - ◊ Sanidad Vegetal: http://visar.maga.gob.gt/?page_id=56
 - ◊ Ventanilla Única de Importaciones: <http://portal.maga.gob.gt/vudi-web/>
- **Belize:**
 - ◊ Sitio BAHA: <http://baha.org.bz/>
 - ◊ Plant Health Department. Regulation of Imports. <http://baha.org.bz/departments/plant-health/regulation-of-imports/>
- **Honduras:**
 - ◊ Sitio SENASA: <http://senasa.gob.hn/>
 - ◊ Subdirección General de Sanidad Vegetal. Requisitos Fitosanitarios para la Importación de Vegetales: <http://senasa.gob.hn/index.php/sub-direcciones/sub-direccion-tecnica-de-sanidad-vegetal/requisitos-fitosanitarios-para-la-importacion-de-vegetales>
- **El Salvador:**
 - ◊ Sitio MAG: <http://www.mag.gob.sv/>
 - ◊ Dirección General de Sanidad Vegetal: <http://www.mag.gob.sv/>
 - ◊ Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria. Consulta de Requisitos: <http://oas.mag.gob.sv/sisa/tramites.jsp>
- **Nicaragua:**
 - ◊ Sitio CIPF: <https://www.ippc.int/en/countries/nicaragua/>
 - ◊ Sitio IPSA: <http://www.ipsa.gob.ni/>
 - ◊ Sanidad Vegetal y Semillas: <http://www.ipsa.gob.ni/SANIDAD-VEGETAL-Y-SEMILLA>
 - ◊ Requisitos fitosanitarios para la importación: <http://www.ipsa.gob.ni/INOCUIDAD-ALIMENTARIA/Secci%C3%B3n-Frutas-y-Vegetales>
- **Costa Rica:**
 - ◊ Sitio SFE: <https://www.sfe.go.cr/SitePages/Inicio.aspx>
 - ◊ Consulta de Requisitos Fitosanitarios para la importación: <https://app.sfe.go.cr/SFECuarentena.aspx/RequisitosImportacion/ConsultarRequisitosImportacion.aspx>
- **Panamá:**
 - ◊ Sitio MIDA: <https://www.mida.gob.pa/>
 - ◊ Dirección de Sanidad Vegetal: https://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/direcci-n-de-sanidad-vegetal.html
 - ◊ Requisitos Fitosanitarios para la importación: https://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/direcci-n-de-sanidad-vegetal/requisitos-fitosanitarios-para-importaci-n.html

Análisis de mercancías transportadas por pasajeros en tránsito por aeropuertos como vía de entrada de plagas y enfermedades

Las personas que ingresan o transitan por aeropuertos en vuelos internacionales pueden traer consigo, además de sus efectos personales, mercancías, enseres, herramientas, maquinaria, equipo, etc., que se consideran son de uso personal, de acuerdo con las reglas generales de comercio exterior, las cuales por definición consideran como “pasajero” a toda aquella persona que introduzca mercancías de comercio exterior a su llegada al país o al transitar por la franja o región fronteriza al resto del territorio nacional. Todo pasajero tiene derecho a traer consigo, en su equipaje enseres o productos de uso personal, es decir, que sean utilizados directamente por la persona que ingresa a un territorio nacional. De acuerdo con estas reglas generales aplicables en cada país o territorio, los pasajeros también podrán introducir mercancías que excedan de su equipaje como franquicia, previa autodeclaración o como resultado del hallazgo de un proceso de inspección, conforme a lo especificado por las leyes hacendarias o de pago de impuestos de cada país. En este último caso, los pasajeros deberán acreditar el valor de las mercancías que forman parte de su franquicia con la documentación comprobatoria que exprese el valor comercial de las mismas (ANAO, 2014; SHCP, 2017; UPC, 2018).

Al amparo de las disposiciones sanitarias y fitosanitarias emitidas por las autoridades correspondientes, además de aquellas involucradas con aspectos de conservación y salubridad, todas ellas con carácter oficial, los pasajeros no podrán importar mercancías consideradas como prohibidas; al respecto, cada país emite sus regulaciones, las cuales son de carácter público y de estricto cumplimiento.

Análisis de artículos que se movilizan por correo internacional (servicio postal)

El servicio de paquetería y mensajería consiste en el porte de paquetes debidamente envueltos y rotulados o con embalaje que permite su traslado y que se presta a terceros. El servicio completo comprende la recolección, traslado, rastreo, reparto, seguimiento y entrega en tiempos predeterminados de paquetes de manera expedita, y se caracteriza por brindar velocidad, seguridad y especialización de los servicios (PROFECO, 2018; UPU, 2018).

El seguimiento de paquetería y envíos a nivel mundial alcanzó la “cifra de negocio” de \$350 mil millones de dólares en 2017, cifra que repre-

senta un 12.9% más que en 2016 (UPU, 2018). El envío postal es un negocio que por sí mismo es el principal motor en las compras por comercio electrónico. El intercambio de paquetería a nivel internacional se concentra entre Estados Unidos, Reino Unido, China y Japón. Estados Unidos y Europa concentran más del 50% del volumen del mercado, con Asia absorbiendo un creciente 40% (UPU, 2018). El envío de paquetería y documentos es un servicio demandado por todos los eslabones de la cadena productiva, bien alineado con los adelantos de la era digital. En América, el mercado de mensajería y paquetería está dominado por FedEx, DHL, UPS además de los servicios postales en cada país a través de sus servicios de correo exprés nacional e internacional (UPU, 2018).

Artículos permitidos y artículos prohibidos: muchas personas simplemente acomodan en cajas los artículos y los envían a su destino sin dar mucha importancia a los peligros. Sin embargo, el servicio postal de cada país proporciona una lista de artículos restringidos y prohibidos que sólo se pueden enviar con disposiciones especiales, o que simplemente no pueden enviarse por correo. Las prohibiciones universales pueden ser consultadas en el sitio: www.upu.int/keepitsafe. Las prohibiciones propias de los distintos países derivadas de la regulación nacional en materia de importaciones incluyen las aplicables por los servicios postales relativas a las mercancías cuya importación esté autorizada por ley, pero prohibida por la normativa postal. La aceptación por parte de correos de un envío no conforme no eximirá al remitente de su responsabilidad. Correos no asumirá ninguna responsabilidad por los errores u omisiones relativos a dichos objetos, ya que la lista de mercancías es variable dependiendo de cada país de destino; por lo tanto, fuera de los artículos que no están permitidos, es responsabilidad del dueño del artículo el contenido de la mercancía que puede o no ser enviada (UPU, 2018).

El correo internacional puede ser vía de ingreso de plagas agrícolas y animales, ya que, con excepción de mercancías prohibidas, puede ser movilizado de un lugar a otro, y sólo prevalece el interés del particular (QRM, 2019).

Entre los artículos reglamentados está la importación y, en general, el movimiento de suelo, el cual es un artículo prohibido.

Se ha comprobado que Foc puede ser dispersado por suelo asociado a vectores del movimiento del mismo, entre ellos factores directamente antropogénicos como el movimiento de artículos no reglamentados transportados en las vestimentas y equipajes de los turistas (turistas, campistas), deportistas que realizan actividades al aire libre (entre ellos los que realizan deportes extremos), estudiantes (de intercambio o de retorno después de visitar un país con presencia de la enfermedad), trabajadores agrícolas (que pueden transportar herramientas de labranza o de corte, ropa y zapatos de uso agrícola u otros artículos potencialmente contaminados). Cual-

cualquier cantidad de suelo puede contener raíces u otros residuos de plantas infectadas, restos de agua, insectos u otros animales. Así mismo, maquinaria, neumáticos y otros equipos pueden transportar partículas de suelo que contienen propágulos de Foc. Estudios en otros sistemas patogénicos indican que *F. oxysporum* no se mueve distancias significativas en el suelo sin la presencia de raíces de sus hospedantes, restos de plantas u otros agentes dispersantes (Trujillo y Snyder, 1963; Rekah *et al.*, 1999). Investigaciones más recientes han estimado la cantidad de esporas de Foc R4T en muestras de suelo en Filipinas y han demostrado que es posible detectar la presencia de niveles significativos de inóculo en el suelo adherido a los zapatos después de una visita breve a campos infestados (Gert Kema, comunicación personal en Dita *et al.*, 2018).

Otras vías de entrada de inóculo de Foc R4T consisten en los sustratos orgánicos no esterilizados o posteriormente contaminados e incluso plantas distintas a los plátanos que pueden dispersar Foc. Por ejemplo, en zonas cafetaleras de Centroamérica donde los bananos están asociados con café agroforestal, Foc R1 se dispersa con plántulas de café preparadas con sustratos infectados con Foc (Dita *et al.*, 2018). Otro ejemplo lo constituye el creciente comercio de sustratos, incluidos los preparados con las fibras de coco producidas en Asia, que son potencialmente peligrosos para la dispersión de Foc a niveles transcontinentales (Dita *et al.*, 2018).

De esta manera, los artículos que son transportados por pasajeros, incluidas la vestimenta y el calzado, deberán estar libres de suelo ya que, como se ha documentado, éste puede ser vehículo en la movilización de inóculo (estructuras de reproducción –microconidios, macroconidios y clamidosporas–, micelio, restos de tejidos vegetales contaminados, semillas de malezas, etc.) (Stover y Waite, 1960; Stover, 1962; DAWR, 2017; ISO, 2014; USDA, 2017; FAO, 2018, Senasica, 2019).

En resumen, el movimiento de artículos usados contaminados con cualquier cantidad de suelo contaminado con inóculo de Foc R4T, puede ser posible a partir de los países en donde la plaga se encuentra presente.

2.1.7. El movimiento de mercancías por tránsito marítimo como vía de riesgo para el ingreso de plagas y enfermedades

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (CNUCYD o UNCTAD, esta última del inglés United Nations Conference on Trade and Development) –creada en 1964 para asuntos relacionados con el comercio, las inversiones y el desarrollo– es el principal órgano de la Asamblea General de la ONU. Los objetivos de la organización son “maximizar las oportunidades comerciales, de inversión y desarrollo de los países en

vías de desarrollo, así como la asistencia en sus esfuerzos para integrarse en la economía mundial (UNCTAD, 2018).

UNCTAD realiza informes sobre el transporte marítimo, con la proporción de datos y estadísticas, junto con investigaciones y análisis críticos que enfatizan el papel estratégico de este tipo de transporte como facilitador del comercio y desarrollo. Alrededor del 80% del comercio mundial por volumen y más del 70% del comercio mundial por valor se realiza por vía marítima y se gestiona en puertos de todo el mundo. En los últimos años los países en desarrollo, que normalmente han sido usuarios de servicios de transporte marítimo internacional y principalmente áreas de carga de materias primas, participan cada vez más en los flujos comerciales en contenedores y surgen como proveedores de servicios de transporte marítimo, como construcción naval y registro y manejo de terminales (UNCTAD, 2018).

Los documentos “50 Years of Review of Maritime Transport, 1968-2018: Reflecting on the past, exploring the future” (UNCTAD, 2018b) y “Review of Marine Transport, 2018” (UNCTAD, 2018c) lastimosamente no mencionan ninguna actividad o seguimiento relacionado con el transporte de suelo a través del comercio internacional en vehículos marítimos o en contenedores. Aquí se encuentra una oportunidad de mejora, tal como hacen varios países en sus regulaciones nacionales para prevenir el ingreso de plagas y enfermedades a través de este tipo de vías. Más información será analizada en la etapa 3 Manejo del riesgo de plagas, en el presente documento.

A continuación, se documentan los principales puertos marítimos del sistema portuario de México y Centroamérica.

- 1) **México.** México se encuentra estratégicamente ubicado en el desarrollo logístico mundial. Con acceso a dos océanos, el Pacífico y el Atlántico (a través del Golfo de México), además del Mar Caribe y el Mar



FIGURA 77. Sistema portuario mexicano. [SCT, 2018].

de Cortés; y un total de 117 puertos y terminales habilitados. En la Figura 77 se muestran los puertos que realizan la recepción de naves de calado y tránsito internacional (STC, 2018).

El riesgo de entrada de mercancías reglamentadas procedentes de países con presencia de Foc R4T se registra principalmente por los puestos de Manzanillo y Lázaro Cárdenas en el Pacífico, y Veracruz, Altamira, Tampico y Progreso en el Golfo, puertos que registran la entrada de vehículos/contenedores/embalajes y artículos de riesgo.



FIGURA 78. Belize: puertos de entrada. [CIPF, 2018].

- 2) **Centroamérica.** La competitividad del comercio exterior ha exigido a los países de Centroamérica a modernizar sus infraestructuras portuarias. Son varios los puertos más progresistas, en primer lugar, se encuentra el de Puerto Cortés, ubicado en la costa Atlántico de Honduras, seguido de Puerto Quetzal, en el Pacífico de Guatemala, además de Puerto Limón, en Costa Rica. Estos puertos son considerados como de alto riesgo por el ingreso de mercancías procedentes de países con presencia de Foc R4T. Desde la frontera norte de Guatemala hasta la línea fronteriza que divide a Panamá y Colombia, Centroamérica cuenta con 3,969 kilómetros de costa en el Océano Pacífico, y aproximadamente 3,226 kilómetros de costa en el mar Caribe. Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá tienen 25 puertos de comercio exterior, 11 en el litoral Pacífico y 14 en el Caribe (MM, 2018).
 - a) **Guatemala.** Guatemala cuenta en la actualidad con cinco puertos marítimos, de los cuales dos se localizan en el litoral atlántico: Santo Tomás de Castilla y Puerto Barrios. Los otros tres son Puerto Quetzal, San José y Champerico sobre el océano Pacífico, y los cinco puertos se comunican entre sí por la red vial nacional (MM, 2018).
 - b) **Honduras.** El puerto más importante de Honduras es Puerto Cortés, con modernas instalaciones, las cuales manejan más del 80% de las cargas de importación y exportación del país. En un transcurso de tres años, la Operadora Portuaria Centroamericana (OPC) inició el proyecto de modernización de la terminal de contenedores y carga general. Puerto Cortés está equipado con cinco grúas,



FIGURA 79. Guatemala: puestos de inspección en el territorio nacional del Servicio de Protección Agropecuaria y del Servicio Internacional de Tratamientos Cuarentenarios. [CIPF, 2018].

cuatro de ellas de última tecnología y estará sumando para principios del próximo año dos grúas Súper Post-Panamax de última generación, con lo que se incrementará la capacidad en el manejo de contenedores. Por su eficiencia, seguridad y tarifas, Puerto Cortés ha liderado un cambio positivo a través de su alianza público privada e inversiones, reposicionando este puerto como el más competitivo del CA4 (MM, 2018).

- c) **El Salvador.** El Salvador dispone de los puertos de Acajutla localizado en el occidente del país y La Unión, en la zona oriental. En el puerto de La Unión se encuentran dos proyectos, uno es zona libre que contiene servicios logísticos y otro es sobre el ferry, que no solo depende de El Salvador, sino también de los posibles países que se han visto interesados en el proyecto como Nicaragua y Costa Rica (MM, 2018).
- d) **Nicaragua.** En Nicaragua, actualmente se plantea el megaproyecto del Gran Canal que contempla la construcción de dos puertos de aguas profundas, uno en el océano Atlántico y otro en el Pacífico, con los cuales se incrementaría la actividad comercial, además de ser una fuente de trabajo para la población. Nicaragua



FIGURA 80. Nicaragua: puestos de inspección interna y externa. [CIPF, 2018].



FIGURA 81. Costa Rica: puestos de inspección interna y externa. [CIPF, 2018].

posee seis puertos marítimos comerciales. En el océano Pacífico: Corinto, Sandino y San Juan del Sur; en el océano Atlántico: Puerto Cabezas, El Bluff y El Rama (Arlen Siu) (MM, 2018).

- e) **Costa Rica.** Los dos principales puertos de Costa Rica son Limón, en el Caribe, y Caldera, en el Pacífico, por donde se realizan las exportaciones e importaciones del país por vía marítima. El puerto de Limón-Moín, el más importante del país, es administrado por la Junta de Administración Portuaria y Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA) (Redacción Agrario, 2016).

Es importante mencionar que los puertos de Acajutla y La Unión, en El Salvador, Puerto Corinto en Nicaragua, Puerto Castilla y San Lorenzo en Honduras son los únicos en Centroamérica que carecen de grúas en funcionamiento en sus instalaciones, lo que los hace más deficientes, según un diagnóstico sobre desempeño de los puertos en Belize y Centroamérica, realizado en febrero de 2013 por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El BID publicó en 2013 el estudio “Diagnóstico sobre el desempeño de los puertos y estudio de conectividad portuaria en Belice, Centroamérica y la República Dominicana” (BID, 2013). Este estudio se enfoca en iden-

CONTAMINANTES EN EMBARCACIONES MARINAS

Tanto embarcaciones marítimas, como contenedores, embalajes, medios de contención, etc., pueden ser vehículo para la movilización de plagas y enfermedades. Entre los principales tipos de contaminantes se incluyen:

- **Insectos:** unas variedades de insectos se pueden alojar o construir nidos en contenedores de envío, incluyendo hormigas, avispas, abejas, escarabajos, polillas y arañas.
- **Caracoles:** los caracoles exóticos, como el caracol gigante africano y otras especies de caracoles, se encuentran a menudo en los contenedores de envío.
- **Animales:** los roedores, los geckos y los sapos son los principales vertebrados que se encuentran en los contenedores de envío. La materia animal que también se encuentra en los contenedores de envío incluyen heces de animales y aves, huesos, piel y cabello.
- **Plantas:** las plantas pueden crecer en contenedores de envío si se ha permitido que las semillas residuales germinen con o sin tierra contaminante. Otra materia vegetal encontrada en los contenedores de envío incluye hojas y otras partes de la planta.
- **Suelo:** el suelo y los contaminantes relacionados con él se pueden encontrar en los contenedores de envío que no se han limpiado o se han administrado mal después de la limpieza.
- **Hongos:** cuando los contenedores se dejan en condiciones húmedas y oscuras, los hongos y otras esporas en el aire pueden alojarse y crecer en el suelo residual que queda en las superficies de un contenedor de envío.

tificar las capacidades logísticas básicas en Belize, Centroamérica y República Dominicana. Se concentra en los puertos y la red marítima, teniendo en cuenta las redes intermodales que involucran componentes tanto terrestres como marítimos, junto con los principales impulsores de rendimiento de las redes intermodales, que incluyen geografía, infraestructura, regulaciones y requisitos comerciales.

2.1.9. El movimiento de mercancías por tránsito terrestre como vía de riesgo para el ingreso de plagas y enfermedades

La Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 41, *Movimiento internacional de vehículos, maquinaria y equipos usados* (CIPF, 2017), divide en categorías el riesgo de plagas asociado con vehículos, maquinaria y equipos usados (VME) utilizados para fines agrícolas, forestales, hortícolas, de remoción de tierras, en la minería a cielo abierto y en la gestión de residuos, así como por las fuerzas armadas, que se mueven internacionalmente y señala las medidas fitosanitarias apropiadas para ello.

La importación a los países de la región OIRSA de vehículos, maquinaria y equipos usados representa un riesgo de ingreso de plagas y enfermedades. Al respecto, se determinó que el principal riesgo es el de plagas asociadas a los VME, ya que son portadores de agentes contaminantes como suelo, restos plantas, semillas y otras partes vegetales con capacidad reproductiva. Son en particular preocupantes las plagas que tienen una fase vital resistente o latente que les permite sobrevivir al transporte a áreas en peligro, entre otras el riesgo de introducción de cualquier cantidad de inóculo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical, así como de nematodos, semilla botánica, hongos, bacterias y virus.

2.1.10. Probabilidad de distribución, posterior a la entrada

La aplicación de los procesos de inspección fitozoosanitaria en puntos de ingreso a cada uno de los países de la región OIRSA constituye la primera

En la revisión de literatura en México y Centroamérica no se encontró referencia documentada alguna que contenga información respecto del riesgo que conlleva la movilización de personas, mercancías y bienes a través de tránsito marino o aéreo como vía de movilización de plagas agrícolas o pecuarias de interés cuarentenario. Esta es un área de oportunidad para legislar al respecto. Estos aspectos serán abordados con mayor detalle en la etapa 3 Manejo del riesgo de plagas, cuando se exponga sobre aspectos de bioseguridad.

barrera para evitar la entrada y la posterior dispersión de plagas y enfermedades, al interior de alguno de los territorios que comprenden los de los Estados miembros. Sin embargo, cuando una plaga cuarentenaria reglamentada ha logrado franquear esta primera barrera, los medios de movilización y dispersión antropogénicos o la capacidad que tenga la plaga por sí misma para moverse de un lugar a otro determinarán un siguiente nivel de riesgo.

En el presente estudio fue definida la probabilidad de distribución en la movilización de un artículo reglamentado o de una vía identificada, como la probabilidad de que la plaga se distribuya como resultado del procesamiento, venta o eliminación del producto, en el área de ARP.

Para poder abordar en forma veraz la capacidad que tiene *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical para moverse a través de las vías de riesgo identificadas y de su capacidad *per se* para movilizarse por sí mismo será necesario analizar cada uno de los pasos que comprende la cadena de valor del banano. La cadena de valor es un conjunto de actividades requeridas para la obtención de un producto o servicio añade valor al producto final, da un beneficio al productor y al consumidor. Guatemala, Honduras, Costa Rica y República Dominicana son reconocidos como los principales exportadores de banano de la región y este producto representa un alto porcentaje en el producto interno bruto (PIB). Existen cientos de productores bananeros y su gran mayoría se localiza en las áreas que ya se han comentado en el apartado de potencial de establecimiento en el área de ARP. En términos generales se expone la descripción de una cadena de valor en la producción bananera tipo: el proceso de producción, industrialización, comercialización, distribución y transporte, hasta el consumidor final. La descripción del ciclo completo permite un análisis comprensivo de los factores económicos y de mercado, los cuales serán evaluados en el apartado de “evaluación del potencial impacto económico”. En esta parte se comentará solamente sobre la cadena de distribución.

2.1.11. Cadena de valor del banano. Distribución

- 1) **Importación.** Transporte internacional de mercancías. Se conoce como comercio internacional a la acción de trasladar mercancías de un país a otro; por lo tanto, el transporte internacional incluye el conjunto de medios de transporte que actúan desde y hacia cualquier punto geográfico. Para el efecto, se debe tener en cuenta los diferentes medios de transporte, la infraestructura, vías, rutas, etc., y la organización del sistema. Al momento de elegir un medio para transportar mercancías es muy importante considerar los costos de la operación, así como los riesgos del traslado. Para seleccionar el medio de transporte apropiado

do se considera, entre otras cosas, el tipo de mercancía, el medio de empaque y el embalaje, la urgencia del envío, las especificaciones necesarias para manipuleo de la carga, la disponibilidad de medios de transporte y las tarifas (UNCTAD, 2018).

Generalmente en la mayoría de casos la distribución del banano que ingresa a algún país de la región centroamericana empieza desde el momento en que llega a los puertos de embarque, donde las agencias, agentes y empresas importadoras en conjunto con las autoridades fitosanitarias y conexos (Hacienda, aduanas, etc.). Después de la importación empieza el proceso de distribución, donde se invierte gran cantidad de dinero en el transporte, tanto marítimo como terrestre o aéreo, en las bodegas de refrigeración, cámaras de maduración y personal capacitado, de manera que se trate de reducir las pérdidas en el lapso que dure la transportación hasta llegar a las áreas de distribución para su venta al público, al menor coste posible, debido a que el banano es un producto perecedero (UNCTAD, 2018).

Una vez que el producto llega a los países importadores, el embarque se dispone a tomar los diferentes canales de distribución, empezando con la transportación terrestre interna para llegar a los lugares de destino, donde son ubicados en cámaras de maduración, durante el tiempo que dure la negociación con los supermercados, mayoristas y minoristas.

En el proceso de distribución las multinacionales obtienen mayores ventajas competitivas en comparación con los pequeños importadores, ya que tienen en sus manos el manejo de la mayor parte de la cadena de valor del banano (UNCTAD, 2018).

- 2) **Transporte terrestre de mercancías.** Transporte por camión. Este tipo de transporte, además de usar diferentes tipos de vehículos y una gran variedad de líneas, ofrece mayor flexibilidad, la que permite que los vehículos puedan transportar cualquier cantidad, tipo y tamaño de carga, a un menor costo. Son características esenciales del transporte por carretera las siguientes: penetración (permite realizar un servicio de puerta a puerta), flexibilidad (capacidad de los vehículos de carretera de transportar pequeños paquetes o volúmenes grandes, transpor-

Todos los componentes físicos de un sistema de transporte son susceptibles de movilizar plagas y enfermedades, por sí mismos o como fómites. En este caso, los costos son muy variables dependiendo de la modernidad, capacidad, disponibilidad, del propio medio o vehículo. En la etapa 3, manejo del riesgo, se hablará sobre los compromisos que establecen las autoridades, importadores y empresas para resguardar la condición fitosanitaria en un proceso de importación, que onlleva aspectos de bioseguridad. Desafortunadamente durante la búsqueda y análisis de literatura para documentar el presente estudio de ARP no se encontró información al respecto.

tes especiales), rapidez (facilidades de carga y descarga, libertad de organización, de horarios y de velocidad de entrega), facilidad de coordinación con otros medios (facilita el transbordo de mercancías en el transporte combinado, el montaje de vehículos sobre otro medio en el superpuesto y la manipulación de carga en el multimodal) (UNCTAD, 2018).

- 3) **Transporte ferroviario.** Su capacidad de transporte es mucho mayor que la de un camión y requiere menos mano de obra por tonelada/kilómetro para su traslado. Sin embargo, está limitado por la red ferroviaria. Debido a los volúmenes que transporta, el ferrocarril puede competir con los camiones en lo relativo a los fletes entre distintas ciudades, pero cuando se trata de fletes en el interior de las ciudades esta ventaja desaparece. Algunas de sus ventajas son: costos bajos, amplia distribución geográfica y buena disponibilidad de depósito o almacenamiento (UNCTAD, 2018).
- 4) **Transporte multimodal.** Consiste en la entrega de mercancías desde el lugar de origen o de importación (entrada del artículo) hasta el destino final, a través de distintos medios de transporte. El transporte lo realiza una sola empresa u operador y emisor de un documento único. La gestión comercial del transporte multimodal es realizada por los denominados operadores de transporte multimodal (OTM), que son generalmente compañías navieras, operadores ferroviarios o de tránsito especializados, y frecuentemente no son propietarios de los medios utilizados, sino que celebran un contrato de transporte multimodal, asumiendo la responsabilidad del cumplimiento del contrato (UNCTAD, 2018).
- 5) **Envase y embalaje de mercancías.** El envase en que se conserva un producto tiene como objetivo fundamental la venta del producto. Por ello, la presentación, la dosificación y la compatibilidad entre el producto y el recipiente son factores fundamentales. El embalaje es el sistema de protección de la mercancía para poder transportarla de manera segura hasta su destino. A diferencia del envase, aquí el objetivo fundamental es cuidar la mercancía durante el proceso de transporte (UNCTAD, 2018).

En el Cuadro 38 se analiza brevemente la capacidad que tiene cada una de las vías de riesgo identificadas en este estudio para movilizar fuentes de inóculo de *Foc R4T*.

CUADRO 38.
NIVEL DE RIESGO ASOCIADO A LA DISTRIBUCIÓN
DE ARTÍCULOS REGLAMENTADOS DE BANANO Y PLÁTANO POR
LOS ESTADOS MIEMBROS DEL OIRSA

Tipo de vía / Probabilidad de distribución posterior a la entrada	Nivel de riesgo
Plantas con o sin raíz Hijuelos o hijos de espada Estos materiales han sido la fuente más importante de entrada de inóculo de Foc R4T entre áreas, en un mismo país y fuera del país en el comercio internacional (Pérez-Vicente <i>et al.</i>, 2014; ProMusa, 2018; FAO, 2018; Maryani <i>et al.</i>, 2019). Plantas asintomáticas en el comercio internacional son vía de dispersión de plagas y enfermedades, no siendo la excepción, la infección ocasionada por Foc R4T.	Mercancías reglamentadas importadas de países donde la plaga está presente, posterior a su ingreso al país, pueden ser transportadas a el lugar de distribución o almacén en vehículos inadecuados (sucios, con restos de otras mercancías, no sanitizados, no desinfectados, con restos de suelo, agua por salpicadura), sin mantenimiento, sin ventilación, sin cadena de frío, pueden conservar restos de materiales contaminados o suelo. Riesgo alto. Mercancías reglamentadas transportadas en vehículos sanitizados o desinfectados que se distribuyen en el comercio nacional en países donde la plaga es ausente. Riesgo muy bajo. Mercancías transportadas en vehículos en forma ilegal o ingresadas sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador. Riesgo alto.
Cormos (rizoma) Está comprobado que materiales vegetativos utilizados para el repoblamiento de áreas de producción, tales como hijuelos y cormos infectados en forma asintomática son el principal factor involucrado en la entrada de Foc entre áreas de producción (Pérez-Vicente <i>et al.</i>, 2014; ProMusa, 2018; FAO, 2018; Maryani <i>et al.</i>, 2019).	
Hojas o follaje en fresco Las hojas presentan la sintomatología de la enfermedad en condiciones de campo (García-Bastidas <i>et al.</i>, 2014). Hojas cosechadas sin cuidado, sucias, no tratadas, pueden ser vía de diseminación o movilización de esporas de Foc R4T (Pérez-Vicente <i>et al.</i>, 2014; ProMusa, 2018; FAO, 2018). En general, en el comercio internacional se prohíbe que los cargamentos de frutos de banano estén acompañados de restos vegetales (SFE, 2017). En la distribución nacional es un proceso común que la fruta sea cosechada con restos de raquis y hojas, lo que pueden ser vía de inóculo de Foc (Pérez-Vicente <i>et al.</i>, 2014). Correos internacionales contendrán material de riesgo de cuarentena o importaciones prohibidas, y una pequeña proporción de estos artículos puede representar un grave riesgo para el bienestar de las personas y la condición sanitaria y fitosanitaria de los países (ANAO, 2018)	
Inflorescencia Inflorescencias, flor cortada y follaje, sucios, no tratados, pueden ser vía de diseminación o movilización de plagas (Golan y Pringle, 2017; MPI, 2018), entre ellas Foc R4T (Pérez-Vicente <i>et al.</i>, 2014). Internet ofrece abundantes mercancías, las cuales están disponibles a nivel internacional y que son enviadas por correo internacional (Dita <i>et al.</i>, 2018; ANAO, 2018).	
Semilla botánica y polen El polen puede ser vía de diseminación de plagas al ser contaminado vía aérea o por salpique de agua contaminada, suelo o deposito de esporas (hongos) por el aire u organismos polinizadores o que visitan las flores para alimentarse de su néctar (Palmero <i>et al.</i>, 2011; Warman y Aitken, 2018) El polén puede ser vehículo para la movilización de esporas de Foc R4T.	

CUADRO 38.
NIVEL DE RIESGO ASOCIADO A LA DISTRIBUCIÓN
DE ARTÍCULOS REGLAMENTADOS DE BANANO Y PLÁTANO POR
LOS ESTADOS MIEMBROS DEL OIRSA

Tipo de vía / Probabilidad de distribución posterior a la entrada	Nivel de riesgo
Frutos frescos con cáscara	Mercancías reglamentadas importadas de países donde la plaga está presente, posterior a su ingreso al país, pueden ser transportadas al lugar de distribución o almacén en vehículos inadecuados (sucios, con restos de otras mercancías, no sanitizados, no desinfectados, con restos de suelo, agua por salpicadura), sin mantenimiento, sin ventilación, sin cadena de frío, pueden conservar restos de materiales contaminados o suelo. Riesgo alto. Mercancías reglamentadas transportadas en vehículos sanitizados o desinfectados que se distribuyen en el comercio nacional en países donde la plaga es ausente. Riesgo muy bajo. Mercancías transportadas en vehículos en forma ilegal o ingresadas sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador. Riesgo alto.
Los frutos <i>per se</i>, parecen no ser vía reconocida de la movilización de estructuras de reproducción del hongo, sin embargo, altas concentraciones de esporas pueden ser suficientes como inóculo para el inicio de un proceso de infección. Sin embargo, no se encontraron fuentes documentales que refieran a los frutos como vehículo de Foc R4T (Dita <i>et al.</i>, 2018).	
Frutos sin cáscara, pulpa de plátano	
El mesocarpio y endocarpio de plátano pasan por un proceso semi industrial para que la cáscara de la fruta sea retirada. Esta pulpa procesada se utiliza como materia prima para la preparación de varios subproductos, entre ellos pectina, almidón, harinas, pures, jugos, dulces, jugos, etc. (Maldonado y Pacheco, 2000; Flores-Gorosquera <i>et al.</i>, 2004).	
Cáscara de plátano deshidratada	Mercancías reglamentadas importadas de países donde la plaga está presente, posterior a su ingreso al país, pueden ser transportadas a el lugar de distribución o almacén en vehículos inadecuados (sucios, con restos de otras mercancías, no sanitizados, no desinfectados, con restos de suelo, agua por salpicadura), sin mantenimiento, sin ventilación, sin cadena de frío, pueden conservar restos de materiales contaminados o suelo. Riesgo alto. Mercancías reglamentadas transportadas en vehículos sanitizados o desinfectados que se distribuyen en el comercio nacional en países donde la plaga es ausente. Riesgo muy bajo. Mercancías transportadas en vehículos en forma ilegal o ingresadas sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador. Riesgo alto.
La cáscara y demás desechos son troceados para ser utilizados como composta, o para otros fines como alimento para cerdos, aves (Meneses <i>et al.</i>, 2010) y para la producción de etanol (Oviedo <i>et al.</i>, 2009).	
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitropiantas o germoplasma de banano	Transporte de mercancías reglamentadas originarias/procedentes de países con presencia. Riesgo alto. Transporte de mercancías reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente: Riesgo muy bajo. Mercancías ilegales o que se distribuyen sin haber verificado su procedencia o sin el debido proceso de ingreso y cuarentena o sin el conocimiento de la autoridad o procedentes de países con presencia confirmada o sospecha de la enfermedad. Riesgo alto.
Cualquier material vegetal propagativo producido en condiciones confinadas, en instalaciones reconocidas por las autoridades competentes para la reproducción de las especies, ya sea con fines experimentales o comerciales deberá pasar por un proceso de análisis de riesgo a solicitud de parte, para determinar la condición fitosanitaria de los materiales a exportar/importar. lo cual permitirá realizar la respectiva recomendación para permitir o negar la importación.	
Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	Mercancías reglamentadas importadas de países donde la plaga está presente, posterior a su ingreso al país, pueden ser transportadas a el lugar de distribución o almacén en vehículos inadecuados (sucios, con restos de otras mercancías, no sanitizados, no desinfectados, con restos de suelo, agua por salpicadura), sin mantenimiento, sin ventilación, sin cadena de frío, pueden conservar restos de materiales contaminados o suelo. Riesgo alto. Mercancías reglamentadas transportadas en vehículos sanitizados o desinfectados que se distribuyen en el comercio nacional en países donde la plaga es ausente. Riesgo muy bajo. Mercancías transportadas en vehículos en forma ilegal o ingresadas sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador. Riesgo alto.
Especies de los género <i>Musa</i>, cuyo destino de uso previsto sea como ornamentales (flores o follaje de corte) o como material vegetal propagativo para la reproducción de las especies, ya sea con fines experimentales o comerciales, deberá pasar por un proceso de análisis de riesgo a solicitud de parte, lo cual permitirá realizar la respectiva evaluación de riesgo y en su caso la recomendación para permitir o negar la importación.	

CUADRO 38.
NIVEL DE RIESGO ASOCIADO A LA DISTRIBUCIÓN
DE ARTÍCULOS REGLAMENTADOS DE BANANO Y PLÁTANO POR
LOS ESTADOS MIEMBROS DEL OIRSA

Tipo de vía / Probabilidad de distribución posterior a la entrada	Nivel de riesgo
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes	Transporte de sustratos sustratos tratados, desinfestados o esterilizados, solos o como soporte/ nutrición de plantas reglamentadas originarias o procedentes de países donde la plaga está ausente. Riesgo bajo.
Mercancías consistentes en sustratos para siembra de origen vegetal (sustratos orgánicos activos), no esterilizados o sin aplicación de tratamientos reconocidos internacionalmente son fuente de transporte de plagas (Pérez-Vicente <i>et al.</i> , 2014; Dita <i>et al.</i> , 2019).	Importación de sustratos no tratados, no desinfestados o no esterilizados, solos o como soporte/ nutrición de plantas ingresadas ilegalmente o sin conocimiento de la autoridad fitosanitaria del país importador. Riesgo alto.
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes contaminados con materiales de plantas hospedantes	
Productos para usos diferentes al fitosanitario (siembra, consumo humano o animal o industrialización) para uso en exteriores que no han recibido tratamiento y que se movilizan en el comercio internacional presentan un riesgo para la movilización y el establecimiento de plagas graves para la agricultura (CIPF, 1997; ISO, 2014; DAWR, 2017; FAO, 2018; USDA, 2017; Senasica, 2019), incluido estructuras de reproducción de Foc R4T.	
Suelo	
En el tránsito internacional, el suelo <i>per se</i> esta prohibido (CIPF, 1997; ISO, 2014; DAWR, 2017; FAO, 2018; USDA, 2017; Senasica, 2019). Suelo adherido como contaminante a otros medios de dispersión del hongo, tales como medios de embalaje o contenedores que estuvieron en contacto con suelo infestado es de riesgo alto (QRM, 2019).	Vehículos sucios, con resto de materiales contaminados, con suelo. Riesgo alto.
OTRAS VÍAS PROBABLES	
Pasajeros (calzado, ropa)	El tránsito e internamiento de personas, animales o artículos procedentes de países con presencia de la plaga, que pudieron haber estado en contacto con suelo o agua contaminados, pueden ser vía de distribución al portar posibles vías de inóculo de Foc R4T. Riesgo alto.
Artículos deportivos, de campismo o de desempeño al aire libre ya sea por actividades de trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito que pudieron estar en contacto con suelo o plantas infectadas (DAWR, 2017; MPI. 2018).	El tránsito e internamiento de personas, animales o artículos procedentes de países donde la plaga está ausente, que pudieron haber estado en contacto con suelo o agua, pueden ser vía de distribución al portar posibles vías de inóculo de Foc R4T. Riesgo muy bajo.
Animales o mascotas (patas, pelaje)	
Animales, silvestres o domesticados o bajo condiciones de cautiverio o mascotas, transportados por actividades de trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito que pudieron estar en contacto con suelo o plantas infectadas.	
Correo internacional	
Mercancías, regalos, o cualquier artículo transportado por correo internacional contaminado con suelo o con restos de plantas infectadas.	
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo)	
El principal riesgo de plagas asociado a vehículos, maquinaria y equipos usados (VME) es la contaminación con suelo, plagas, restos vegetales y semillas y otras partes de plantas con capacidad reproductiva (NIMF 5-CIPF, 2018; IICA, 2015).	Vehículos, contenedores, medios de embalaje (tarimas, cajas, costales, meta sacos, etc.), herramientas de trabajo, equipo, etc., contaminados con cualquier cantidad de suelo adherido, procedentes de países con presencia de la enfermedad o que pudieron estar en contacto con plantas o partes de plantas infectadas o infestadas. Riesgo alto. El tránsito e internamiento vehículos, maquinaria y equipos usados (VME) procedentes de países donde la plaga está ausente, que pudieron haber estado en contacto con suelo o agua, pueden ser vía de distribución de plagas, entre ellas Foc R4T. Riesgo muy bajo.

2.1.11. Probabilidad de que la plaga sobreviva los procedimientos vigentes de manejo de plagas

Al igual que las otras cepas Foc, R4T se originó en Asia. No evolucionó a partir de una cepa que superó la resistencia de los cultivares Cavendish. Foc R4T tiene un rango de hospedantes más amplio que los cultivares Cavendish. Además de los cultivares no afectados hasta ahora, como Lakatan y Pisang mas, también causa procesos infecciosos en grupos de cultivares susceptibles a las razas 1 y 2, como Gros Michel, Silk, Pome y Bluggoe. De esta manera, se constituye como una súper plaga que amenaza la biodiversidad de plátanos y bananos a nivel mundial, prospera en cualquier tipo de condiciones climáticas donde la planta/cultivo pueda desarrollarse. Puede atacar prácticamente a cualquier especie de musácea, variedad, cultivar, etc., ya sea silvestre o cultivada.

Como todas las otras cepas Foc que habitan en el suelo, R4T no se puede controlar con fungicidas ni erradicar del suelo con fumigantes. La capacidad de R4T para sobrevivir décadas en el suelo, junto con su impacto letal y su amplio rango de hospedantes, se encuentran entre las principales razones por las que se clasificó como la mayor amenaza para la producción de bananos. Para evitar mayores pérdidas por el patógeno, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha pedido a los países productores de banano que intensifiquen el monitoreo y la notificación, y que contengan las posibles incursiones para evitar que el hongo se establezca (FAO, Foro Mundial Bananero, 2018).

Como resultado, la propagación de Foc R4T ha llevado a un aumento en la investigación sobre control biológico y el papel de la comunidad microbiana del suelo en la supresión del patógeno. La rotación de cultivos con un cultivo no bananero que tiene actividad antifúngica ha sido utilizada en países como Taiwán, Indonesia y Malasia, aunque sin resultados prometedores. En China, los agricultores han cultivado bananos en presencia de Foc R4T rotándolos con el puerro chino (*Allium tuberosum*) (Huang *et al.*, 2005; Ploetz, 2005).

La solución mejor adaptada a la producción continua de bananos en suelos infestados es reemplazar los cultivares susceptibles por los resistentes. Sin embargo, dado el amplio rango de hospedantes de Foc R4T, su virulencia y su persistencia en el suelo, los expertos destacan la importancia de prevenir la propagación del hongo a áreas donde no se ha encontrado (Nadarajah *et al.*, 2016; Dita *et al.*, 2018).

2.1.12. Probabilidad de transferencia a un hospedante apropiado

La capacidad de Foc para colonizar y crecer saprofiticamente en desechos orgánicos aumenta la producción de clamidiosporas y contribuye a generar mayor persistencia del patógeno en el suelo (Stover y Waite, 1960; Stover, 1962). Además de las clamidiosporas, a largo plazo, la supervivencia de Foc se promueve a través de la infección de malezas y plantas hospedantes sin importancia económica (malas hierbas). Estudios realizados en América y Australia muestran que algunas especies de malezas pueden ser colonizadas por Foc sin síntomas visibles; por ejemplo, aislamientos correspondientes a la raza 1 de Foc fueron encontrados en *Paspalum fasciculatum*, *Panicum purpurescens*, *Ixophorus unisetus* (Poaceae) y *Commelina diffusa* (Commelinaceae) en Centroamérica (Waite y Dunlap, 1953), mientras que Foc R4S se informó en *Paspalum* spp. y *Amaranthus* spp. (Amaranthaceae) en Australia (Pittaway *et al.*, 1999). Foc R4T se encontró en las raíces de *Chloris inflata* (Poaceae), *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae), *Cyanthillium cinereum* y *Tridax procumbens* (Asteraceae), que crecen en bananos infestados en plantaciones en Australia (Hennessy *et al.*, 2005). En todos los casos, las malas hierbas no mostraron síntomas externos que se asemejen a los inducidos por *Fusarium* o fusariosis. Estos hallazgos sugieren que Foc puede sobrevivir como endófito en otras plantas y cuando los plátanos son replantados en el área, las malezas pueden actuar como reservorio del inóculo de Foc R4T.

Por otro lado, como ya se comentó en la sección de hospederos documentados para Foc R4T, los hospedantes primarios (cultivados o silvestres), en condiciones de campo están confinados al género *Musa*: *Musa* spp., *Musa textilis*, *Musa acuminata*, *Musa balbisiana* (Robinson y Galán, 2011; OIRSA, 2017). Además, se ha informado como presente en diferentes especies silvestres, algunas de las cuales son malezas de los bananales, tales como: *Chloris inflata* sin. *Chloris barbata* (zacate borrego) [Hennessy *et al.*, 2005]; *Commelina diffusa* (canutillo) [Wardlaw, 1972]; *Ensete ventricosum* (Ensete) [Wardlaw, 1972]; *Euphorbia heterophylla* (leche vana, lechosa, leche de sapo), *Tridax procumbens* [Hennessy *et al.*, 2005].

Los cultivos de cobertura son comúnmente recomendados en las plantaciones de banano como una práctica de sanidad del suelo para controlar malezas y nematodos, prevenir la erosión del suelo y reducir en el campo la propagación de la fusariosis del banano (Charles, 1995; Fongod *et al.*, 2010; Duyck *et al.*, 2011; Djigal *et al.*, 2012; Pattison *et al.*, 2014; Tardy *et al.*, 2015). Sin embargo, no se encontraron estudios que documenten el papel potencial de los cultivos de cobertura utilizados en el banano como secundario.

El impacto de las prácticas de manejo de malezas en la dispersión de Foc y su sobrevivencia son aspectos de la epidemiología de la plaga que deberían ser considerados para prestarles más atención en el área de ARP. Con ello se presentan oportunidades de investigación, en ausencia de la plaga, con los aislamientos de Foc R1 y Foc R2 que pudieran existir, y en los países en donde se encuentra la presencia de Foc R4T.

2.2. Probabilidad de establecimiento

Una vez, que cualquier vehículo en la movilización o entrada de cualquier cantidad de inóculo de Foc R4T ha ingresado a un área nueva, donde han sido superadas ya las barreras primarias de contención de cualquier país, es solo cuestión de tiempo para que esas fuentes de inóculo o estructuras de reproducción entren en contacto con un hospedero adecuado y se inicie paulatinamente un proceso de “adaptación-infección” a las nuevas condiciones del hospedero-área. Cuando se ha confirmado un hallazgo de presencia de la plaga, generalmente ya ha pasado un tiempo en el cual el patógeno ha logrado superar los posibles impedimentos que pudieran haber condicionado su sobrevivencia. Cuando se confirma con resultados de diagnóstico la presencia de la plaga en un área de producción, presumiblemente la cepa de Foc que ha ingresado, ya ha generado su proceso de colonización y expansión en el área de producción; para el caso de Foc R4T decimos que la plaga ya se ha establecido. En el suelo, puede haber ya fuente de inóculo de la plaga.

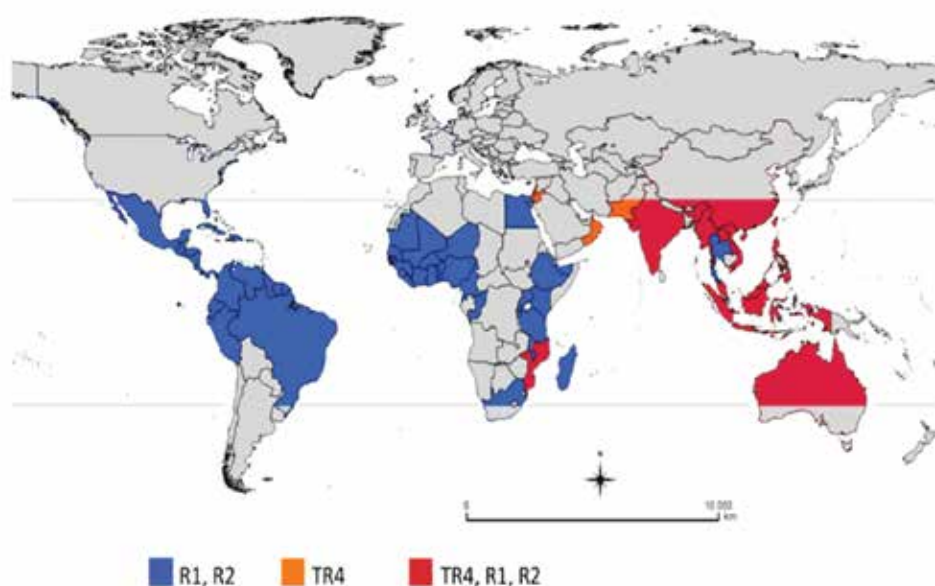


FIGURA 82. Distribución global de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc), agente causal del marchitamiento por *Fusarium* del banana.

2.2.1 Disponibilidad de hospedantes apropiados, hospedantes alternativos y vectores en el área de ARP

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* raza 4 tropical, al igual que muchas formas especiales de *Fusarium*, tiene una capacidad insignificante de movimiento por sí mismo o de crecimiento sin un hospedante apropiado (Rekah *et al.*, 1999). Diversos investigadores han evaluado la capacidad que tiene el patógeno para adaptarse y establecerse a diversas condiciones; a continuación, se mencionan algunas:

- 1) Las estructuras reproductivas de Foc R4T permanecen latentes hasta que son estimuladas para germinar por los exudados producidos por la raíz del hospedante, o por el contacto directo con tejidos de la raíz susceptibles (Stover, 1962).
- 2) Los conidios y las hifas de Foc pueden verse adheridas a las superficies radicales uno o dos días después de la inoculación (Guo *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2017).
- 3) Las hifas pueden crecer a lo largo de tabiques en las uniones entre las células de la raíz epidérmica y colonizar la superficie de la raíz (Guo *et al.*, 2015).
- 4) La infección se produce a través de raíces secundarias o terciarias, pero no a través de la raíz principal, a menos que el núcleo central esté expuesto directamente a las estructuras del patógeno (Trujillo y Snyder, 1963).
- 5) La penetración puede ocurrir directamente a través de heridas ya que no se han observado apresorios o penetraciones verdaderas (Li *et al.*, 2011, 2017).
- 6) Las hifas se hinchan en el sitio de penetración, pero luego vuelven a su tamaño normal (Li *et al.*, 2011).
- 7) Ocasionalmente las lesiones se desarrollan en el sitio de la infección inicial, pero con mayor frecuencia se ubican cerca de la base de la raíz (Rishbeth, 1955).

CUADRO 39.
CLASIFICACIÓN DE CLIMAS IDEALES PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE FOC R4T. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Temperatura		Humedad					
		S	W	f	m	w	s
A	Tropical	–	–	Ecuatorial <i>Af</i>	Monzónico <i>Am</i>	Tropical de sabana <i>Aw</i>	Tropical de sabana <i>As</i>
B	Seco	Estepario <i>BS</i>	Desértico <i>BW</i>	–	–	–	–
C	Templado	–	–	Subtropical sin estación seca (pampeano o chino) <i>Cfa</i> , Oceánico <i>Cfb</i>	–	Subtropical de altura/ invierno seco <i>Cwa</i> , <i>Cwb</i>	Mediterráneo <i>Csa</i> , Oceánico de veranos secos <i>Csb</i>

2.2.2. Adaptabilidad al medio ambiente

La temperatura ideal para el cultivo de las plantas de banano oscila entre los 18.5 °C a 35 °C, su ciclo de vida fluctúa de 12 a 18 años dependiendo del cuidado y del manejo técnico del mismo, se produce durante todo el año. La relación entre los factores ambientales condicionales (abióticos), como adaptabilidad al clima, suelo, su capacidad de sobrevivir a períodos de condiciones climáticas rigurosas y completar su estado de desarrollo con factores bióticos como, competencia con otros aislamientos de Foc,

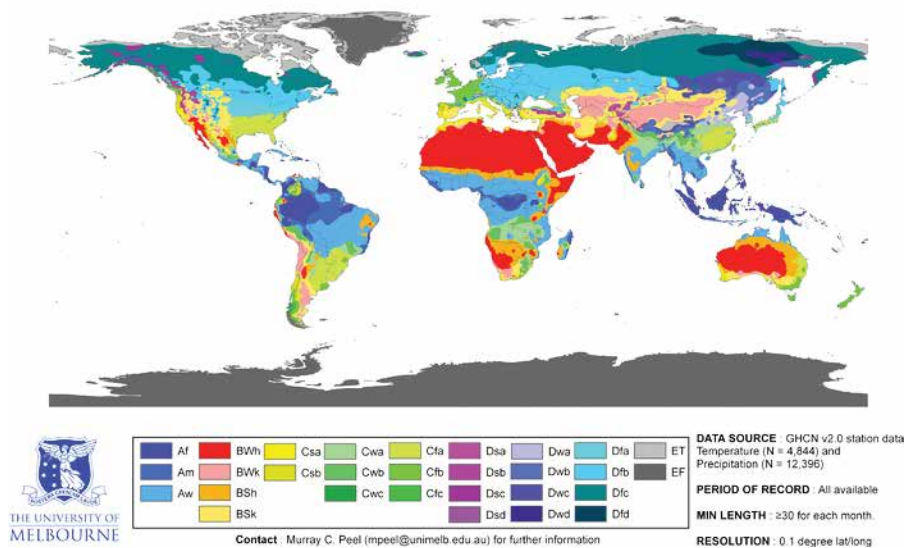


FIGURA 83. Mapa mundial de la clasificación climática de Köppen para el periodo 1951-2000. Los climas ideales para el establecimiento de Foc R4T se muestran en las escalas de azules.

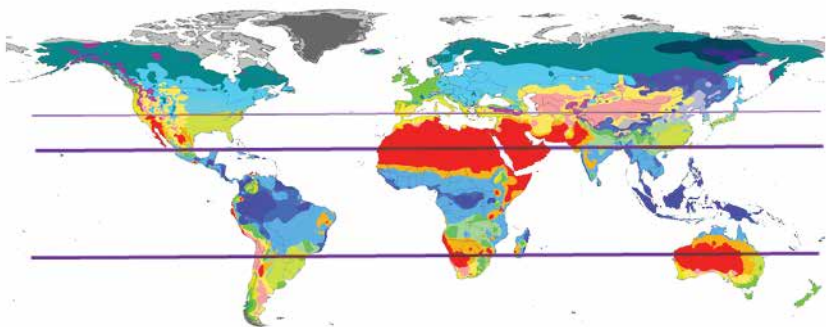


FIGURA 84. Isothermas climáticas. En América, en escala de azules, potencial de establecimiento para cepas de Foc R4T en cultivo de musáceas. Modificado de University of Melbourne, 2012.

además de la adaptabilidad a posibles hospedantes, son factores decisivos para el desarrollo de Foc R4T (VCG 01213/16), así como de su afinidad con variedades de *Musa* spp y potenciales especies de malezas. Los climas ideales para el desarrollo del cultivo son los del tipo A - tropical megatermal, con las variantes Af - ecuatorial, Am - tropical monzónico y Aw - tropical con invierno seco. Aunque también se desarrolla en climas de tipo C - templado mesotermal, con las variantes Cf - precipitaciones constantes y Cfa - subtropical sin estación seca (verano cálido) de acuerdo con la clasificación de Köppen.

De lo anterior se determina que existe una alta probabilidad de interacción entre el medio ambiente, las especies hospedantes y potenciales organismos coadyuvantes. Así mismo, se determina que existe una alta interacción de factores en el área de ARP.

2.2.3. Prácticas de cultivos y medidas de control

A cerca de 30 años de la caracterización del agente causal de la fusariosis del banano (Foc R4T), el patógeno ha sido movilizado por material de siembra, suelo, vectorizado por trabajadores, vehículos y material de siembra, riego, e inundaciones que resultan en la pérdida de cientos de miles de hectáreas de producción de variedades de Cavendish en China, en el norte del sudeste asiático y en Filipinas e Indonesia. Esta difusión continua de Foc R4T y el impacto causado en los cultivares de Cavendish en la región resaltan la gran amenaza que esta raza representa tanto para los países donde la enfermedad ya está presente, como en aquellos donde no se encuentra aún. Aunque Foc R4T ha sido altamente asociado con Cavendish como monocultivo, este patógeno también afecta a muchos otros cultivares importantes para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos (Hermanto *et al.*, 2011; Mostert *et al.*, 2017; Dita *et al.*, 2018).

La producción y el suministro de variedades de banano susceptibles se debe principalmente al movimiento de productores de banano y establecimiento de nuevos campos en zonas limpias. Teniendo en cuenta los aspectos epidemiológicos de Foc y el monocultivo de la mayoría de las plantaciones de banano, es evidente que el manejo de la enfermedad no es un proceso simple, a menos que se trate de un cultivo resistente y comercialmente aceptado. El uso de cultivares resistentes es frecuentemente declarado como la única medida efectiva para el control de esta enfermedad (Ploetz, 2015). Sin embargo, cultivares resistentes pueden no coincidir con las demandas del mercado y la resistencia puede ser superada con nuevas cepas patógenas, como es el caso de Cavendish y Foc R4T. Desafortunadamente, el “dogma” sobre la efectividad de la resistencia del cultivar como la única opción plausible para manejar a la fusariosis de las

musáceas en banano puede ser insuficiente. La exclusión, la bioseguridad y el manejo de suelos son alternativas innovadoras.

2.2.4. Otras características de las plagas que influyen en la probabilidad de establecimiento

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* (Foc), como hongo saprófito facultativo anamórfico, produce macroconidios, microconidios y clamidosporas como medios de dispersión y reproducción (Pérez-Vicente *et al.*, 2014). Puede permanecer en residuos de plantas de plátanos y bananos infectados, en forma de clamidosporas, las cuales germinan estimuladas por secreciones radicales de sus hospedantes principales y alternos o por el contacto con tejido sano de un cultivar susceptible (Stover, 1968). El hongo penetra a la planta a través de las raíces terciarias, pero no por las raíces principales, a menos que haya exposición del cilindro central. Posteriormente ingresa al sistema vascular del rizoma y pseudotallo e invade los vasos del xilema (Batlle y Pérez, 2009). Una vez dentro de éste produce conidios, que son llevados a lo largo de los haces vasculares donde inician nuevas zonas de infección, ocasionando su obstrucción, como consecuencia el movimiento de agua y nutrientes se reduce. En estados más avanzados de la enfermedad el patógeno crece fuera del sistema vascular, en el parénquima adyacente, produciendo grandes cantidades de conidios y clamidosporas; estas últimas retornan al suelo cuando la planta muere y permanecen latentes por varios años (más de 30 años). El ciclo se repite cuando las clamidosporas germinan e infectan nuevamente a la planta (Davis, 2005; Moore *et al.*, 1995).

El Cuadro 40 resume la probabilidad de establecimiento en relación con las vías de riesgo identificadas.

2.3. Probabilidad de dispersión después del establecimiento

Foc R4T (VCG 01213/16) es una plaga con alto potencial de establecimiento en el área de ARP, por lo cual también tiene un alto potencial de dispersión, situación que limita las posibilidades de una contención y/o erradicación exitosa. Al parecer, Foc no se propaga en el suelo por medio del crecimiento de la vegetación activa como otros patógenos transmitidos por el suelo, como *Fusarium solani*, *F. pallidoroseum*, *Rhizoctonia* sp. y *Pythium* sp. (Stover y Waite, 1960; Stover, 1962; Trujillo y Snyder, 1963).

La dispersión se produce principalmente por el movimiento pasivo de propágulos infectados a distancias cortas y largas, desde el área de producción a otras áreas u otros lugares a nivel local o entre países o conti-

CUADRO 40.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ESTABLECIMIENTO
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de establecimiento	Nivel de riesgo
Material hospedante (<i>Musa spp.</i>)		
Plantas con o sin raíz. hijuelos o hijos de espada	Las plantas con raíz e hijuelos son la principal fuente de establecimiento de inóculo de Foc R4T entre áreas, en un mismo país y fuera del país en el comercio internacional (Stover <i>et al.</i> , 1960; Perez-Vicente <i>et al.</i> , 2014; Biosecurity of Queensland, 2016; Dita <i>et al.</i> , 2018; ProMusa, 2018; Warman y Aitken; 2018). Plantas asintomáticas procedentes del comercio pueden ser sembradas sin expresión de síntomas aparentes de daño, por tiempo indefinido. Cuando se presentan los primeros síntomas de la enfermedad es porque el proceso de infección pudo haber ocurrido anteriormente (Ploetz y Pegg, 1997; Xiao <i>et al.</i> , 2003; Yogev <i>et al.</i> , 2006; Perez-Vicente <i>et al.</i> , 2014)	• Mercancías reglamentadas de plantas o cormos de banano o plátano procedente de países con presencia de la enfermedad, importadas en forma asintomática o como resultado de “falsos negativos”, utilizadas para siembra en áreas de producción para apertura, mantenimiento, repoblamiento o recambio pueden ser fuente de contaminación y establecimiento de la plaga en campo. Riesgo alto.
Cormos (rizoma)	El cormo o rizoma, como estructura de conducción y sostén de los pseudotallos de banano es el órgano que presenta inicialmente los síntomas de la infección por <i>fusarium</i> . Al ser subterráneo, en él prolifera el crecimiento de micelio que va a condicionar el desarrollo de micro y macroconidios y más adelante en los haces vasculares o de conducción de la planta el bloqueo por las clamidosporas cuando la enfermedad está ya muy avanzada (Buddenhagen, 2009; Caffall y Mohnen, 2009). Tradicionalmente este tipo de vía ha sido la principal fuente antropogénica de establecimiento de enfermedades en el cultivo del banano a través del tránsito y comercio nacional e internacional (Smith <i>et al.</i> , 1988; Borges-Pérez <i>et al.</i> , 1991; Ploetz y Pegg, 1997; Somu, 2012).	• Mercancías reglamentadas procedentes de cultivo de tejidos, viveros o áreas de producción certificados en países con ausencia de la plaga. Riesgo bajo. • Mercancías ilegales. Riesgo alto.
Hojas o follaje en fresco	En el proceso de infección y manifestación de síntomas que inducen a sospecha de enfermedad por <i>fusarium</i> , las hojas exteriores o maduras son las que exhiben los primeros síntomas, los cuales consisten en el acame o marchites hasta el doblamiento de los peciolo acompañados de amarillamiento que empieza por el borde exterior de los folíolos; plantas con infección avanzada presentan lo que se conoce como efecto “falda hawaiana” (Condé y Itkethley, 2001). Las hojas y el pseudotallo son los órganos que manifiestan la infección por <i>fusarium</i> , de donde se recomienda la toma de muestra para corroborar la identidad de la plaga (Dita <i>et al.</i> , 2010; Dita, 2016; Li <i>et al.</i> , 2017).	Una vez establecida la enfermedad en un área de producción, traspasado o alguna otra área donde existan plantas de banano o plátano, la manifestación de síntomas en las hojas maduras, pseudotallos e inflorescencias de la planta serán el indicio de sospecha de la enfermedad, lo cual deberá ser corroborado mediante la correspondiente toma de muestra y confirmación por un laboratorio con reconocida capacidad para la determinación de Foc R4T. Riesgo medio.
Inflorescencia	Una planta enferma por Foc R4T manifestará síntomas en las inflorescencias, las cuales se observarán como marchitas y decoloradas. Plantas enfermas abortan las flores, lo que impide el desarrollo y llenado de frutos (Li <i>et al.</i> , 2017). El proceso de infección y enfermedad por Foc será variable, lo cual depende de las condiciones en que se dé el contacto inicial, condiciones ambientales, manejo agrosanitario del cultivo, etc. (McCartney y Fitt, 1998). La expresión de síntomas puede ocurrir mucho después de haberse iniciado el proceso de infección (Pérez-Vicente <i>et al.</i> , 2014; Dita <i>et al.</i> , 2018)	Plantas de banano o plátano con expresión de síntomas en áreas donde la plaga no está presente deberán ser conformadas por diagnóstico fitosanitario después de ser informado su hallazgo a la autoridad fitosanitaria competente. Si hay comercio o introducción de vías de riesgo existe una probabilidad de que la planta esté infectada.
Semilla botánica y polen	Plantas enfermas por Foc R4T, manifestarán síntomas en todos sus órganos, algunos más perceptibles para el ojo humano que otros (Pegg <i>et al.</i> , 1994; Pegg y Menners, 2014). El polen de bananos enfermos en áreas de producción con presencia de la enfermedad pueden condicionar el establecimiento de la enfermedad al ser diseminado por el viento o por vectores (abejas, avispas, coleópteros, etc.) (Pérez-Vicente, 2004; Ploetz, 2015). A diferencia de otros productos agrícolas destinados al consumo, las semillas generan mayor preocupación: al estar destinadas a la siembra, existe un peligro mayor de que cualquier plaga que contengan pueda asentarse y propagarse tras ser plantadas. Semillas botánicas no tratadas pueden ser vía de diseminación y establecimiento de plagas (FAO, 2013).	

CUADRO 40.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ESTABLECIMIENTO
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de establecimiento	Nivel de riesgo
Frutos frescos con cáscara	La Comisión Europea adoptó en el año 2000 el “Libro Blanco sobre la Inocuidad Alimentaria” y volvió el tema de la inocuidad alimentaria una de sus altas prioridades (CCE, 2000). Posteriormente se creó en 2011 la Ley de Modernización de Inocuidad de los Alimentos (Food Safety Modernization Act [FSMA por sus siglas en inglés]) para renovar el sistema de inocuidad alimentaria en Estados Unidos y prevenir problemas de propagación de enfermedades (FDA, 2017). Ambas legislaciones fijan estándares de inocuidad para los grandes, medianos y pequeños productores tanto dentro como fuera de la Comunidad Europea y de Estados Unidos, respectivamente. Estas suponen la implementación de procesos preventivos, con el fin de garantizar alimentos inocuos y libres de contaminación física, química y biológica (FAO, 2000; Mencarelli y Mejia, 2004; CALS, 2018).	Ante los riesgos de contaminación biológica, las agroindustrias han implementado prácticas preventivas para garantizar alimentos inocuos para los consumidores en cumplimiento de la legislación en la materia que han emitido distintas organizaciones. En este sentido, cualquier productor o asociación de productores o empresas, pequeñas, medianas o grandes, debe cumplir con estándares para hacer accesible su producto en términos de inocuidad a mercados internacionales. En resumen, en términos de riesgo, el fruto fresco de banano para exportación supone un riesgo de establecimiento de la plaga muy bajo, incluso aquellas peligrosas para la salud humana. Riesgo muy bajo.
Frutos sin cáscara, pulpa de plátano	Diversos autores como Kallarackal <i>et al</i> (1989), Rushing <i>et al.</i> (2012), Giron <i>et al.</i> , (2019) han afirmado que las enfermedades humanas no han sido asociadas con el consumo de bananas frescas, ya que el “banano es una fruta de bajo riesgo y que el riesgo de la infiltración es mínimo porque las bananas tienen una presión interna positiva que empuja el látex desde los tallos cortados.	La pulpa de banano o plátano no se ha reportado como medio de contaminación de bacterias u hongos endógenos o contaminantes de superficie que causen infecciones o enfermedades al humano o a la agricultura, como resultado de su consumo en fresco o procesado en forma normal. Riesgo insignificante.
Cáscara de plátano deshidratada	Los frutos de banano producidos a nivel comercial, posterior a su cosecha y previo a su empaque, pasan por un proceso de lavado, conservación a temperatura controlada y refrigeración (Mencarelli y Mejia, 2004; Mokbel y Hashinaga, 2005). El agua de lavado también es evaluada y monitoreada para evitar cualquier fuente de contaminación y determinar lo que hay que hacer en caso de que no se cumplan los parámetros determinados por normas internacionales (CCE,2000; FDA, 2017).	• La cáscara de banano utilizada para fines comerciales, tales como la elaboración de alimentos balanceados para animales o la elaboración de abonos o sustratos orgánicos para siembra de plantas, representa un riesgo medio como vía de establecimiento de Foc. • Por otro lado, muchas prácticas agronómicas normalmente recomiendan la reincorporación de residuos del cultivo a las áreas de producción para reintegración de nutrientes, lo que representa un riesgo medio de reincorporación de fuentes de inóculo de plagas de superficie tales como esporas de hongos o plagas sistémicas.
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	Artículos reglamentados, como, plantas procedentes de cultivo de tejidos o meristemos producidos en medios de cultivo esterilizados, plantas producidas en condiciones <i>in vitro</i> (vitroplantas) o <i>ex vitro</i> (plantas endurecidas en ausencia de contacto con suelo) producidas en medios orgánicos o inorgánicos esterilizados, vitroplantas importadas a raíz desnuda o germoplasma no liofilizado de musáceas; deberán proceder de entidades o empresas reconocidas por la implementación de buenas prácticas de producción, las cuales deberán ser avaladas por las autoridades fitosanitarias correspondientes, de manera que estas garanticen una adecuada condición fitosanitaria (FAO, 2019; Senasica, 2019, SFE, 2019).	• Mercancías reglamentadas procedentes de empresas certificados, con reconocimiento por parte de la ONPF del país. Riesgo bajo. • Mercancías procedentes de cualquier sistema de producción. Riesgo alto. • Mercancías ilegales. Riesgo alto.

CUADRO 40.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ESTABLECIMIENTO
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de establecimiento	Nivel de riesgo
Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	Especies de los géneros <i>Musa</i> , cuyo destino de uso previsto sea ornamental (flores o follaje de corte) o como material vegetal propagativo para la reproducción de las especies, ya sea con fines experimentales o comerciales pueden ser fuente de diseminación y establecimiento de plagas (Orozco-Santos <i>et al.</i> , 1998; Orozco-Santos <i>et al.</i> , 2004; Mendes <i>et al.</i> 2015; INIFAP, 2018; Corbana, 2019).	Mercancías reglamentadas de plantas ornamentales, flores de corte o follaje para arreglos florales de musáceas, procedentes de países con presencia de la enfermedad, importadas en forma asintomática o como resultado de "falsos negativos", utilizadas para siembra, ornamento o arreglo, pueden ser fuente de contaminación y establecimiento de la plaga en campo, aunque se estima que esta probabilidad puede ser incierta y con un alto nivel de incertidumbre dado que no existe información explícita por parte de agencias reguladoras. Riesgo alto.
No hospedantes		
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos hospedantes (sustratos orgánicos no esterilizados)	Sustratos para siembra de origen vegetal (sustratos orgánicos activos), no esterilizados pueden ser vía de establecimiento de plagas de interés cuarentenario (ISO, 2016; Senasica, 2017; USDA, 2018; MIP, 208). Plantas desarrolladas en medios de cultivo de tipo orgánico que no haya sido previamente esterilizado constituyen fuente de establecimiento de plagas (Sandoval, 2010). En el comercio internacional plantas en estas condiciones constituyen fuente de entrada y establecimiento de plagas de interés cuarentenario (ANAO, 2018).	Sustratos orgánicos o semi orgánicos activos utilizados para la producción, siembra o crecimiento de plantas pueden ser medio de establecimiento de plagas de interés cuarentenario cuando no han sido previamente desactivados o inhabilitados de posibles agentes contaminantes. Riesgo alto.
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes fabricados con materiales de plantas hospedantes	En este rubro están mercancías no consideradas bajo procesos de inspección y certificación fitosanitaria, tales como artesanías o productos manufacturados con derivados de plantas hospedantes de plagas, tales como portalápices, sombreros, muebles, portavasos, máscaras ornamentales o con fines religiosos, derivados vegetales para fines medicinales o cosméticos, etc. En general productos que no han recibido tratamiento fitosanitario con fines de garantizar su condición fitosanitaria en términos de su movilización transfronteriza o al ser portados por pasajeros internacionales (Senasica, 2017; DAWR, 2019).	La probabilidad de que artefactos importados como mercancías reglamentadas consideradas como artesanías para venta o distribución comercial o aquellas portadas por turistas al momento de su ingreso a un país para su uso en domicilios confinados y que estas sean portadores de plagas es alto. Sin embargo, esta situación depende mucho de la frecuencia del tránsito a través de la vía, y estos eventos raramente son muy frecuentes como para representar un riesgo real, por lo que la probabilidad de que un artefacto llegue a un área de producción de plátano o banano se considera bajo; aunque en países tropicales y subtropicales, como los que nos interesan como área de ARP en el presente análisis, presentan condiciones a nivel de traspatio donde la plaga podría mantenerse en forma encubierta, mientras no se divulguen ampliamente estrategias de comunicación y sensibilización al interior de cada país. Por lo anterior, en promedio, se estima este nivel de riesgo como medio.
Pasajeros: materiales o artículos transportados por pasajeros, contaminados con suelo	Para muchas ONPF el riesgo asociado a la importación de mercancías y bienes representa un gran riesgo, por la gran gama de productos, tanto de origen animal como vegetal, que son movilizados entre fronteras, entre ellos la importación de animales vivos (categoría de riesgo 5) (ANAO, 2014). Los animales como medio, tanto interno como externo, presentan características que les permiten comportarse como fómites, es decir, como medio de dispersión de agentes extraños para ellos, tales como plagas y enfermedades (OIE, 2018).	
Animales o mascotas (contaminados con suelo)		
Suelo	Una vez en se encuentra una planta enferma en un área de producción, las estructuras de reproducción del hongo, se mantendrán indefinidamente en el suelo (Rishbeth, 1955; Sequeira, 1958; Rekah <i>et al.</i> , 1999; Orozco-Santos <i>et al.</i> , 2004; Pérez-Vicente, 2004; Dita, 2010; Palmero <i>et al.</i> , 2011; Pérez-Vicente <i>et al.</i> , 2014; Gúzman <i>et al.</i> , 2013; Shen <i>et al.</i> , 2015; Mazzola y Freilich, 2017; Dita, 2016; Dita <i>et al.</i> , 2018).	El suelo es medio de establecimiento y permanencia de plagas cuarentenarias que son transmitidas por suelo. Riesgo alto.
Aire	El aire no presenta ningún papel como medio de establecimiento de la plaga (Roper <i>et al.</i> , 2010; Rieux <i>et al.</i> , 2014; Scarlett <i>et al.</i> , 2015).	El aire o viento es medio de dispersión de estructuras de resistencia de enfermedades.

CUADRO 40.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ESTABLECIMIENTO
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de establecimiento	Nivel de riesgo
Agua	De acuerdo con Madden (2009), Palmero <i>et al.</i> , (2011), Dita (2016), la lluvia, el salpique por riesgo, agua por escorrentía, y en general cuerpos de agua presentes en las áreas de producción, son fuente de conservación de clamidosporas, las cuales una vez que el agua entra en movimiento, pueden ser medio de dispersión natural de las estructuras de resistencia del hongo en las áreas donde la plaga está presente.	El agua es vía de dispersión de estructuras de reproducción de Foc R4T, tales como micro, macroconidios y clamidosporas.
Material no hospedante		
Correo internacional (contaminado con suelo)	Diferentes flujos de importación también presentan diferentes riesgos. La agricultura y las aduanas (denominadas colectivamente en este informe como las agencias fronterizas) consideran que los artículos de correo internacional representan un riesgo menor en comparación con la carga aérea y marítima porque los artículos de correo generalmente son envíos más pequeños y están destinados para uso o consumo doméstico. La gestión de riesgos en cualquier flujo está necesariamente influenciada por la disponibilidad de recursos y los riesgos generales que cada agencia trata de gestionar en la frontera (ANAO, 2014).	Las mercancías movilizadas mediante los servicios de correo postal internacional pueden ser vía de ingreso de plagas de interés cuarentenario. No funcionan como riesgo de establecimiento, a menos que se trate de semillas o materiales vegetales propagativos. Esto último es tratado en otro apartado.
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo).	Los vehículos, maquinaria y equipos usados (VME) pueden ser portadores de agentes contaminantes como suelo, restos plantas, semillas y otras partes vegetales con capacidad reproductiva. Son en particular preocupantes las plagas que tienen una fase vital resistente o latente que les permite sobrevivir al transporte a áreas en peligro, entre otras el riesgo de introducción de cualquier cantidad de inóculo de Foc R4T, así como de nematodos, semilla botánica, hongos, bacterias y virus.	Los VME son medios de dispersión de plagas, mas no de medios de establecimiento.

nentes. La dispersión a largas distancias se debe principalmente a factores antropogénicos, mientras que la dispersión a cortas distancias puede estar asociada tanto a factores antropogénicos como naturales, tales como escorrentía de agua, movimiento de animales con esporas o suelo. Los pocos estudios realizados sobre dinámica espacial sugieren que al azar las plantas infectadas pueden ser distribuidas y encontrar un área apropiada o adecuada para iniciar un proceso de colonización y desarrollo de una epidemia. La dispersión en el campo se realiza por el contagio de planta a planta, que en última instancia conduce al patrón agregado comúnmente visto en muchas áreas (Meldrum *et al.*, 2013). Al ser un patógeno transmitido por el suelo, agentes capaces de mover partículas de él, contaminado con esporas, incluyendo el agua, contribuyen significativamente a la dispersión del patógeno. El movimiento de partes de plantas infectadas en forma asintomática, incluyendo material de siembra, parece ser uno de los principales medios de dispersión. De acuerdo con Dita y colaboradores (2018), un resumen de los factores de dispersión se detalla a continuación. Estos factores pueden operar por separado o en asociación para dispersar estructuras de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* de corta o larga distancia.

2.3.1. Materiales propagativos

Una vez que una planta ha sido infectada y colonizada por Foc, la producción de clamidosporas en el sistema radicular, el rizoma y el pseudotallo se dispara (Li *et al.*, 2011). Las estructuras de reproducción también se encuentran en los pecíolos y en las hojas, ya que el ADN del patógeno también ha sido detectado en estas últimas (Lin *et al.*, 2009). Una vez que una planta es infectada por Foc, éste completa su ciclo y mata a la planta. Mientras que las partes aéreas y el rizoma pueden ser destruidos fácilmente, las raíces permanecen en el suelo. Por lo tanto, si Foc estaba creciendo activamente y colonizando el sistema radicular, las esporas pueden permanecer en el suelo y formar parte del arsenal de inóculo del patógeno.

Las plantas madre infectadas son capaces de transferir estructuras fúngicas a los retoños, que suelen permanecer sin síntomas, debido al largo período latente de la enfermedad (Stover, 1962). Por lo tanto, cualquier material vegetal infectado, incluidos los retoños sin síntomas, es una posible fuente de inóculo y también puede dispersar al patógeno.

El material de siembra ha sido (y sigue siendo) uno de los factores más importantes para la dispersión de la enfermedad (Ploetz, 2005; Dita *et al.*, 2010; Pérez-Vicente *et al.*, 2014). Además, las hojas de plátano y el pseudotallo se utilizan con frecuencia para envolver o embalar plátano. Las plantas infectadas utilizadas en la preparación de composta dan como resultado un sustrato contaminado que se transporta fácilmente desde un lugar a otro.

Hasta el momento, no se ha publicado evidencia científica de la dispersión de Foc a través de frutas de banano (Ploetz *et al.*, 2015). Una publicación australiana indica que Foc podría moverse en forma asintomática en los vasos de conducción en el interior de las manos de fruta y en

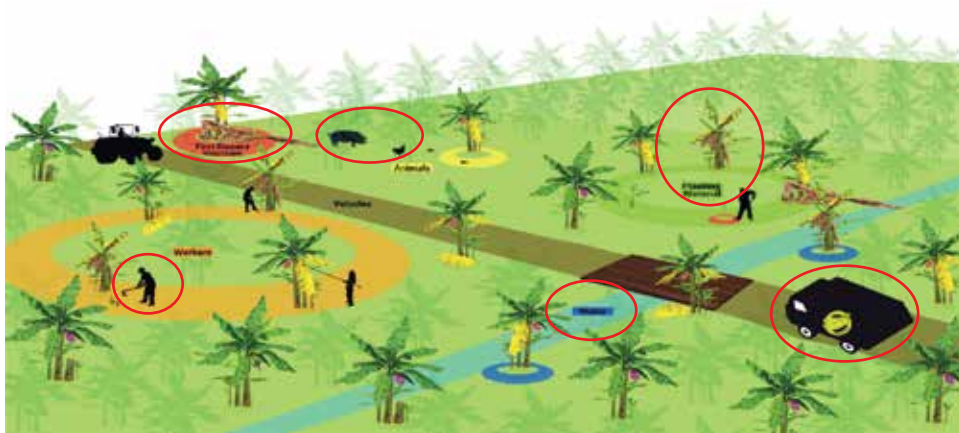


FIGURA 85. Factores asociados a la dispersión de *Fusarium*. Vehículos, material de siembra, animales, trabajadores y agua.

trozos de hojas infectadas asociadas a la basura acompañante de envíos de fruta desde Filipinas (Commonwealth of Australia, 2004). En resumen, el movimiento de partes de la planta, ya sea como material de propagación o como resultado de las prácticas agrícolas, puede implicar riesgos significativos a nivel local, regional y continental, y debe ser estrictamente controlado en áreas afectadas con Foc.

2.3.2. Agua

Las lluvias fuertes, al impactar en la tierra de cultivo, ocasionan el salpique de gotas que contienen partículas de suelo, fragmentos vegetales infectados, esporas y trozos de micelio. Estas partículas de suelo por salpicadura son vía de dispersión de Foc a corta distancia (Palmero *et al.*, 2011; Warman y Aitken, 2018). La escorrentía y el flujo de agua contaminada con partículas de suelo, fragmentos vegetales infectados, esporas y trozos de micelio pueden ser transportados a zonas limpias, canales de drenaje, embalses de riego y ríos. Una vez que el agua que proviene de fuentes contaminadas se utiliza en riego o naturalmente cuando alcanza áreas libres de Foc, el patógeno se propaga de manera rápida y eficiente en y entre los campos de banano. Por ejemplo, la rápida propagación de Foc R4T en China ha sido frecuentemente asociada tanto a la utilización de material de siembra infectado como a agua de riego del río Pearl (Xu *et al.*, 2003). En áreas naturalmente predispuestas a inundaciones, el riesgo es aún mayor. Fenómenos naturales como huracanes y tifones pueden aumentar la dispersión de Foc, no solo por el transporte directo de partículas contaminantes a las plantaciones de banano, sino también por los encharcamientos e inundación de los terrenos de cultivo, así como de la contaminación del agua de riego, situación recientemente observadas en Filipinas (Trueggelmann, Unifrutti / Bloom Agro, en Dita *et al.*, 2018). Otras fuentes de contaminación por agua como vehículo de inóculo son:

- 1) Utilización de agua para riego procedente de unidades de producción bajo cubierta, ya sea en malla sombra o invernadero.
- 2) Agua contaminada utilizada para riego de plantas en proceso de aclimatación o endurecimiento.
- 3) Agua en superficies de condensación contaminada con partículas de suelo y restos de plantas arrastradas por el viento.

Plantas producidas en estas condiciones pueden no presentar síntomas visibles de la enfermedad y ser comercializadas, con lo que podrían diseminar efectivamente el patógeno al campo (Dita *et al.*, 2018; Thiers, 2019). Por lo tanto, los proveedores de plantas deberían cumplir estrictos controles de calidad en sus fuentes de agua. Esta condición deberá ser aplicable

también para los sustratos de plantas. En todo proceso de aclimatación deberá ser verificada la calidad del agua y del sustrato, lo cual es indispensable para certificar que el material de siembra de plantas sea libre de Foc.

2.3.3. Suelos y sustratos

La dispersión de Foc en el suelo está asociada a vectores del movimiento del suelo, raíces u otros residuos de plantas infectadas: agua, viento, insectos, animales, herramientas, maquinaria, neumáticos y otros equipos pueden transportar partículas de suelo que contienen propágulos de Foc. Estudios en otros sistemas patológicos indican que *F. oxysporum* no se mueve distancias significativas en el suelo sin la presencia de raíces de sus hospedantes, restos de plantas u otros agentes dispersantes (Trujillo y Snyder, 1963; Rekah *et al.*, 1999; Warman y Aitken, 2018). Recientes investigaciones han estimado la cantidad de esporas de Foc R4T en muestras de suelo en Filipinas y han demostrado que es posible detectar la presencia de niveles significativos de inóculo en el suelo adherido a los zapatos después de una visita breve a campos infestados (Gert Kema, comunicación personal en Dita *et al.*, 2018).

Sustratos orgánicos o incluso plantas distintas a los plátanos pueden dispersar Foc. Por ejemplo, en la zona cafetera de Centroamérica donde los bananos están asociados con el café agroforestal, Foc R1 y Foc R2 se dispersa con plántulas de café preparadas con sustratos infectados con Foc (Corbana, 2019). El creciente comercio de sustratos, incluidos los preparados con las fibras de coco producidas en Asia, es potencialmente peligroso para la dispersión de Foc a niveles transcontinentales. Estudios adicionales sobre la dinámica poblacional de Foc en el suelo en diferentes estratos son necesarios para entender mejor cómo sobrevive el patógeno, cómo se propaga e infecta plantas.

2.3.4. Viento

La dispersión de estructuras de reproducción de hongos a larga distancia (LDD) o en ambientes locales por vientos secos o húmedos como agentes dispersantes de Foc aún no ha sido confirmada. Además, el proceso de esporulación sobre el suelo aún no se ha informado en el cultivo del banano, por lo cual es necesario considerar este factor epidemiológico (Dita *et al.*, 2018). La LDD fúngica está restringida a la capacidad de las esporas para sobrevivir en ambientes hostiles. Para poder determinar la capacidad del viento como agente dispersor es necesario realizar estudios de captura

directa de esporas, comparaciones genéticas de poblaciones disyuntas, modelos estadísticos y simulaciones de datos de dispersión (Rieux *et al.*, 2014; Gola y Pringle, 2017).

Estudios realizados para otras especies de *Fusarium* muestran que el uso de trampas de esporas fue útil para capturar conidios aerotransportados de *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) para entender su epidemiología en el cultivo de tomate (Rekah *et al.*, 2000). En este sentido, se podría utilizar un enfoque similar para evaluar la propagación en el aire de Foc y su papel en la epidemiología de la enfermedad. De hecho, la producción de conidios aéreos ya ha sido reportada en otras formas transmitidas por el suelo, por ejemplo, formas especiales de *F. oxysporum*, como *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (tomate; Fol), *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (pepino; Focu) y *F. oxysporum* f. sp. *basilici* (albahaca; Fob). La capacidad de transporte de esporas por el aire que causan infecciones por encima del suelo no está clara o ha generado polémica. La inoculación experimental de heridas en tallo con conidios de *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* no pudo establecer infecciones en el pepino, lo que sugiere que las esporas en el aire son depositadas sobre la superficie del sustrato y la infección se produce principalmente a través de la raíz (Scarlett *et al.*, 2015). En contraste, la infección a través de heridas en las hojas por propágulos en el aire de Fol en tomates y Fob en albahaca han sido reportados (Rekah *et al.*, 2000). Se ha demostrado que otras vías, como vientos pesados asociados a fuertes lluvias, pueden transportar efectivamente partículas de suelo contaminado y restos de plantas desde áreas infestadas a áreas libres de la enfermedad. Por lo tanto, el viento debe ser considerado como un agente dispersor de la enfermedad (Dita *et al.*, 2018; Warman y Aitken, 2018).

2.3.5. Animales

Una amplia diversidad de animales vertebrados e invertebrados pueden habitar plantaciones de banano. Estos animales pueden transportar partículas de suelo desde áreas infestadas a zonas libres de Foc. El gorgojo perforador del banano, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), es plaga cosmopolita en plantaciones de bananos, de las más importantes que ameritan la aplicación de estrategias de control (Gold *et al.*, 2001). Estudios recientes en Australia demostraron la presencia de esporas viables en sus exoesqueletos (Meldrum *et al.*, 2013). A pesar de que este hallazgo significa que *C. sordidus* puede ser portador de Foc, se necesitan más estudios para determinar si los gorgojos son vectores efectivos de Foc.

Metamasius hemipterus L. (Coleoptera: Curculionidae), un gorgojo que se encuentra con frecuencia en campos de banano, también puede tener un papel en la dispersión de Foc, pero ningún estudio se encontró sobre este tema.

En sistemas de pequeños agricultores o plantaciones cercanas a asentamientos humanos, los animales domésticos también podrían contribuir a la difusión de enfermedad de granja a granja. Por ejemplo, desde la detección de Foc R4T, campañas rigurosas para reducir las poblaciones de cerdos salvajes se han implementado en el Tully Valley, Australia, ya que estos animales son reconocidos como un serio vector de enfermedades fúngicas transmitidas por el suelo (Biosecurity of Queensland, 2016).

El papel potencial de las plagas de vertebrados subterráneos como dispersores de Foc no ha sido estudiado; por ejemplo, diversas especies de gofres (*Thomomys* spp.) o ratones de abazones son roedores excavadores equipados con fuertes garras para realizar túneles a diversas profundidades en los campos de cultivo para buscar alimentos y construir madrigueras para vivienda. Es uno de los vertebrados más importantes en los campos de banano en Centroamérica (Monge-Meza, 2011).

Los mosquitos (*Bradysia* spp.) son vectores de *Fusarium* spp. en invernaderos en tomates (Gillespie y Menzies, 1993) y en viveros de plantas ornamentales (Gullino *et al.*, 2015).

Moscas de la especie *Scatella stagnalis* se han implicado en la transmisión de Fol y Forl en cultivos de tomate (Matsuda *et al.*, 2009).

2.3.6. Factores antropogénicos

Los humanos juegan un papel clave en la dispersión de patógenos de plantas y Foc no es una excepción. El mundo globalizado actual aumenta el movimiento de mercancías, personas y servicios. Por lo tanto, el riesgo de la dispersión de Foc a través de factores antropogénicos es claramente alto.

La rápida dispersión por órganos o partes de plantas asintomáticas, pero infectadas, como material de siembra fue crucial para la propagación de Foc R1, enfermedad que devastó cultivos enteros de bananos de los cultivares Gros Michel a mediados del siglo pasado (Stover, 1962; Ploetz y Pegg, 2000; Pérez-Vicente, 2004).

El Cuadro 41 resume la probabilidad de dispersión de las vías identificadas.

CUADRO 41.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE DISPERSIÓN
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de dispersión	Nivel de riesgo
Material hospedante (<i>Musa spp.</i>)		
Plantas con o sin raíz. hijuelos o hijos de espada	La dispersión se produce principalmente por el movimiento pasivo de materiales vegetales propagativos o propágulos infectados a distancias cortas y largas, desde el área de producción a otras áreas u otros lugares a nivel local o entre países o continentes (Ploetz <i>et al.</i> , 2015; Dita <i>et al.</i> , 2018; FAO, 2018; ProMusa, 2018; WU, 2018). Por sus largos periodos de incubación, plantas asintomáticas de bananos, en el comercio internacional son vía de dispersión de Foc R4T (Pérez-Vicente <i>et al.</i> , 2014; FAO, 2019). Una vez que una fuente de inóculo ingresa exitosamente a un área de producción, el patógeno pasa por un proceso de adaptación a través de la conjugación del llamado “triángulo epidemiológico” (clima, hospedante, ausencia de enemigos naturales/manejo del área de producción”, hasta condicionar su establecimiento y con ello un proceso de infección que puede variar en el tiempo. Después del establecimiento es fácilmente dispersado por los factores ya descritos.	Materiales vegetales propagativos destinados para su siembra son los principales medios de dispersión de plagas y enfermedades de interés cuarentenario. Riesgo alto.
Cormos (rizoma)	Está comprobado que materiales vegetativos utilizados para el repoblamiento de áreas de producción, tales como hijuelos y cormos infectados en forma asintomática son el principal factor involucrado en la dispersión Foc entre áreas de producción cercanas (Corbana, 2011; Centa, 2010; Macias, 2011; FAO, 2016; Jiménez, 2016). El material de siembra ha sido (y sigue siendo) uno de los factores más importantes para la dispersión de la enfermedad (Ploetz, 2005; Dita <i>et al.</i> , 2010; Pérez-Vicente <i>et al.</i> , 2014).	
Hojas o follaje en fresco	Estructuras de reproducción han sido encontrados en los pecíolos y en los limbos de las hojas, ya que el ADN del patógeno también ha sido detectado en estas últimas (Lin <i>et al.</i> , 2009).	
Inflorescencia	Inflorescencias, flor cortada y follaje, sucios, no tratados, pueden ser vía de diseminación o movilización de esporas de Foc R4T (Pérez-Vicente, 2004; Ploetz, 2015).	
Semilla botánica y polen	El polen y la semilla botánica (no tratada) de banano pueden ser vía de diseminación de esporas de Foc (Pegg <i>et al.</i> , 1994; Pegg y Menner, 2014).	Materiales vegetales frescos y viables destinados para siembra, ornamento, o materia prima para la elaboración de arreglos florales, u otros son medios de dispersión de plagas y enfermedades de interés cuarentenario. Riesgo alto.
Frutos frescos con cáscara	Hasta el momento, no se ha publicado evidencia científica de la dispersión de Foc a través de frutas de banano. Un estudio reciente relacionado con la presencia de Foc R4T en Oriente Medio incluyó el análisis de esta posibilidad (Ploetz <i>et al.</i> , 2015). Los frutos frescos destinados para la exportación, generalmente pasan por un proceso de lavado y acondicionamiento. Se ha demostrado que el riesgo de contaminación microbiológica cruzada desde el agua hacia la parte externa/interna del banano es bajo cuando la cáscara no presenta daño mecánico y que además, el estado de maduración del banano (verde), contribuye a mantener las condiciones de rigidez de la cáscara, dándole una condición de impermeabilidad que cumple una función importante en la inocuidad de la fruta, principalmente en su parte comestible, protegiéndola de contaminación por agentes biológicos (FAO, 2000; Men-carelli y Mejia, 2004; CALS, 2018).	
Frutos sin cáscara Pulpa de plátano	Materia prima para proceso industrial. Mercancía con categoría de riesgo 1 (NIMF 32, CIPF, 2017).	

CUADRO 41.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE DISPERSIÓN
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de dispersión	Nivel de riesgo
Cáscara de plátano deshidratada	Materia prima para proceso industrial, sustrato o componente de abonos orgánicos. Mercancía con categoría de riesgo 2 (NIMF 32, CIPF, 2017). Cáscaras de la fruta que no han sido sanitizadas o desinfestadas de plagas de superficie pueden ser vía de diseminación de plagas (FAO, 2013).	Nivel de riesgo medio.
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	Para la apertura de áreas de producción nuevas (plataneras, bananeras), se recomienda la utilización de materiales con probada condición fitosanitaria, esto es producidas por instalaciones o empresas reconocidas por la autoridad fitosanitaria del país, tales como centros de investigación, o importadas cumpliendo los requisitos fitosanitarios (Ramírez y Rodríguez-Cabriales, 1996; Orozco-Santos <i>et al.</i> , 1998; Orozco-Santos <i>et al.</i> , 2004; INIFAP, 2018; Corbana, 2019).	Mercancías reglamentadas procedentes de empresas reconocidas/ aprobadas y que cumplan con la regulación del país importador. Riesgo bajo.
Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	Especies de los géneros <i>Musa</i> , que ingresan a los mercados, ya sea nacionales o de exportación a partir de esquemas de certificación reconocidos. Artículos no reglamentados o procedentes de empresas no reconocidas o que producen o distribuyen materiales de dudosa procedencia o procedentes del comercio ilegal. La autoridad fitosanitaria deberá contar o establecer legislación al respecto, ya que existe un vasto mercado que no es vigilado en medios de distribución rápida como Internet.	El riesgo de movilizar plagas de interés cuarentenario es alto para cualquier planta viva que no cumpla con las medidas de mitigación mínimas para su movilización. Materiales procedentes de viveros certificados representan el menor riesgo de movilización de plagas.
Material no hospedante		
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes	Artículos u artesanías producidas a partir de materiales de los géneros <i>Musa</i> , que ingresan a los mercados, ya sea nacionales o de exportación a partir de esquemas de certificación reconocidos. Artículos no reglamentados o procedentes de empresas no reconocidas o que producen o distribuyen materiales de dudosa procedencia o procedentes del comercio ilegal.	Mercancías que han sido ingresadas al amparo de los procedimientos vigentes de importación con el adecuado manejo por parte de la autoridad fitosanitaria del país importador, representan riesgo bajo de movilización de plagas.
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes contaminados con materiales de plantas hospedantes	En general, es recomendable prohibir la importación de cualquier artículo sospechoso, independientemente de su procedencia, ya que en la mayoría de los casos no es posible establecer fehacientemente su trazabilidad.	La movilización de mercancías contaminadas con estructuras de reproducción de plagas, representan un riesgo alto.
Suelo	La dispersión de Foc en el suelo es asociada con vectores del movimiento del suelo, raíces u otros residuos de plantas infectadas, agua, viento, insectos, animales, herramientas, maquinaria, neumáticos y otros equipos, pueden transportar partículas de suelo que contienen propágulos de Foc (Sequeira, 1958; Rekah <i>et al.</i> , 1999; Orozco-Santos <i>et al.</i> , 2004; Pérez-Vicente, 2004; Dita, 2010; Palmero <i>et al.</i> , 2011; Pérez-Vicente <i>et al.</i> , 2014; Gúzman <i>et al.</i> , 2013; Shen <i>et al.</i> , 2015; Mazzola y Freilich, 2017; Dita, 2016; Dita <i>et al.</i> , 2018). El hongo puede permanecer latente en el suelo por más de 30 años. Son resistentes a los fungicidas y no pueden eliminarse del suelo con ningún tratamiento químico. Las esporas se pueden llevar en la ropa, el equipo o las suelas de los zapatos. Las personas, los vehículos y los animales pueden propagar el hongo a través del movimiento de partículas infectadas del suelo (FAO, 2019). En 28 años, Foc R4T ha sido movido por material de siembra, suelo vectorizado por trabajadores, vehículos, riego y aguas de inundación, lo que ha provocado la pérdida de cientos de miles de hectáreas de la producción de Cavendish en China y en el norte de Asia sudoriental y en Filipinas. e indonesia. Esta continua difusión de Foc R4T y el impacto causado en Cavendish en la	Cualquiera de las vías descritas en este apartado, contaminadas con cualquier cantidad de suelo contaminado con estructuras de reproducción de Foc R4T representa riesgo alto de dispersión de la plaga, ya sea en el ámbito internacional o en el nacional a partir del ingreso exitoso de fuentes de contaminación.

CUADRO 41.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE DISPERSIÓN
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de dispersión	Nivel de riesgo
	región resaltan la gran amenaza que representa esta raza para los países donde la enfermedad ya está presente y aún se está propagando y para aquellos que aún no tienen R4T (Dita <i>et al.</i> , 2018).	
Aire	Vientos pesados asociados a fuertes lluvias se ha demostrado pueden transportar efectivamente partículas de suelo contaminado y restos de plantas, desde áreas infestadas a áreas libres de la enfermedad. Por lo tanto, el viento es considerado como un agente dispersor de la enfermedad (Roper <i>et al.</i> , 2010; Rieux <i>et al.</i> , 2014; Scarlett <i>et al.</i> , 2015).	El viento (corriente de aire que se produce en la atmósfera al variar la presión) es vía de dispersión de inóculo de Foc R4T en países con presencia de la enfermedad. Riesgo alto.
Agua	Fuertes lluvias al impactar en la tierra de cultivo, ocasionan el salpique de gotas que contienen partículas de suelo, fragmentos vegetales infectados, esporas y trozos de micelio. Estas partículas de suelo por salpicadura son vía de dispersión de Foc a corta distancia. La escorrentía y el flujo de agua contaminada con partículas de suelo, fragmentos vegetales infectados, esporas y trozos de micelio pueden ser transportados a zonas limpias, canales de drenaje, embalses de riego y ríos. Una vez que el agua que proviene de fuentes contaminadas se utiliza en riego o naturalmente cuando alcanza áreas libres de Foc, el patógeno se propaga de manera rápida y eficiente en y entre los campos de banano (Madden, 2009; Palmero <i>et al.</i> , 2011; Dita, 2016).	El agua (por lluvia, riesgo, salpique, escorrentía, arrastre, estancamiento, etc.) es vía de dispersión de inóculo de Foc R4T en países con presencia de la enfermedad. Riesgo alto.
Otras vías probables		
Pasajeros, materiales o artículos transportados por pasajeros (contaminados con residuos vegetales o suelo)	Los humanos juegan un papel clave en la dispersión de FocR4T. Cualquier artículo portado por personas que haya tenido contacto con suelo infestado puede constituirse como vehículo de dispersor de la enfermedad, en el tránsito nacional e internacional.	El tránsito de pasajeros internacionales, procedentes de países con presencia de la enfermedad, cuyas posesiones pudieran estar en contacto con suelo o agua contaminados, pueden ser vía de dispersión al portar posibles vías de inóculo de Foc R4T. Riesgo alto.
Animales o mascotas (patas, pelaje) (contaminados con residuos vegetales o suelo)	Animales (silvestres o domesticados o bajo condiciones de cautiverio o mascotas)	El tránsito de animales de compañía con pasajeros internacionales, procedentes de países con presencia de la enfermedad, cuyas partes externas pudieron estar en contacto con suelo o agua contaminados, pueden ser vía de entrada al portar posibles vías de inóculo de Foc R4T. Riesgo alto.
Correo internacional (contaminados con residuos vegetales o suelo)	Mercancías, regalos, o cualquier artículo comercial o no, transportado por correo internacional, podría ser vía para la entrada de plagas, si es posible que dichos artículos hayan estado en contacto con suelo contaminado o plantas infectadas, procedentes de países con presencia de la enfermedad (ANAO, 2014) La implementación de un enfoque de protección para el correo internacional es un desafío porque, a diferencia de la carga aérea y marítima entrante, las agencias fronterizas no reciben detalles previos a la llegada del remitente, el destinatario o el contenido declarado de los artículos individuales. Las agencias fronterizas informaron que esta falta de datos previos a la llegada limita su capacidad para realizar una focalización basada en el riesgo. La agricultura y las aduanas generalmente centran su análisis de focalización en los datos históricos de incautaciones, es decir, material de cuarentena o importaciones prohibidas que se han incautado previamente y factores como el país de origen, el tipo de correo y la importancia de cada incautación. Implícito en este enfoque está el entendimiento de que no todos los correos que contienen elementos de riesgo de cuarentena o importaciones prohibidas serán el objetivo (ANAO, 2014; FAO, 2019).	El tránsito de correo por vías internacionales, ya sea marítimas, terrestres o aéreas, procedentes de países con presencia de la enfermedad, cuyos medios de movilización (contenedores, embalajes, vehículos, etc.), pudieron estar en contacto con suelo o agua contaminados, pueden ser vía de dispersión al portar posibles vías de inóculo de Foc R4T. Riesgo alto.

CUADRO 41.
ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE DISPERSIÓN
DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía	Probabilidad de dispersión	Nivel de riesgo
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo).	El principal riesgo de plagas asociado a vehículos, maquinaria y equipos usados (VME) es la contaminación con suelo, plagas, restos vegetales y semillas y otras partes de plantas con capacidad reproductiva. Contenedores de mercancías reglamentadas o no reglamentadas, que no hayan sido debidamente sanitizados o limpiados en su interior o exterior y que estén contaminados con cualquier cantidad de suelo contaminado, procedentes de países con presencia de la enfermedad, representa un riesgo de dispersión de Foc R4T.	Vehículos, contenedores, medios de embalaje (tarimas, cajas, costales, meta sacos, etc.), herramientas de trabajo, equipo, etc., contaminados con cualquier cantidad de suelo adherido, procedentes de países con presencia de la enfermedad o que pudieron estar en contacto con plantas o partes de plantas infectadas o infestadas. Riesgo alto.

2.4. Conclusión sobre la probabilidad de introducción y dispersión

Está comprobado que materiales vegetativos utilizados para el repoblamiento de áreas de producción, como hijuelos y cormos infectados en forma asintomática, son el principal factor involucrado en la dispersión Foc entre áreas de producción cercanas (Pérez-Vicente, 2004).

La dispersión transcontinental reciente de Foc R4T desde el sureste de Asia a África o Medio Oriente sugieren que factores antropogénicos pueden estar implicados en este proceso: enseres contaminados con suelo con partículas de Foc (zapatos, ropa, equipos, herramientas, etc.) (Ploetz *et al.*, 2015). Todo equipo agrícola, ropa, calzado, herramientas, contenedores, etc., que han sido utilizados en áreas infestadas con Foc pueden transportar y dispersar al patógeno a áreas libres de la enfermedad. Lo antes mencionado también es aplicable a escala de granja. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, los productores no impiden la diseminación cotidiana de la enfermedad, ya sea por falta de conocimiento o por falta de capacidad o recursos.

Para artículos reglamentados por cada uno de los países de la región OIRSA se asume que fue realizado un análisis de riesgo previo para la identificación de aquellas plagas que se consideran como cuarentenarias y que requieren de la aplicación de medidas fitosanitarias para contener su riesgo de introducción.

El Cuadro 42 resume las probabilidades de introducción y dispersión de Foc R4T en la región OIRSA. Para documentar la información del cuadro se asumen dos premisas:

1) **Introducción:**

- a) Importaciones o ingresos originarios de países con presencia (confirmada oficialmente) de Foc R4T = riesgo alto;
- b) Importaciones o ingresos de países con ausencia confirmada de Foc R4T por encuesta (programa de vigilancia operando a nivel nacional) = riesgo bajo.

CUADRO 42.
RESUMEN DE LAS PROBABILIDADES DE INTRODUCCIÓN (ENTRADA Y ESTABLECIMIENTO) Y DISPERSIÓN DE FOC R4T EN EL ÁREA DE ARP

Tipo de vía/ Probabilidad	Entrada	Establecimiento	=Introducción	Dispersión	Probabilidad de riesgo
Hospedantes / artículos reglamentados					
Plantas con o sin raíz, hijuelos o hijos de espada	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Cormos (rizoma)	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Hojas o follaje en fresco	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inflorescencia	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Semilla botánica y polen	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Frutos frescos con cáscara	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Frutos sin cáscara, pulpa de plátano	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
Cáscara de plátano deshidratada	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	Bajo*	Bajo*	Bajo	Bajo	Bajo
Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
No hospedantes					
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos hospedantes (sustratos orgánicos no esterilizados)	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes fabricados con materiales de plantas hospedantes	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Suelo	Alto**	Alto**	Alto	Alto	Alto
Aire	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio
Agua	Medio***	Alto	Alto	Alto	Alto
Otras vías probables					
Pasajeros (materiales o artículos transportados por pasajeros)	Alto****	Medio	Medio	Medio	Medio
Animales o mascotas	Alto****	Medio	Medio	Medio	Medio
Correo internacional	Medio****	Medio	Medio	Alto	Medio
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales)	Alto****	Alto	Alto	Alto	Alto
(*) Deberá realizarse un estudio de ARP caso por caso. (**) Cualquier cantidad de suelo. (***) Agua de lastre en vehículos marítimos. (****) Cuando están contaminados con suelo.					

- c) Cualquier importación o entrada ilegal, ya sea de artículos reglamentados o no reglamentados = riesgo alto.
- 2) **Dispersión.** La dispersión es un proceso posterior a la entrada y establecimiento de la plaga en cualquiera de los lugares o sitios de producción bananera en alguno de los territorios de cualquiera de los Estados miembros del OIRSA.

2.4.1. Conclusión con relación a las áreas en peligro

Se establece que en el área de ARP existen potencialmente los factores bióticos, abióticos y antropogénicos que podrían favorecer la entrada, distribución, establecimiento y dispersión de cualquier fuente de inóculo de Foc R4T. Por lo cual el área se encuentra en franco peligro.

3.

EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS ECONÓMICAS POTENCIALES

3.1. Impactos medio ambientales y sociales

El banano para consumo humano en fresco, para postre, para su distribución en los mercados nacionales y de exportación se produce en forma intensiva en los países de América Latina, en donde su venta constituye para muchos países una fuente de entrada de divisas y parte del PIB, su producción amerita el consumo de importantes recursos en materia de mano de obra para llevar a cabo las labores agrícolas, así como de la utilización intensiva de insumos, principalmente pesticidas y fertilizantes. Por tanto, su impacto medioambiental (a menudo negativo), el agotamiento de los recursos naturales, la necesidad de un manejo mejor de los impactos y demandas sociales para la inocuidad de los productos y la preservación del medio ambiente y de la salud humana obligan a cuestionarse cada vez más sobre la sostenibilidad medioambiental, social y económica de los sistemas de producción (UNCTAD, 2016).

Desde el punto de vista social, la actividad bananera representa una de las principales actividades económicas con la creación de empleos en zonas rurales, la repartición de ingresos, el desarrollo de infraestructuras (carreteras, tratamiento de agua, etc.) y servicios (salud, educación, etc.) que benefician a las poblaciones locales. Por otro lado, garantiza una mayor seguridad alimentaria para las poblaciones rurales y urbanas en las que el banano forma parte de la alimentación cotidiana. Por último, la presen-

cia de empresas resulta en beneficios para el desarrollo local (FAO, 2016; UNCTAD, 2016).

3.2. Consumo de bananas y plátanos en Latinoamérica e impacto social

En América Latina, la tendencia de consumo de plátanos y bananos se mantuvo estable en el periodo comprendido de 2010 a 2016 (FAO, 2017). Para el año 2016, los países donde mayor fue el consumo de fruta fresca fueron: Brasil (48% del total), México (14%), Guatemala (9%), República Dominicana (5%), Argentina (4%), Venezuela (3%), Ecuador (3%), Cuba (2%) y Haití (2%). Juntos, los países restantes supusieron casi el 10% del consumo total de banano en Centroamérica y Sudamérica (FAO, 2017). En el mediano plazo se espera que los mercados en los países de Centroamérica y Sudamérica continúen creciendo de forma moderada. El banano es uno de los alimentos básicos de estas regiones, donde, dependiendo de la variedad, se utiliza como postre y también como alimento de primera necesidad (FAO, 2017).

En cuanto a los precios mayoristas, el mercado se contrajo en alrededor de US\$6,000 millones en 2016, indicando una tendencia a la baja que se inició en 2010. Esta cifra refleja el ingreso total de los productores y los importadores (excluidos costes logísticos, costes de venta al por menor y márgenes de los *retailers*, que se incluirán en el precio al consumo final) (FAO, 2017).

Según el informe “Sudamérica: Bananas – Informe de mercado. Análisis y previsión hasta 2025”, publicado recientemente por IndexBox, el mercado del banano de Centroamérica y Sudamérica se situó en 14.1 millones de toneladas en 2016 (IndexBox, 2018). Estudios económicos prevén que el nivel de consumo de banano alcance los 14.7 millones de toneladas en 2025 en ALC (FAO, 2017).

La región OIRSA cuenta actualmente con aproximadamente 191.12 millones de habitantes para el año 2017 (México, 129.2; Guatemala, 19.91; Belize 0.3746; Honduras, 9.26; El Salvador, 6.38; Nicaragua, 6.22; Costa Rica, 4.9; Panamá, 4.1 y República Dominicana con 10.77). El crecimiento poblacional previsto impulsará el consumo de bananos en estos países, que se espera que crezca un 0.5% de media al año de 2016 a 2025. Se espera que el volumen de mercado alcance 14.7 millones de toneladas, esto último con los manejos y producción actuales, sin considerar la entrada y establecimiento de Foc R4T, situación que sería catastrófica.

Las tasas de crecimiento anual más elevadas en cuanto a consumo de banano en el periodo de 2007 a 2016 se registraron en la República Dominicana, con un +9.4% al año, y Guatemala, con un +6.1% al año. Por consiguiente, Guatemala (+3 puntos porcentuales) la República Dominicana

(+4 puntos porcentuales) fortalecieron sus cuotas de consumo regional de 2007 a 2016.

Entre los países de más consumo se registraron niveles elevados de consumo per cápita en Guatemala (80 kg/año) y la República Dominicana (64 kg/año), muy por encima de la media regional de 2 kg/año. En estos países, el consumo per cápita creció perceptiblemente en 2007-2016. Los países con el menor consumo per cápita con 15 kilos anuales, México (-1,3%) y Venezuela (-2.0%), experimentaron una tendencia a la baja. En Argentina, donde el consumo se situó en 14 kilos al año, tan solo se registró un ritmo moderado de crecimiento.

La producción de bananos pasó de 25.7 millones de toneladas en 2007 a 28.7 millones de toneladas en 2016, con un 1.3% de crecimiento anual, en los últimos nueve años. Se produjo una tendencia general al alza, con tan solo unas leves fluctuaciones de 2007-2016. En términos de valor, fueron 12,400 millones de dólares en 2016, una ligera contracción después de años de crecimiento constante. En 2016, Brasil (24%) y Ecuador (23%) fueron los principales productores de banano de Centroamérica y Sudamérica. Otros productores importantes fueron Guatemala (13%), Costa Rica (8%), México (8%), Colombia (7%) y la República Dominicana (4%). En la República Dominicana y Guatemala, los niveles de producción se incrementaron un +8.5% y un +5.7% al año entre 2007 y 2016, lo cual se atribuye en su mayor parte a un crecimiento pronunciado de las zonas cosechadas y de la mejora del rendimiento.

En Centroamérica y Sudamérica, la mayoría de los países no dependen de las importaciones, pero se registró una alta proporción de importaciones en el consumo en Argentina, que le compró bananos a Ecuador y Bolivia. El volumen total importado en esta región supuso tan solo un 5% de lo consumido. La región exporta en torno al 54% de su producción. Desde 2010, esa cuota ha aumentado ligeramente en 10 puntos porcentuales. Por otro lado, en 2016, el volumen total de bananos exportados desde los países de Centroamérica y Sudamérica ascendió a 15,409 toneladas en 2016, con un aumento constante en los tres últimos años. Anteriormente, de 2007 a 2014, se había registrado una tendencia relativamente plana, cuando comenzó la tendencia actual. En términos de valor se ascendió a 6,633 millones de dólares en 2016, con un crecimiento enérgico a una tasa anual media de un 7.5% de 2007 a 2016, impulsado por una fuerte demanda de bananas en todo el mundo y un precio de exportación al alza (FAO, 2017).

Según los volúmenes de exportación registrados en 2016 los principales proveedores de banano fueron: Ecuador (6,176 toneladas), Guatemala (2,478 toneladas), Costa Rica (2,370 toneladas), Colombia (1,961 toneladas), Honduras (660,000 toneladas), México (462,000 toneladas) y la República Dominicana (402,000 toneladas), con una cuota conjunta del 94% del total de las exportaciones. Estos países constituyen los mayores

proveedores de bananas no solo de Centroamérica y Sudamérica, sino también de todo el mundo. De 2007 a 2016, México (+30.7% al año) y Guatemala (+5.5% al año) fueron los proveedores que más rápido crecieron entre los principales exportadores; por tanto, México, que anteriormente exportaba cantidades de bananas insignificantes, se convirtió en un proveedor destacado.

El volumen total de importaciones de Sudamérica y Centroamérica ha ascendido a 751 mil toneladas, que equivalen a 252 millones de dólares en 2016. El volumen de importaciones ha estado incrementándose a ritmo constante en los tres últimos años, gracias al impulso del crecimiento de los envíos a Argentina, El Salvador y Honduras. No obstante, en términos de valor, este se estancó de 2013 a 2016, afectado por la caída de los precios de importación. Sin embargo, estas cifras fueron insignificantes si se observa la escala total del mercado: muchos países de Sudamérica y Centroamérica no sólo producen grandes cantidades de banano, sino que también son los principales exportadores de Centroamérica y Sudamérica.

Los principales destinos de las exportaciones en 2016 fueron Argentina (435,000 toneladas), El Salvador (150,000 toneladas), Honduras (86,000 toneladas) y Colombia (36,000 toneladas), y juntos constituyeron el 94% del total importado. Entre los mayores países importadores, Honduras (+20.5% al año), Argentina (+3.5% al año) y El Salvador (+2.2% al año) alcanzaron las tasas de crecimiento anual más altas de 2007 a 2016. Mientras que las cuotas de Argentina (+6 puntos porcentuales hasta un 58%) y Honduras (+8 puntos porcentuales hasta un 11%) se elevaron significativamente en términos de importaciones totales de 2007 a 2016. La cuota de Colombia mostró una pronunciada contracción (-10 puntos porcentuales hasta un 5%). Las cuotas del resto de países se mantuvieron relativamente estables durante todo el periodo analizado (FAO, 2017).

3.3. Evaluación de impacto en las consecuencias económicas potenciales

Con base en lo anterior se concluye que la entrada, establecimiento y dispersión de la plaga Foc R4T en el área de ARP traería repercusiones económicas y sociales inaceptables (incluyendo los impactos ambientales).

Entre los impactos están los siguientes:

- 1) Efectos negativos en el ambiente, ya que la entrada y establecimiento de la enfermedad forzosamente tendría que implicar la aplicación de estrategias de control para su manejo y contención a niveles económicos que permitieran a los sectores involucrados seguir con la producción de frutos para el consumo humano o para el sector industrial. Entre las estrategias viables de manejo se encuentran la búsqueda de cultivares resistentes y la rotación de cultivos. Ante la detección de

cualquier foco, el *Plan de Contingencia* ante un brote de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en un país de la región OIRSA (OIRSA, 2013, 2018) instruye sobre la delimitación del área afectada además de la destrucción de las plantas identificadas como contaminadas en las áreas de producción, por consiguiente, el cierre del tránsito y aislamiento de las áreas afectadas.

- 2) Se han manifestado preocupaciones acerca de que el “banano tal y como lo conocemos”, es decir, el Cavendish, podría desaparecer en los próximos diez años. En un artículo destacado de *New Scientist* (Pearce, 2003) se afirmaba que, puesto que la mayor parte de los bananos comercializados a nivel mundial son clones y, por consiguiente, están mal adaptados para combatir nuevas enfermedades, el cultivar corre el riesgo de extinción. Foc R4T que ha afectado los cultivos de Cavendish en Sudáfrica, Australia y este de Asia es considerado como el mayor peligro en los años recientes. Si bien la sigatoka negra, el moko del plátano y el Mal de Panamá (razas 1 y 2 de Foc), además de nematodos e insectos, disminuyen la productividad, éstas pueden controlarse con productos químicos y prácticas agronómicas. La enfermedad ocasionada por Foc R4T representa un peligro porque no puede controlarse mediante productos químicos, pero sí desacelerarse su propagación conteniendo la enfermedad en las superficies afectadas (Jones y Shower, 2000). Se desconocen los efectos de la entrada de Foc R4T, ya que los plátanos y bananos cultivados en las zonas tropicales de Centroamérica, el Caribe y Sudamérica es donde se concentra la mayor parte de la producción para consumo nacional y de mercados de exportación. Aproximadamente el 30% del total de los cultivos de Cavendish se exporta. Con ocho de cada 10 bananos, América Latina es con creces la mayor zona exportadora del mundo. Los tres países más destacados son Ecuador, Costa Rica y Colombia. En Asia, el principal exportador es Filipinas; en África, Camerún y Côte d’Ivoire; y en el Caribe, la República Dominicana y las Islas de Barlovento (FAO, 2016).
- 3) América Latina lidera la economía mundial del banano no sólo por su proporción del comercio mundial, sino también por su mayor capacidad de respuesta ante las condiciones cambiantes del mercado en comparación con otras regiones. En sus pronósticos sobre la evolución del comercio mundial del banano, la FAO ha utilizado recientemente ecuaciones de la oferta de exportación para países de América Latina que incluían elasticidades de propio precio relativamente altas en comparación con otras regiones. Muchos autores también han considerado importante incluir una alta elasticidad de la respuesta para América Latina con el objeto de reflejar su capacidad de reaccionar con facilidad ante variaciones en los precios mundiales. Además, las funciones

de oferta incluyen coeficientes de tendencias para captar un crecimiento no correspondiente a los precios (como economías de escala, eficacias técnicas y cambio tecnológico) y cuya magnitud era alta para los países de América Latina. El fenómeno del crecimiento en la oferta basado en incrementos de productividad se ha observado a través de toda la historia de la economía mundial del banano (FAO, 2016).

- 4) En cuanto al impacto en las exportaciones, los países desarrollados representan el 83% de las importaciones mundiales de banano. Los principales mercados son Estados Unidos de América, Canadá, la Unión Europea, Japón y los países de Europa Oriental y Rusia. Estados Unidos y la Unión Europea suman más del 60% de las importaciones mundiales, mientras que Japón y Rusia tienen casi el 12%. Estos países aún no han interpuesto barreras fitosanitarias a las exportaciones de bananos de Centroamérica, el Caribe y Sudamérica, porque son regiones donde Foc R4T no ha generado ningún hallazgo. En el momento que un país declare oficialmente que se encuentra Foc R4T en su territorio, ocasionará el cierre automático de mercados de exportación. El desastre económico y social sería catastrófico.
- 5) El comercio internacional de banano tiene, en cierta medida, un carácter regional. Para mayor simplicidad analítica el comercio mundial del banano puede dividirse en tres sistemas de comercialización internacionales. En el primer sistema “Las Américas”, Estados Unidos, Canadá y aquellos países de América Latina que no cultivan banano se abastecen de fruta en América Latina. El segundo sistema, “Europa”, incluye la demanda del continente europeo y los países de la ex URSS, y la oferta de los países de América Latina, África occidental y el Caribe. En este sistema la Comunidad Europea (CE) tiene un modelo complejo de importaciones debido al acuerdo de comercio preferencial con países ACP (África-Caribe-Pacífico) y el acceso que confiere a los bananos de la zona dólar. En 1998-2000, los países ACP suministraron el 22% del total de las importaciones comunitarias, mientras que el resto de importaciones provino de América Latina. Los países de Europa oriental y la Federación de Rusia importan la mayoría de los bananos de América Latina: en 1998-2000, Ecuador, Colombia y Costa Rica representaron el 98% de sus importaciones.
- 6) El tercer sistema de comercialización, “Asia”, está formado por los países de Asia y Oriente Medio y sus principales proveedores son Filipinas y Ecuador. La mayor parte de las importaciones de Japón proceden de Filipinas, quien también es el principal proveedor de China y Corea del Sur. Los países de Oriente Medio importan cantidades casi iguales desde Ecuador y Filipinas. Entre algunos de los proveedores de menor importancia de los países de Asia oriental figuran China (Taiwán) e Indonesia.

- 7) Efectos negativos a la seguridad alimentaria de la población, ya que en América Latina el plátano junto con la yuca constituyen las principales fuentes de vitaminas y minerales.

3.4. *Análisis de las consecuencias económicas comerciales*

Las superficies bananeras del continente americano, de acuerdo con FAO (2016) se estiman en 1,228,971 hectáreas.

México. La mayor producción se localiza en el sur-sureste del país. En 2016 presentó un crecimiento de 9.9% en el valor de la producción, en comparación con 2015. Una de cada cinco toneladas de plátano que se produce en México se destina al mercado externo. En 2016, las exportaciones mundiales alcanzaron poco más de 21.9 millones de toneladas, mientras las nacionales representan 21.1%. El principal comprador de las exportaciones de los plátanos mexicanos es Estados Unidos (con 70.1%), seguido en menor proporción por Holanda, Reino Unido, España y Japón, quienes en conjunto suman poco más de 20.1% (SIAP, 2017).

Costa Rica. De acuerdo con FAO (2002), con un cálculo aproximado de dos millones de toneladas de banano exportado en el año 2000, Costa Rica es el segundo país exportador después de Ecuador. La misma fuente, para el año 2016, reporta una producción de 2,409,543 toneladas, en un área cosechada de 42,410 hectáreas. El banano es el principal producto agrícola de exportación, seguido a distancia de la piña y el café. El banano se cultiva en plantaciones relativamente grandes por productores independientes y empresas multinacionales que controlan cerca del 50% de la superficie plantada. Su importancia para este país no puede subestimarse: de acuerdo con la Corporación Bananera Nacional (Corbana, 2019) los bananos son la segunda fuente en importancia de ingresos de exportación de la economía, después de los textiles. Las principales empresas exportadoras son Cobal (Chiquita), Bandeco (Del Monte) y Standard Fruit Co. (Dole), que conjuntamente constituyen más del 80% de las exportaciones de banano de Costa Rica, empresas que junto con Corbana, Cámara de Productores Bananeros Independientes (Aproban) y la Cámara Nacional de Bananeros (Canaba) integran el Consejo Institucional Bananero (CIB), para la apertura de mercados de exportación de banano de Costa Rica.

La cadena de valor del banano para **Guatemala, Honduras y Panamá** contribuye en forma fundamental en el desarrollo de las economías de estos países y es una importante fuente de ingresos por exportación y de empleo. No obstante, la producción total en estos países se ha mantenido relativamente rezagada debido a la influencia perjudicial de fenómenos relacionados con el clima, desacuerdos industriales, enfermedades de los

cultivos, el aumento de los costos de producción y la depresión de los precios del banano (FAO, 2002). A partir del año 2000, se observa una importante recuperación de la producción y las exportaciones, sobre todo en Guatemala y Honduras, que fueron castigadas a finales de 1998 por el Huracán Mitch. En la última década (2006-2016), las exportaciones han aumentado significativamente (FAO, 2016).

Guatemala tiene la superficie plantada más estable de todos los países exportadores de banano de América Latina. La superficie sembrada en el año 2000 se reportaba en 20 mil hectáreas (FAO, 2002), para el año 2016 se reportan 78,206 hectáreas cosechadas con lo que se demuestra que la productividad de las tierras ha aumentado significativamente (FAO, 2016). En Guatemala, al banano le corresponde al tercer lugar como fuente de ingresos procedentes de exportaciones agrícolas, después del café y el azúcar, con una producción de 2,117,093 toneladas métricas colocadas en el mercado de exportación durante el 2016, con un valor de USD 707,114,874 y un precio medio de USD 334 por tonelada (MAGA, 2017).

En **Honduras**, las plantaciones de banano están situadas sobre todo en la costa norte y los mayores productores son filiales de Chiquita y Dole. Un tercio de las tierras dedicadas al banano para exportación es cultivado por productores independientes y cooperativas de campesinos principalmente, en virtud de acuerdos contractuales con empresas transnacionales. Después de octubre de 1998 cuando el huracán Mitch destruyó cerca del 70% de los cultivos, las exportaciones disminuyeron a 109 mil toneladas en 1999, frente a las 500 mil toneladas en el año anterior. Sin embargo, se llevó a cabo una campaña intensiva de replantación y en tres años las exportaciones alcanzaron el nivel registrado antes del huracán Mitch en 2002, demostrando la gran capacidad de recuperación allí donde se conceden fondos de inversión para rehabilitación. Datos oficiales para 2016 reportan una superficie cosechada de 24,427 hectáreas con una producción de 707,120 toneladas (FAO, 2016).

Panamá solía ser uno de los principales productores y exportadores de banano del mundo antes de la década de los 1960, con el azote de lo que se llamó “Mal de Panamá”, ocasionado por la raza 1 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, enfermedad particularmente peligrosa y devastadora para cultivares Gros Michel. En años más recientes el aumento de los costos de producción, la sigatoka negra y las controversias industriales han afectado a la producción, y Chiquita, el principal exportador del país, ha vendido recientemente su gran plantación en la costa del Pacífico (FAO, 2002). FAO (2016) reporta una superficie cosechada de 6,455 ha con una producción de 258,591 toneladas métricas.

Pese a décadas de esfuerzos para posicionarse como uno de los principales productores, *Nicaragua* nunca ha hecho del banano un producto agrícola de exportación importante. Las exportaciones de banano han descendido constantemente en los últimos tres decenios a un ritmo del 3.7% anual, desde el nivel máximo de 130 mil toneladas alcanzado en 1974 a 44 mil toneladas en el año 2000. Las exportaciones se redujeron rápidamente después de que Standard Fruit (Dole) abandonase Nicaragua en 1982. Los ingresos procedentes de la exportación de banano en el año 2000 fueron de unos 8 millones de dólares, es decir el 1.3% del total de las exportaciones (FAO, 2002). FAO (2016) reporta una superficie cosechada de 1,680 ha, con una producción de 106,437 toneladas métricas.

En *Belize* la producción de banano se realiza en plantaciones relativamente grandes que utilizan tecnologías modernas y con un nivel elevado de insumos (FAO, 2002). El banano ha desempeñado una función primordial en la evolución de los distritos de Stann Creek y Toledo, situados al sur del país, donde la incidencia de la pobreza es relativamente alta. Después de un período de estancamiento entre 1972 y 1984, la producción de banano aumentó notablemente desde mediados de los ochenta hasta convertirse en la tercera exportación agrícola más importante. La producción creció a un ritmo del 8.6% entre 1985 y 2000, hasta que el huracán Iris (categoría 4) castigó la costa sur en octubre de 2001 y causó daños en amplias zonas de las plantaciones de banano. Las exportaciones se redujeron en un 24% en 2001 y en un 26% en 2002. FAO (2016) reporta una superficie cultivada de 2,472 ha, con una producción de 70,619 toneladas métricas. Las exportaciones de banano de Belize dependen en gran medida del acceso preferencial a la UE. La industria está integrada verticalmente, donde los agricultores venden sus productos a Fyffes, el único comprador y exportador. El ramo ha demostrado que puede aumentar su producción de forma rápida y los analistas piensan que existe potencial para mejorar los rendimientos y la superficie de banano más allá del nivel sin precedentes obtenido en el año 2000 (FAO, 2002). Sin embargo, las insinuaciones sobre estrategias de fijación de precios de ruina aplicadas por Fyffes, y los conflictos acerca de los derechos de los trabajadores en las plantaciones no están creando una imagen positiva de los bananos de Belize, lo que presuntamente afecta a su preferencia entre los consumidores europeos (FAO, 2002).

El Caribe. El banano es, junto con el azúcar y el ron, el producto de exportación agrícola más importante de los estados caribeños de las Islas de Barlovento (Santa Lucía, Dominica, Granada y San Kitts-Nevis, San Vicente), Jamaica, Belize, la República Dominicana y Suriname. En las

Islas de Barlovento, Jamaica y la República Dominicana la producción es principalmente en pequeña escala, recurriendo en gran medida al trabajo familiar. Los costos de producción son mayores que los de la “zona dólar bananera”, como lo son también los precios de exportación debido a la preferencia comercial otorgada por la UE, que se hace con más del 90% de las exportaciones de banano de estas islas. El banano es también importante para la economía de las Antillas francesas, en especial los departamentos de la Martinica y Guadalupe, pero no se incluyen en esta publicación porque su producción sólo se destina a Francia y no entra en el comercio internacional (FAO, 2016).

La producción de banano en pequeña escala en las Islas de Barlovento y Jamaica en relación con los países bananeros vecinos de la zona dólar, otorga al ramo un papel fundamental en la conservación del sistema social y económico de estas islas. El tamaño medio de las explotaciones es de una hectárea y los rendimientos son de cerca de 11 t/ha. La producción de banano aumentó durante los años ochenta y comienzos de los noventa, pero desde entonces ha ido disminuyendo de forma progresiva. Los precios firmes a finales de los ochenta favorecieron un importante aumento del número de pequeños agricultores y a comienzos de los noventa había unos 25 mil agricultores de las Islas de Barlovento implicados en la exportación de banano (FAO, 2002). Sin embargo, durante la primera mitad de los noventa, el descenso de los precios mundiales del banano fue unido a un descenso de la producción del 7.5% anual, además de una reducción del 6% de la superficie plantada.

La **República Dominicana** actuó de forma diferente y se ha convertido en el mayor exportador del Caribe. De las aproximadamente 280 mil toneladas de banano exportadas en 2001, un 47% procede de la República Dominicana. La República Dominicana obtuvo la condición de Estado ACP en 1990 y se ha beneficiado de las exportaciones de banano exentas de derechos a la UE. Las exportaciones a este mercado aumentaron de forma rápida y en 1993 ya se exportaban 62 mil toneladas, lo que representaba más del 80% del total de las exportaciones de banano. En 2002, se exportaron más de 60 mil toneladas de banano de agricultura orgánica desde la República Dominicana, que ha conseguido controlar con satisfacción la sigatoka negra gracias a la plantación en zonas relativamente secas en combinación con técnicas de manejo integrado de plagas (MIP). El cultivo de bananos orgánicos en la República Dominicana tuvo su inicio en 1982, cuando Mark Freedman estableció una parcela de demostración en Río Limpio. El gobierno y algunas organizaciones privadas participaron en su evolución inicial, incluidos el Centro Regional de Estudios de Alternativas Rurales (CREAR), el Centro de Agricultura Sostenible con Tecnología Apropriada (CASTA), el Centro de Agricultura con Tecnología Apropriada para la

Comunidad (Caotaco) y la Escuela Campesina de Agricultura Sostenible (ECAS). A pesar del alto costo de certificación, la transición a la agricultura orgánica fue sencilla, puesto que la mayoría de agricultores ya estaban utilizando pocos insumos externos. Las mayores empresas (Savid S.A. y Horizontes Orgánicos) ofrecieron asistencia técnica y financiera a los cultivadores (FAO, 2002). Los principales mercados del banano de origen orgánico son Alemania, Países Bajos, Reino Unido y Estados Unidos. FAO (2016) reporta datos oficiales de área de producción de 26,834 ha, con una producción de 1,079,781 toneladas métricas.

3.5. Factores relativos al tiempo y el lugar

La exclusión de los patógenos es una medida clave para controlar a las enfermedades de las plantas, particularmente aquellas que no ocurren en un área determinada, como actualmente es el caso de Foc R4T en América Latina y el Caribe (ALC), una gran parte de África e incluso en países de Asia donde recientemente se ha detectado R4T. Por lo tanto, se debe realizar mayor aplicación de MFS de forma preventiva en parcelas, granjas a niveles nacionales, regionales y continentales para evitar la entrada de esta plaga. La exclusión ha ganado un creciente interés para prevenir o retrasar la entrada de este patógeno altamente destructivo. En este documento se ha discutido el impacto potencial así como las probabilidades de riesgo de Foc R4T, con argumentos técnicos y científicos como referencia para la aplicación de medidas fitosanitarias y por consiguiente para la toma de decisiones. Sin embargo, las medidas de exclusión y cuarentena son extremadamente dependientes de herramientas de diagnóstico, sensibilización, comunicación, preparación y reforzamiento de los sistemas legales, como marco para la protección fitosanitaria nacional y regional, de ahí el papel de las ONPF para reglamentar en materia de fitosanidad, conservación y bioseguridad.

Organizaciones nacionales y regionales de protección fitosanitaria han propuesto diferentes métodos de diagnóstico para identificar a Foc R4T (VCG 01213/16), los que están disponibles y han apoyado en la toma de decisiones de los funcionarios de protección fitosanitaria en todo el mundo. Sin embargo, estos protocolos de diagnóstico deben ser ampliamente difundidos y aplicados hacia el interior de la región OIRSA y se deberá buscar su reconocimiento y validación a nivel internacional. Una herramienta adecuada sería contar con los protocolos de diagnóstico homologados a nivel internacional de acuerdo con las disposiciones de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF).

3.6. Técnicas analíticas

Algunos de los métodos de diagnóstico son específicos para determinar la presencia de Foc R4T (vCG 01213/16), que es la cepa reconocida mundialmente como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4T (Dita *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2013). Sin embargo, existen otras herramientas para detectar vCG. Por ejemplo, los métodos descritos por Lin *et al.* (2009, 2016) reaccionan con ocho vCG diferentes, además de 01213/16 (Dita *et al.*, 2010). El método propuesto por Aguayo *et al.* (2017) detecta vCG 01213/16, pero también vCG 0121. Mientras que vCG 0121 y 01213/16 están relacionados genéticamente, es importante tener en cuenta que vCG 01213/16 es actualmente el único ampliamente reconocido como Foc R4T, y lo más importante, el único listado oficialmente como una plaga cuarentenaria por muchas organizaciones de protección fitosanitaria en todo el mundo. En este sentido, las agencias reguladoras necesitan verificar cuidadosamente cada herramienta de diagnóstico y concebir el diagnóstico como un proceso con diferentes pasos que comienzan en el campo (muestras adecuadas, conocimiento de signos y síntomas, experiencia en la enfermedad, capacitación y difusión oportuna de la información) y posteriormente se complementa con diferentes técnicas de laboratorio. Según lo descrito por O'Neill *et al.* (2016), a pesar de la importancia de Foc R4T, las epidemias de fusariosis en los bananos no son causadas sólo por esta raza.

No hay cepas de Foc que actualmente causen serias epidemias y bajas en la producción y rendimientos en América Latina, por lo cual la exclusión también debe ser implementada en todos los países del continente. Desafortunadamente, todavía faltan herramientas rápidas y eficientes para detectar las cepas de Foc R4T u otras cepas que, por mutación, selección u otros factores pudieran surgir. Un método genérico de diagnóstico para detectar cualquier cepa patógena de Foc, independientemente del vCG al que pertenezca, mejoraría las medidas de bioseguridad y cuarentena para apoyar estudios epidemiológicos y consecuentemente tácticas de manejo. Si bien estas herramientas de diagnóstico no están disponibles, las medidas de bioseguridad deben ser implementadas desde las fronteras de cada país hasta las puertas de las áreas de producción y deben ir más allá, no solo para Foc R4T, sino también para otras plagas y enfermedades de importancia en sus impactos a nivel económico, social y ambiental.

3.7. Conclusiones de la evaluación de las consecuencias económicas

Las autoridades fitosanitarias nacionales, regionales e internacionales jugarán un papel determinante para evitar o retardar lo más posible la potencial entrada de vías contaminadas, así como evitar la propagación de

Foc R4T al interior de algún lugar o sitio dentro del área de ARP. En los sentidos expuestos, medidas de bioseguridad y contra posible bioterrorismo deberán ser construidas, evaluadas y retroalimentadas hasta encontrar las justas que apoyen la conservación de la condición fitosanitaria en el cultivo de plátanos y bananos que actualmente ostenta el continente.

El Cuadro 43 resume la probabilidad de riesgo total para cada una de las vías identificadas en el presente estudio de ARP.

CUADRO 43.
REGIÓN OIRSA: RESUMEN DEL RIESGO TOTAL PARA LA PLAGA *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *CUBENSE* RAZA 4 TROPICAL

Tipo de vía/ Probabilidad	Introducción	Dispersión	Potencial de daño económico	Probabilidad de riesgo
Materiales hospedantes/mercancías reglamentadas				
Plantas con o sin raíz, hijuelos o hijos de espada	Alto	Alto	Alto	Alto
Cormos (rizoma)	Alto	Alto	Alto	Alto
Hojas o follaje en fresco	Medio	Medio	Medio	Medio
Inflorescencia	Medio	Medio	Medio	Medio
Semilla botánica y polen	Medio	Medio	Alto	Medio
Frutos frescos con cáscara	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Frutos sin cáscara, pulpa de plátano	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
Cáscara de plátano deshidratada	Medio	Medio	Alto	Medio
Plantas producidas <i>in vitro</i> o vitroplantas o germoplasma de banano	Alto	Alto	Alto	Alto
Plantas ornamentales del género <i>Musa</i>	Alto	Alto	Alto	Alto
No hospedantes				
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos hospedantes (sustratos orgánicos no esterilizados)	Alto	Alto	Alto	Alto
Mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes fabricados con materiales de plantas hospedantes	Alto	Alto	Alto	Alto
Suelo	Alto	Alto	Alto	Alto
Aire	Alto	Alto	Alto	Alto
Agua	Alto	Alto	Alto	Alto
Otras vías probables				
Pasajeros (materiales o artículos transportados por pasajeros)	Alto	Alto	Alto	Alto
Animales o mascotas (contaminados con suelo)	Alto	Alto	Alto	Alto
Correo internacional (contaminado con suelo)	Alto	Alto	Alto	Alto
Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo).	Alto	Alto	Alto	Alto

4.

GRADO DE INCERTIDUMBRE

En el presente documento se han utilizado como fuentes de información las siguientes:

- 1) Información oficial proporcionada por las autoridades fitosanitarias de cada uno de los Estados miembros del OIRSA. De acuerdo con lo expuesto en la NIMF 1, *Principios fitosanitarios para la protección de las plantas y la aplicación de medidas fitosanitarias en el comercio internacional* (CIPF, 2006) y la NIMF 8, *Determinación de la situación de una plaga en un área* (CIPF, 1996), la información proporcionada por las agencias oficiales de gobierno tiene un nivel de confiabilidad a, o sea la más alta.
- 2) Fuentes oficiales de divulgación y comunicación al público disponibles en sitios web oficiales con responsabilidad ética y moral.
- 3) Artículos publicados en revistas científicas con arbitraje especializado (revisión de pares).
- 4) Normatividad nacional, regional e internacional procedente de fuentes oficiales.
- 5) Información publicada con calidad de registro en revistas científicas y técnicas con aprobación editorial.
- 6) Consulta de información procedente de organismos internacionales.
- 7) Bases de datos nacionales, regionales e internacionales de amplio reconocimiento y trayectoria.

A cada fuente de información consultada se le asignó una calificación de confiabilidad de acuerdo con lo expuesto en la NIMF 1, *Principios fitosanitarios para la protección de las plantas y la aplicación de medidas fitosanitarias en el comercio internacional* (CIPF, 2006) y la NIMF 8, *Determinación de la situación de una plaga en un área* (CIPF, 1996).

Con todo lo anterior, se establece que el presente documento tiene un nivel de incertidumbre muy bajo, por lo cual es ampliamente recomendado para ser considerado como la referencia sustentada para la toma de decisiones por parte de los servicios agrosanitarios de los países miembros del OIRSA.

5.

CONCLUSIÓN DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE PLAGAS

Dada la veracidad de la información contenida en el presente documento, este puede ser utilizado como referencia para la implementación de medidas fitosanitarias, no solo para los países de la región OIRSA sino también por todos los países de América Latina que producen y comercializan plátanos y bananos.

III.

ETAPA 3: MANEJO DEL RIESGO DE PLAGAS

La Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) llevó a cabo el presente estudio de análisis de riesgo con carácter regional, en conformidad con las obligaciones internacionales dispuestas en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Sin embargo, dado el peligro que representa el ingreso de cualquier posible vía de riesgo contaminada con cualquier cantidad de inóculo de Foc R4T (VCG 01213/016) al área de ARP, se propone la adopción de medidas fitosanitarias, en el entendido de que las ONPF de cada uno de los Estados miembros del OIRSA, poseen la capacidad jurídica de regular en materia de MSF, tal como consta en los compromisos contraídos con las organizaciones internacionales de normalización.

En la región OIRSA, denominada en el presente documento como el área de ARP, actualmente las ONPF implementan medidas sanitarias y fitosanitarias tendientes a reducir los niveles de riesgo en la importación de artículos reglamentados, para lo cual, implementan la aplicación de requisitos fitosanitarios de importación como parte de las barreras no arancelarias para permitir el ingreso de mercancías al interior de cada uno de sus territorios; sin embargo, en el caso de plagas y enfermedades con altos niveles de invasividad y catastrófico potencial de daño económico, es necesario realizar la aplicación de medidas “superiores” para contener los riesgos identificados, máxime la alta conectividad geográfica y el aumento de relaciones comerciales con otros socios en el ámbito de la OMC, además de la celebración de tratados de libre comercio e incremento de tránsitos internacionales de viajeros, mercancías, vehículos, contenedores, etcétera.

Aspectos en bioseguridad, en los países que han adoptado tales medidas, han permitido reducir a niveles manejables los riesgos potenciales para mantener la condición fitosanitaria de un área específica (DAWR, 2018).

México, Centroamérica y República Dominicana suman 3,710,846 km² de superficie territorial (superficie en peligro) y 190,013 km de costa que en conjunto ofrecen una variedad de puntos de entrada para plagas y enfermedades no presentes en el área de ARP. Los servicios de cuarentena de cada país presentan la “primera barrera” para la contención de posibles

riesgos, con la revisión y cumplimiento de los requisitos de importación, entre ellos las labores de inspección. La vigilancia y el monitoreo de las áreas de riesgo son fundamentales, junto con las actividades de control de fronteras que se centran en evaluar y gestionar las amenazas potenciales al patrimonio agroalimentario de la región, con operación en aeropuertos, puertos marítimos y cruces de frontera terrestres. Hoy en día, los controles sanitarios y fitosanitarios en las fronteras minimizan el riesgo de entrada de plagas y enfermedades exóticas que pudieran ingresar al área de ARP y protegen las diversas industrias, entre ellas la cadena de valor del banano en los aspectos fitosanitarios. Sin embargo, para hablar en términos de bioseguridad, además de lo anterior, es necesario disponer de sustento legal para proteger nuestro entorno, la flora y fauna nativas, las industrias turísticas y finalmente el estilo de vida.

El término “riesgo de bioseguridad” se refiere a la probabilidad de que una enfermedad o plaga ingrese, se establezca o se propague en el territorio de un país, y el potencial de que la enfermedad o plaga cause daños a la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente y las actividades económicas o comunitarias. Esta definición es complementaria a la determinada por el acuerdo para la aplicación de MSF, la cual se expresa como, “...La evaluación de la probabilidad de entrada, establecimiento o dispersión de una plaga o enfermedad en el territorio de un miembro importador de la OMC de acuerdo con las MSF que podrían aplicarse, y de las posibles consecuencias biológicas y económicas asociadas” (OMC, 1995).

En el presente análisis de riesgo por plaga (ARP), elaborado en conformidad con el Acuerdo AMSF, la CIPF y demás organizaciones internacionales de normalización, el riesgo total para la plaga *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical se determina combinando las probabilidades de introducción (entrada, establecimiento) y dispersión con el potencial de daño económico en la área de ARP. El presente estudio tuvo en cuenta la totalidad de las vías de riesgo identificadas y las consecuencias no deseadas. Con todo ello, se determina que la entrada de Foc R4T rebasa por mucho el “nivel de riesgo aceptable” de los Estados miembros del OIRSA, por lo cual se requiere de la aplicación de medidas sanitarias o fitosanitarias.

Las medidas fitosanitarias recomendadas en el presente estudio son las mejores de acuerdo con el esfuerzo documentado; sin embargo, se considera que no son “infalibles”, por lo cual se recomienda que sean implementadas y evaluadas en su dimensión práctica para realizar una retroalimentación en una versión posterior del presente estudio de análisis de riesgo, de manera que sean determinadas las “ideales” para contener los riesgos identificados, lo anterior en atención a la observancia del “Acuerdo sobre facilitación al comercio”, el cual los Estados miembros del OIRSA han aceptado aplicar al interior de sus territorios (OMC, 2017).

PROTOCOLO DE ENMIENDA AL ACUERDO DE FACILITACIÓN DEL COMERCIO

Miembros que aceptan el Protocolo de Enmienda para insertar el “Acuerdo de facilitación del comercio” de la OMC en el Anexo 1A del Acuerdo de la OMC. El 27 de noviembre de 2014, el Consejo General adoptó el Protocolo de Enmienda para insertar el Acuerdo de Facilitación del Comercio de la OMC en el Anexo 1A del Acuerdo de la OMC (“el Protocolo”), y lo abrió para su aceptación por los miembros. Según el Acuerdo de la OMC, un miembro acepta formalmente el Protocolo mediante el depósito de un “instrumento de aceptación” para el Protocolo en la OMC. Como se estipula en el Protocolo, entrará en vigor de conformidad con el párrafo 3 del Artículo del Acuerdo de Marrakech por el que se establece la Organización Mundial del Comercio. Para los miembros que hayan aceptado el Protocolo, éste entrará en vigor una vez que sea aceptado por los dos tercios de los miembros; a partir de entonces, el Protocolo entrará en vigor para cada uno de los demás miembros una vez que lo haya aceptado. Miembros y fechas de aceptación: Belize (2 de septiembre de 2015), Costa Rica (1 de mayo de 2017), República Dominicana (28 de febrero de 2017), El Salvador (4 de julio de 2016), Guatemala (8 de marzo de 2017), Honduras (14 de julio de 2016), México (26 de julio de 2016), Nicaragua (4 de agosto de 2015), Panamá (17 de noviembre de 2015). El Acuerdo sobre Facilitación del Comercio (AFC) entró en vigor el 22 de febrero de 2017. Solo se aplica a los Miembros de la OMC que lo han aceptado.

Dado que un riesgo cero no es una opción razonable, el principio rector deberá ser manejar el riesgo para conseguir el grado necesario de seguridad que pueda estar justificado y sea viable dentro de los límites de las opciones y recursos disponibles.

El manejo del riesgo de plagas (en sentido analítico) es el proceso mediante el cual se identifican formas de reaccionar ante un riesgo percibido, se evalúa la eficacia de esas medidas y se identifican las opciones más apropiadas. Para ello, en el presente estudio de análisis de riesgo, se han tomado en cuenta la selección de las mejores opciones con respecto al manejo de la plaga, la incertidumbre señalada en la evaluación de las consecuencias económicas y la probabilidad de entrada, distribución, establecimiento y dispersión de la plaga en el área de ARP.

1.

NIVEL DEL RIESGO

De acuerdo con el nivel de protección de cada uno de los estados miembros del OIRSA, el costo y potencial económico de la cadena de valor del banano en la región, los niveles de inversión pública y privada en el suministro – producción – manejo – transporte – comercialización – abastecimiento,

hasta llegar al consumidor – nacional o internacional– ameritan de la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias para contener el ingreso a los territorios de cada país de cualquier fuente de inóculo que pudiera representar un riesgo de entrada de la plaga Foc R4T (vCG 01213/16).

2.

INFORMACIÓN TÉCNICA NECESARIA

En el presente documento se ha proporcionado información vasta, fidedigna y confiable para la determinación de las medidas de mitigación de riesgo más adecuadas, en atención a los riesgos identificados a partir de cada una de las vías caracterizadas y evaluadas.

3.

ACEPTABILIDAD DEL RIESGO

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* raza 4 tropical, es una plaga determinada como cuarentenaria por todos y cada uno de los Estados miembros del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).

En la región de OIRSA se implementan acciones de prevención mediante la aplicación del plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, en cualquier país de la región (SFE, 2017; OIRSA, 2013; 2017).

En los países de la región OIRSA se ejecutan actividades de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para la detección oportuna del Foc R4T a través de área de exploración y rutas de vigilancia (Scope-Senasica, 2013; Sagarpa-Senasica-CNRF, 2013; Sinavef, 2013; SFE, 2017; OIRSA, 2017).

Por lo anterior, se determina que el nivel de aceptación de riesgo ante el ingreso de cualquier fuente de contaminación de Foc R4T o aparición de un brote en algunos de las áreas de producción de algunos de los países es mínimo.

3.1. Conclusión de la categorización de la plaga

De acuerdo con lo dispuesto en la NIMF 8, *Determinación de la situación de una plaga en un área* (CIPF, 1996), *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T, vCG 01213/16), se ha determinado como una plaga ausente, dado que no hay registros de la plaga en la región, la cual cumple con la definición de plaga cuarentenaria establecida en la NIMF 5,

Glosario de términos fitosanitarios (CIPF, 2015), ya que es una plaga no presente que potencialmente puede causar pérdidas económicas, sociales y ambientales en el área de ARP.

4.

IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE OPCIONES APROPIADAS PARA EL MANEJO DEL RIESGO Y REQUISITOS FITOSANITARIOS PARA LA IMPORTACIÓN

A continuación se indica, para cada una de las vías identificadas, las medidas de mitigación de riesgo, las cuales podrán ser consideradas por los países interesados, incluidos los de la región OIRSA para ser implementadas y evaluadas en su operación y establecimiento por cada país.

4.1. *Planta con o sin raíz*

Producto de categoría 4 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).

- 1) Producto: plantas de *Musa* spp.
- 2) Origen: plantas originarias y procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: siembra.
- 4) Descripción de las vías reglamentadas:
 - a) Plantas completas para ser establecidas en nuevas unidades de producción o para recambio o sustitución de plantas senescentes en áreas de producción. Con o sin sustrato.
 - b) Plantas completas para ornato, como follaje verde para interiores y exteriores. Con o sin sustrato.
- 5) Riesgos identificados: importaciones ilegales.
 - a) Se prohíbe el ingreso de plantas originarias y procedentes de países con presencia de Foc R4T.

Se recomienda la aplicación de las siguientes medidas de mitigación a ser implementadas por las respectivas organizaciones nacionales de protección fitosanitaria (ONPF) de los países que tienen interés. Estas medidas fitosanitarias deberán ser comunicadas a la Organización Mundial de Comercio (OMC) para el proceso de consulta pública.

4.2.1. Medidas fitosanitarias de mitigación de riesgo recomendadas para permitir la importación de plantas de *Musa* spp. con o sin raíz

- 1) Producto: plantas de *Musa* spp.
- 2) Origen: plantas originarias y procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: siembra.
- 4) Producto de categoría 4 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Producto sujeto a verificación en origen.
 - b) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual deberá contener la siguiente declaración adicional: “El embarque de plantas de *Musa* spp. fue inspeccionado y determinado como libre de plagas de interés cuarentenario... El embarque fue aplicado con el tratamiento químico ...”
 - c) La determinación de una plaga como cuarentenaria deberá ser resultado del correspondiente análisis de riesgo: producto x origen.
 - d) En algunos casos la ONPF del país importador podrá solicitar la aplicación de un tratamiento químico. Si este se aplica en origen deberá constar en la declaratoria adicional del CFI. El tratamiento deberá ir dirigido a las plagas determinadas como cuarentenarias.
 - e) Los materiales vegetales propagativos deberán llegar libres de suelo, plantas o semillas de malezas ajenas a la especie de interés o cualquier otro tipo de contaminante y deberán ser empacados en contenedores nuevos y limpios.
 - f) Inspección fitosanitaria y toma de muestra en punto de ingreso al país importador por parte del personal oficial del servicio de cuarentena. Las muestras deben ser enviadas a un laboratorio oficial o aprobado por la ONPF del país importador, para el diagnóstico fitosanitario referido en la declaración adicional del certificado fitosanitario.
 - g) En caso de detección de cualquier estado de desarrollo de plagas de interés cuarentenario para el país importador, incluido resul-



FIGURA 86. Planta de *Musa* spp.
[Tropica, 2018].

tado positivo a Foc R4T (VCG 01213/16), la ONPF, determinará las medidas fitosanitarias correspondiente.

- 6) Aplicar cuarentena post-entrada.
 - a) Disposiciones aplicables: rechazo, destrucción, reacondicionamiento, lo cual dependerá de la regulación nacional del país importador.
 - b) El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa, para lo cual deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.2.2. Medidas fitosanitarias recomendadas para permitir la importación de hijuelos o hijos de espada de *Musa spp.*

- 1) Producto: plantas de *Musa spp.*
- 2) Origen: plantas originarias o procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: Siembra.
- 4) Producto de categoría 4 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Producto sujeto a verificación en origen.
 - b) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual deberá contener la siguiente declaración adicional: “El embarque de plantas de *Musa spp.* fue inspeccionado y determinado como libre de plagas de interés cuarentenario... El embarque fue aplicado con el tratamiento químico ...”
 - c) La determinación de una plaga como cuarentenaria deberá ser resultado del correspondiente análisis de riesgo: producto x origen.
 - d) En algunos casos la ONPF del país importador podrá solicitar la aplicación de un tratamiento químico. Si éste se aplica en origen deberá constar en la declaratoria adicional del CFI. El tratamiento deberá ir dirigido a las plagas determinadas como cuarentenarias.
 - e) Los materiales vegetales propagativos deberán llegar libres de suelo, plantas o semillas de malezas ajenas a la especie de interés o cualquier otro tipo de contaminante y deberán ser empacados en contenedores nuevos y limpios.
 - f) Inspección fitosanitaria y toma de muestra en punto de ingreso al país importador por parte del personal oficial del servicio de cuarentena. Las muestras deben ser enviadas a un laboratorio oficial o aprobado por la ONPF del país importador, para el diagnóstico

fitosanitario referido en la declaración adicional del certificado fitosanitario.

- g) En caso de detección de cualquier estado de desarrollo de plagas de interés cuarentenario para el país importador, incluido resultado positivo a Foc R4T (VCG 01213/16), la ONPF, determinará las medidas fitosanitarias correspondientes.
- 6) Aplicar cuarentena post-entrada.
 - a) Disposiciones aplicables: rechazo, destrucción, reacondicionamiento, lo cual dependerá de la regulación nacional del país importador.
 - b) El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa, para lo cual deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.2.3. Cormos (rizomas) de *Musa spp.*

- 1) Origen: plantas originarias y procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 2) Destino de uso previsto: siembra.
- 3) Producto de categoría 4 (NIMF 32, Categorización de productos según su riesgo de plagas, CIPF, 2009).
- 4) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Producto sujeto a verificación en origen.
 - b) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual deberá contener la siguiente declaración adicional: “El embarque de materiales vegetales propagativos de *Musa spp.* fue inspeccionado y determinado como libre de plagas de interés cuarentenario... El embarque fue aplicado con el tratamiento químico ...”
 - c) La determinación de una plaga como cuarentenaria deberá ser resultado del correspondiente análisis de riesgo: producto x origen.
 - d) En algunos casos la ONPF del país importador podrá solicitar la aplicación de un tratamiento químico. Si éste se aplica en origen deberá constar en la declaratoria adicional del CFI. El tratamiento deberá ir dirigido a las plagas determinadas como cuarentenarias.
 - e) Los materiales vegetales propagativos deberán estar libres de suelo, plantas o semillas de malezas ajenas a la especie de interés o



FIGURA 87. Cormos (rizomas) de *Musa spp.* [FHA, 2009].

- cualquier otro tipo de contaminante y deberán ser empacados en contenedores nuevos y limpios.
- f) Inspección fitosanitaria y toma de muestra en punto de ingreso al país importador por parte del personal oficial del servicio de cuarentena. Las muestras deben ser enviadas a un laboratorio oficial o aprobado por la ONPF del país importador, para el diagnóstico fitosanitario referido en la declaración adicional del certificado fitosanitario.
 - g) En caso de detección de cualquier estado de desarrollo de plagas de interés cuarentenario para el país importador, incluido resultado positivo a Foc R4T (VCG 01213/16), la ONPF determinará las medidas fitosanitarias correspondiente.
- 5) Aplicar cuarentena post-entrada:
- a) Disposiciones aplicables: rechazo, destrucción, reacondicionamiento, lo cual dependerá de la regulación nacional del país importador.
 - b) El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa; para ello deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.2. Hojas o follaje en fresco o seco de *Musa spp.*

- 1) Producto: follaje fresco y cortado de *Musa spp.*
- 2) Origen: procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: consumo humano o industrial.
- 4) Producto de categoría 3 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual debe contener la siguiente declaración adicional: “El envío se inspeccionó y se determinó como libre de plagas de interés cuarentenario...”
 - b) El follaje fresco deberá ser empacado para su exportación en



FIGURA 88. Hojas de plátano congeladas. [La Morena, 2018].

recipientes nuevos, limpios y cerrados, identificados con datos de trazabilidad (empresa, lugar o sitio de producción, origen y procedencia, fecha de empaque y número de lote).

- c) Los embarques deberán estar libres de contaminantes o restos vegetales diferentes a la mercancía y libre de suelo.
- d) Inspección fitosanitaria por personal oficial del servicio de cuarentena del país importador. Recomendación: se podrá muestrear el 2% del total de las cajas del embarque, inspeccionando todas las cajas seleccionadas, para la detección de plagas o sus daños por síntomas.
- e) Si durante el proceso de inspección se detecta indicios de plagas o enfermedades, se deberá tomar una muestra para ser enviada a laboratorios oficiales o aprobados por la ONPF del país importador para diagnóstico fitosanitario de las plagas referidas en la declaración adicional del certificado fitosanitario. El embarque será retenido en el punto de entrada hasta que se defina el estatus cuarentenario de la plaga.
- f) En caso de que la plaga sea de interés cuarentenario para el país importador, se procederá a fumigar con un biocida (bromuro de metilo o fosfuro de aluminio) en las opciones del tratamiento recomendadas.
- g) Condicional: El producto solo podrá ser importado por empresas autorizadas por la ONPF del país importador.
- h) El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa. Para lo cual deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.3. Flores y follaje fresco de *Musa spp.*

- 1) Producto: flores frescas y follaje de corte de *Musa spp.*
- 2) Origen: procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: ornamental.
- 4) Producto de categoría 3 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual debe contener la siguiente declaración adicional: “El embarque de flores frescas y follaje de corte de *Musa spp.* fue inspeccionado y determinado como libre de plagas de interés cuarentenario... El embarque fue aplicado con el tratamiento químico...”

- b) La determinación de una plaga como cuarentenaria deberá ser resultado del correspondiente análisis de riesgo: producto x origen.
- c) En algunos casos la ONPF del país importador podrá solicitar la aplicación de un tratamiento químico. Si éste se aplica en origen deberá constar en la declaratoria adicional del CFI. El tratamiento deberá ir dirigido a las plagas determinadas como cuarentenarias.
- d) Las flores frescas y follaje de corte deberán ser empacados para su exportación en recipientes nuevos, limpios y cerrados, identificados con datos de trazabilidad (empresa, lugar o sitio de producción, origen y procedencia, fecha de empaque y número de lote).
- e) Los embarques deberán estar libres de contaminantes o restos vegetales diferentes a la mercancía y libres de suelo.
- f) Inspección fitosanitaria por personal oficial del servicio de cuarentena del país importador. Recomendación: se podrá muestrear el 2% del total de las cajas del embarque, inspeccionando todas las cajas seleccionadas, para la detección de plagas o sus daños por síntomas.
- g) Si durante el proceso de inspección se detecta indicios de plagas o enfermedades, se deberá tomar una muestra para ser enviada a laboratorios oficiales o aprobados por la ONPF del país importador, para diagnóstico fitosanitario de las plagas referidas en la declaración adicional del certificado fitosanitario. El embarque será retenido en el punto de entrada hasta que se defina el estatus cuarentenario de la plaga.
- h) Condicional: el producto solo podrá ser importado por empresas autorizadas por la ONPF del país importador.



FIGURA 89. Flor de planta de banano. [23RF, 2018].

El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa. Para lo cual deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.4. Semilla botánica y polen fresco de *Musa spp.*

- 1) Producto: semilla botánica y polen viable de *Musa spp.*
- 2) Origen: procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: evaluación experimental confinada; mejoramiento genético.
- 4) Producto de categoría 4 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPE, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual deberá contener la siguiente declaración adicional: “La semilla de banano (*Musa spp.*) girasol fue sometida a pruebas de laboratorio y se encontró libre de plagas de interés cuarentenario...”
 - b) Aplicación de tratamiento fitosanitario en origen con un producto químico con acción (fungicida, insecticida) con probada eficacia para matar, inhibir, inhabilitar cualquier estado de desarrollo de las plagas determinadas como cuarentenarias. Las especificaciones del tratamiento aplicado deben estar indicadas en la parte correspondiente del certificado fitosanitario.
 - c) La determinación de una plaga como cuarentenaria deberá ser resultado del correspondiente análisis de riesgo: producto x origen.
 - d) La semilla botánica de *Musa spp.* deberá ser empacada para su exportación en envases nuevos, limpios y cerrados, identificados con datos de trazabilidad (empresa, lugar o sitio de producción, origen y procedencia, fecha de empaque y número de lote).
 - e) El embarque de semilla de *Musa spp.* deberá estar libre de suelo, semillas de malezas y cualquier otro material vegetativo diferente al importado.
 - f) Inspección fitosanitaria y toma de muestra en punto de ingreso al país importador por personal oficial del servicio cuarentenario.
 - g) Se deberá tomar una muestra para ser enviada a laboratorios oficiales o aprobados por la ONPF del país importador, para diagnóstico fitosanitario de las plagas referidas en la declaración adicional del certificado fitosanitario. El embarque será retenido en el punto de entrada hasta que se defina el estatus cuarentenario de la plaga.



FIGURA 90. Semillas de plátano. [AMAZON, 2018].

- h) Condicional: en caso de detección de plagas de interés cuarentenario para el país importador, la totalidad del lote o embarque deberá ser rechazado o destruido.
- i) El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa. Para ello deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.5. Frutos frescos de *Musa spp.* con cáscara

- 1) Producto: frutos frescos de *Musa spp.*
- 2) Origen: procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: consumo humano directo.
- 4) Producto de categoría 3 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual debe contener la siguiente declaración adicional: “El envío se inspeccionó y se determinó como libre de plagas de interés cuarentenario...”
 - b) Los frutos frescos deberán ser empacados para su exportación en recipientes nuevos, limpios y cerrados, identificados con datos de trazabilidad (empresa, lugar o sitio de producción, origen y procedencia, fecha de empaque y número de lote).
 - c) Los embarques deberán estar libres de contaminantes o restos vegetales diferentes a la mercancía y libres de suelo.
 - d) Inspección fitosanitaria por personal oficial del servicio de cuarentena del país importador.
 - e) Recomendación: se podrá muestrear el 2% del total de las cajas del embarque, inspeccionando todas las cajas seleccionadas para la detección de plagas o sus daños por síntomas.
 - f) Si durante el proceso de inspección se detecta indicios de plagas o enfermedades, se deberá tomar una muestra para ser enviada a laboratorios oficiales o aprobados por la ONPF del país importador, para diagnóstico fitosanitario de las plagas referidas en la declaración adicional del certificado fitosanitario.



FIGURA 91. Fruto fresco var. Gros Michel. [Alibaba.com, 2018].

tario. El embarque será retenido en el punto de entrada hasta que se defina el estatus cuarentenario de la plaga.

- g) En caso de que la plaga sea de interés cuarentenario para el país importador, se procederá a fumigar con un biocida (bromuro de metilo o fosfuro de aluminio) en las opciones del tratamiento recomendadas.
- h) Condicional: el producto solo podrá ser importado por empresas autorizadas por la ONPF del país importador.

El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa. Para ello deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.6. Frutos sin cáscara y pulpa de plátanos y bananos (*Musa spp.*)

- 1) Producto: frutos sin cáscara, pulpa de plátano de *Musa spp.*
- 2) Origen: procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: consumo humano directo o industrial.
- 4) Producto de categoría 1 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo: de acuerdo con el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, establecido por la Organización Mundial de Aduanas (OMA, 1995), se condiciona la introducción a un país miembro o territorio de mercancías de categoría 1, definidas como subproductos vegetales que han sido procesados hasta el punto en que ya no tienen capacidad para ser infestados por plagas cuarentenarias, en este caso, estructuras de reproducción o resistencia de Foc R4T. Por ende, no deberían requerirse medidas fitosanitarias y no debería considerarse que para tales productos se precise una certificación fitosanitaria con respecto a las plagas que pudieran haber estado presentes en los productos antes del proceso (NIMF 32, CIPF, 2009).

Sin embargo, la autoridad fitosanitaria de cada país deberá reservarse realizar una inspección en el punto de entrada al país, conforme a lo señalado en la regulación nacional, donde se señale la fracción arancelaria de la tarifa de la legislación de impuestos generales de importación y de exportación.



FIGURA 92. Recepción de cargamento de banano. [Futurcorp, 2018].

SISTEMA ARMONIZADO DE DESIGNACIÓN Y CODIFICACIÓN DE MERCANCÍAS

El Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, llamado también Sistema Armonizado o SA, es una nomenclatura internacional de mercancías creada por la Organización Mundial de Aduanas (OMA). Más de 200 países utilizan el sistema, con el que se busca una clasificación uniforme. El SA es regulado por el Convenio Internacional del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías. La OMA se encarga, a través del Comité del Sistema Armonizado, de su mantenimiento y actualización mediante enmiendas y transposiciones, de modo que refleje los desarrollos tecnológicos y cambios en el comercio.

Se trata de un instrumento indispensable para el comercio, que utilizan entidades gubernamentales, organismos internacionales y empresas privadas. A modo de ejemplo, podemos citar la Nomenclatura de la Asociación Latinoamericana de Integración basada en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (Naladisa), la Nomenclatura Arancelaria Común de los Países Miembros del Acuerdo de Cartagena (Nandina), la Nomenclatura Común del Mercosur (NCM), y la Nomenclatura Brasileña de Mercancías (NBM). Así, los principales esquemas de integración política y económica de América Latina, como la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), la Comunidad Andina y el Mercado Común del Sur (Mercosur) se valen del Sistema Armonizado. Su uso es fundamental para las negociaciones comerciales, la suscripción de acuerdos de comercio entre países y bloques comerciales, las políticas de comercio, los procedimientos aduaneros y la investigación económica.

4.7. Cáscara de plátano deshidratada (*Musa spp.*)

- 1) Producto: cáscara de plátano deshidratada (*Musa spp.*)
- 2) Origen: procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: artículo reglamentado para uso exclusivamente industrial.
- 4) Producto de categoría 2 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPE, 2009). Producto de categoría 2: artículo reglamentado únicamente si es procedente de países donde Foc R4T no esté presente.
- 5) Medidas de mitigación de riesgo: se prohíbe el ingreso de mercancías procedentes de países con presencia de Foc R4T.



FIGURA 93. Cáscara de plátano deshidratada. [Rajshree, 2018].

4.8. Plantas producidas in vitro o vitroplantas o germoplasma de banano

- 1) Producto: germoplasma de *Musa* spp., producido bajo condiciones *in vitro*.
- 2) Origen: plantas originarias o procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: siembra.
- 4) Producto de categoría 4 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Producto sujeto a verificación en origen.
 - b) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual deberá contener la siguiente declaración adicional: “El embarque de plantas de *Musa* spp. fue inspeccionado y testeado por pruebas de laboratorio con lo cual se determinó como libre de plagas de interés cuarentenario...”
 - c) La determinación de una plaga como cuarentenaria deberá ser resultado del correspondiente análisis de riesgo: producto x origen.
 - d) En algunos casos la ONPF del país importador podrá solicitar la aplicación de un tratamiento químico. Si éste se aplica en origen deberá constar en la declaratoria adicional del CFI. El tratamiento deberá ir dirigido a las plagas determinadas como cuarentenarias.

PRODUCTOS CATEGORÍA 2

De acuerdo con el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, establecido por la Organización Mundial de Aduanas (OMA, 1995), se condiciona la introducción de mercancías de categoría 2 a un país miembro o territorio, ya que los productos se han procesado, pero aún tienen capacidad para ser infestados por algunas plagas cuarentenarias. El uso previsto podrá ser, por ejemplo, consumo o procesamiento ulterior. La ONPF del país importador puede determinar que es necesario realizar un ARP. Aunque los productos de la categoría 2 hayan sido procesados, el método de procesamiento podrá no haber eliminado por completo todas las plagas de cuarentena. Si se determina que el método y grado de procesamiento no eliminan el riesgo de plagas de cuarentena, se debería considerar el uso previsto del producto para evaluar la probabilidad de establecimiento y dispersión de plagas. En este caso, podrá ser necesario realizar un ARP para determinarlo (NIMF 32, CIPF, 2009).

Con el fin de facilitar la categorización, los países exportadores deberían, si así se les solicita, proporcionar información detallada sobre el método o grado de procesamiento (por ejemplo, temperatura, tiempo de exposición, tamaño de las partículas) para ayudar a los países importadores a determinar a qué categoría debería asignarse cada producto.

- e) Los materiales vegetales propagativos deberán estar libres de suelo, plantas o semillas de malezas ajenas a la especie de interés o cualquier otro tipo de contaminante y deberán ser empacados en contenedores nuevos y limpios.
 - f) Inspección fitosanitaria y toma de muestra en punto de ingreso al país importador por parte del personal oficial del servicio de cuarentena.
Las muestras deben ser enviadas a un laboratorio oficial o aprobado por la ONPF del país importador para el diagnóstico fitosanitario referido en la declaración adicional del certificado fitosanitario.
 - g) En caso de detección de cualquier estado de desarrollo de plagas de interés cuarentenario, incluido resultado positivo a Foc R4T (VCG 01213/16), la ONPF del país importador determinará las medidas fitosanitarias correspondientes.
- 6) Aplicar cuarentena post-entrada:
- a) Disposiciones aplicables: rechazo, destrucción, reacondicionamiento, lo cual dependerá de la regulación nacional del país importador.
 - b) El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa. Para lo cual deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.



FIGURA 94. Producción de plantas in vitro.

4.9. Plantas ornamentales del género *Musa*

- 1) Producto: plantas de *Musa* spp.
- 2) Origen: plantas originarias y procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 3) Destino de uso previsto: ornamental.
- 4) Producto de categoría 4 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Producto sujeto a verificación en origen.
 - b) Certificado fitosanitario emitido por la organización nacional de protección fitosanitaria del país exportador, el cual



FIGURA 95. Plantas ornamentales de *Musa lasiocarpa*. [Gardenin-gexpres, 2018].

deberá contener la siguiente declaración adicional: “El embarque de plantas de *Musa* spp. fue inspeccionado y determinado como libre de plagas de interés cuarentenario... El embarque fue aplicado con el tratamiento químico...”

- c) La determinación de una plaga como cuarentenaria deberá ser resultado del correspondiente análisis de riesgo: producto x origen.
 - d) En algunos casos la ONPF del país importador podrá solicitar la aplicación de un tratamiento químico. Si éste se aplica en origen deberá constar en la declaratoria adicional del CFI. El tratamiento deberá ir dirigido a las plagas determinadas como cuarentenarias.
 - e) Los materiales vegetales propagativos deberán llegar libres de suelo, plantas o semillas de malezas ajenas a la especie de interés o cualquier otro tipo de contaminante y deberán ser empacados en contenedores nuevos y limpios.
 - f) Inspección fitosanitaria y toma de muestra en punto de ingreso al país importador por parte del personal oficial del servicio de cuarentena. Las muestras deben ser enviadas a un laboratorio oficial o aprobado por la ONPF del país importador, para el diagnóstico fitosanitario referido en la declaración adicional del certificado fitosanitario.
 - g) En caso de detección de cualquier estado de desarrollo de plagas de interés cuarentenario para el país importador, incluido resultado positivo a Foc R4T (VCG 01213/16), la ONPF determinará las medidas fitosanitarias correspondientes.
- 6) Aplica cuarentena post-entrada:
- a) Disposiciones aplicables: rechazo, destrucción, reacondicionamiento, lo cual dependerá de la regulación nacional del país importador.
 - b) El presente requisito fitosanitario podrá estar sujeto a cambio ante la detección de plagas cuarentenarias para el país importador no informadas en forma previa. Para lo cual deberá seguirse el procedimiento enunciado por la Organización Mundial de Comercio.

4.10. *Sustratos orgánicos*

- 1) Tipo de vía: mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes (sustratos vegetales no esterilizados, ej., fibra de coco, paja de arroz, etc.). Medios de cultivo o crecimiento no esterilizados.
- 2) Producto: sustratos orgánicos para siembra.
- 3) Condiciones:
 - a) No esterilizados.

- b) Esterilizados o inactivados para el desarrollo de estructuras biológicas.
- 4) Origen: procedentes de países donde la plaga Foc R4T sea ausente.
- 5) Destino de uso previsto: sustrato para siembra o industrial.
- 6) Producto de categoría 2 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009). Producto de categoría 2, artículo reglamentado únicamente si es procedente de países donde Foc R4T no esté presente.
- 7) Medidas de mitigación de riesgo:
 - a) Se prohíbe el ingreso de mercancías procedentes de países con presencia de Foc R4T.
 - b) Únicamente se permitirá el ingreso de sustratos orgánicos en cuyo documento de identidad se haya declarado que proceden de países en donde Foc R4T no está presente.
 - c) Únicamente se permitirá el ingreso de sustratos orgánicos, excepto suelo, que hayan sido esterilizados o inactivados para inactivar cualquier estructura biológica.
 - d) Se deberá garantizar que el sustrato orgánico a importar está contenido en recipientes cerrados que garanticen la condición aséptica de la mercancía y que no permitan su contaminación posterior a la aplicación del tratamiento desinfectante o de esterilización.
 - e) De acuerdo con el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, establecido por la Organización Mundial de Aduanas (OMA, 1995), se condiciona la introducción a un país miembro o territorio de mercancías de categoría 2. Estos productos se han procesado, pero aún tienen capacidad para ser infestados por algunas plagas cuarentenarias. El uso previsto podrá ser, por ejemplo, consumo o procesamiento ulterior. La ONPF del país importador puede determinar que es necesario realizar un ARP. Aunque los productos de la categoría 2 hayan sido procesados, el método de procesamiento podrá no haber eliminado por completo todas las plagas de cuarentena. Si se determina que el método y grado de procesamiento no eliminan el riesgo de plagas de cuarentena, se debería considerar el uso previsto del producto para evaluar la probabilidad de establecimiento y dispersión de plagas. En este caso, podrá ser necesario realizar un ARP para determinarlo (NIMF 32, CIPF, 2009).
 - f) Sin embargo, la autoridad fitosanitaria de cada país deberá reservarse realizar una inspección en el punto de entrada al país, conforme a lo señalado en la regulación nacional, donde se señale la fracción arancelaria de la tarifa de la legislación de impuestos generales de importación y de exportación.

A partir de este punto, para artículos no reglamentados o vías no reglamentadas, se recomienda la aplicación de medidas de bioseguridad, las que podrán ser aplicadas por las autoridades fitosanitarias de cada país, u otras que se estimen como competentes. Así mismo, se recomienda la creación, adopción o modificación de instrumentos legales para el efecto.

4.11. Artesanías u artículos elaboradas con fibras de musáceas, materiales de empaque

- 1) Tipo de vía: mercancías o artículos inanimados o productos orgánicos no hospedantes contaminados con residuos de plantas hospedantes.
- 2) Origen: artesanías u artículos elaborados con fibras de musáceas, materiales de empaque.
- 3) Condición: artículos procedentes de países con presencia de Foc R4T.
- 4) Destino de uso previsto: ornamental.
- 5) Producto de categoría 2 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 6) Medidas de mitigación de riesgo: las plagas y enfermedades dañinas pueden llegar con los viajeros que ingresan a un país de la región OIRSA:
Se deberán realizar inspecciones dirigidas por perfil de riesgo a pasajeros procedentes de vuelos o embarques de países con presencia y al equipaje aéreo y marítimo entrante para proteger a la región contra el riesgo de entrada de Foc R4T. Para ello se sugiere realizar:
 - a) Utilizar máquinas de rayos X.
 - b) Utilizar detectores de perros (binomios o unidades caninas).
 - c) Realizar inspección física a pasajeros procedentes de países con presencia de Foc R4T.
 - d) Aplicación de un cuestionario específico si se viaja a algún país de la región OIRSA y el pasajero es procedente de un país donde se haya confirmado la presencia de Foc R4T.

Ver las recomendaciones para los viajeros en el acápite 4.17. Recomendaciones para el pasajero internacional.

4.12. Pasajeros o turistas (cuyo calzado, efectos personales o ropa estuvieron en contacto con suelo o plantas infectadas)

- 1) Origen: calzado, efectos personales o ropa contaminada con suelo o plantas infectadas; materiales transportados por pasajeros (artículos deportivos o de campismo contaminados con suelo infestado).

- 2) Condición: artículos procedentes de países con presencia de Foc R4T.
- 3) Destino de uso previsto: personal.
- 4) Productos de categoría 2 (NIMF 32, *Categorización de productos según su riesgo de plagas*, CIPF, 2009).
- 5) Medidas de mitigación de riesgo: las plagas y enfermedades dañinas pueden llegar con los viajeros que ingresan a un país de la región OIRSA:
 - a) Se deberá realizar una revisión a los pasajeros y al equipaje aéreo y marítimo entrante para proteger a la región contra el riesgo de entrada de Foc R4T.
 - b) Se deberán utilizar máquinas de rayos X.
 - c) Se deberán utilizar detectores de perros (binomios o unidades caninas).
 - d) Se deberá realizar una inspección física a pasajeros procedentes de países con presencia de Foc R4T, así como la aplicación de un cuestionario específico.

Si se viaja a algún país de la región OIRSA y se procede de un país donde se haya confirmado la presencia de Foc R4T, ver las recomendaciones para los viajeros en el acápite 4.17. Recomendaciones para el pasajero internacional.

4.12.1. Animales

Esta sección se refiere a lo animales silvestres o domesticados o bajo condiciones de cautiverio (ejemplares de zoológico o reservas) o mascotas. En ambos casos es necesario que sus patas o pelaje estuvieron en contacto con suelo infestado.

- 1) Condición: animales transportados desde países con presencia de Foc R4T.
- 2) Destino de uso previsto: esparcimiento, compañía, personal.
- 3) Vía de riesgo, categoría 5 (“Codigo sanitario para los animales terrestres”, OIE, 2018).
- 4) Medidas de mitigación de riesgo: las plagas y enfermedades dañinas pueden llegar con los animales (silvestres o domesticados o bajo condiciones de cautiverio (ejemplares de zoológico o reservas) o mascotas: en ambos casos, cuyas patas, pelaje, piel o plumaje estuvieron en contacto con suelo infestado, ya sea por actividades de trabajo, esparcimiento, deporte o simple tránsito que pudieron estar en contacto con suelo o plantas infectadas.
 - a) Se deberá realizar inspección a los animales para verificar que estén sanos y que no sean portadores de plagas y enfermedades y en forma externa de suelo. En este último caso, el animal deberá

- ser lavado para retirar cualquier partícula de suelo o restos de plantas. Así mismo, sus heces o desechos deberán ser recolectados y tratados con un medio que permita su inhabilitación biológica.
- b) Se deberá realizar inspección a los animales que viajan con pasajeros internacionales que ingresan por vía aérea y marítima para proteger a la región contra el riesgo de entrada de Foc R4T. Intensificar las medidas en procedencias de países con presencia de la enfermedad.
 - c) Se deberá dar cumplimiento a la legislación vigente en cada país en materia de importación o ingreso de animales, complementado con la inspección en búsqueda de suelo y restos de plantas.

4.12.2. Recomendaciones generales a pasajeros que viajan a un país miembro del OIRSA

Antes de viajar:

- 1) Estar preparado. El pasajero deberá saber lo que tiene que hacer antes de viajar a un país de la región OIRSA. Recomendación: realizar folletos informativos, y como campañas de divulgación y concientización.
- 2) Comprobar qué bienes puede traer antes de viajar a un país de la región OIRSA. Las condiciones de importación pueden cambiar, así que se recomienda que el pasajero verifique estas condiciones cada vez, incluso si viaja regularmente.
- 3) Leer los consejos dirigidos al viajero y estar alertas.

RECOMENDACIONES PARA LAS ORGANIZACIONES NACIONALES DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA

Se recomienda realizar un apartado en la página web oficial de cada Estado miembro, así como en el sitio web del OIRSA. En donde se publique y que estos sean actualizados regularmente:

- Alertas sobre riesgos de plagas y enfermedades.
- Asesoramiento sobre cómo manejar esos riesgos.
- Autoridades a las que puede recurrir en caso de dudas o inconformidades.
- Datos de contacto de instancias o personal oficial que puede apoyar.
- Consejos útiles para viajeros.
- Información para residentes que regresan de visitar un país con presencia de la plaga.

Cuando se arribe a un país de la región OIRSA:

- 1) La aerolínea o línea de cruceros le dará una tarjeta de pasajero entrante antes de llegar a un país de la región OIRSA o en su defecto la autoridad fitosanitaria a través del personal del servicio de cuarentena del país de destino final deberá entregar un cuestionario específico.
- 2) Deberá declarar cualquier producto de riesgo, incluidos alimentos, artesanías o productos manufacturados con derivados de plantas hospedantes de Foc R4T, tales como portalápices, sombreros, muebles, portavasos, máscaras ornamentales o con fines religiosos, derivados vegetales para fines medicinales o cosméticos, etcétera.
- 3) Deberá depositar cualquier mercancía de riesgo en los contenedores del aeropuerto o puerto marítimo.
- 4) Los bienes de riesgo declarados serán inspeccionados por un oficial del servicio de cuarentena. Podrán dirigir las mercancías para su tratamiento, exportación o destrucción. Los bienes que no representan riesgo fitosanitario deberán ser devueltos.

Sanciones:

- 1) Si el pasajero no declara o desecha bienes de riesgo fitosanitario, o hace una declaración falsa en su tarjeta de pasajero entrante, o cuestionario específico. El pasajero deberá estar preparado:
 - a) Podrá recibir un aviso de infracción o estar sujeto a sanciones civiles. Podrá ser procesado, multado o encarcelado y obtener antecedentes penales.

Para una inspección más rápida, se recomienda que se le haga saber al pasajero que:

- 1) No lleve ninguna fruta o verdura fresca, plantas, semillas, carne y productos de origen animal o madera.
- 2) Se deberá asegurar de que su calzado, equipo deportivo y recreativo esté seco y sin tierra, incluidos palos de golf, bicicletas y cochecitos, tiendas de campaña, ropa de recambio, etcetera.

4.13. Correo internacional

- 1) Tipo de vía: artículos, mercancías que son movilizadas por correo internacional, cuando han sido contaminadas con suelo o partes de plantas infectadas, en sitios donde la plaga está presente, o el envío

de mercancías determinadas como riesgosas en el presente documento, pueden ser vía de dispersión de la enfermedad.

- 2) Medidas de mitigación de riesgo: las plagas y enfermedades dañinas pueden llegar con los artículos o mercancías que son ingresados por los servicios postales nacionales o internacionales.
- 3) Mercancías adquiridas por internet que son enviadas a sus compradores por los servicios postales internacionales, de un país a otro, donde se desconoce las normas de almacenamiento, transporte y resguardo de mercancías. Para tratar de contener el riesgo que conlleva la importación de mercancías a través de los servicios postales internacionales se recomienda lo siguiente:
 - a) Las empresas deberán mantener limpias las superficies de carga, descarga, así como vehículos y contenedores de artículos de correo.
 - b) Utilizar máquinas de rayos X para la inspección de contenedores, embalajes, etcétera.
- 4) Utilizar detectores de perros (binomios o unidades caninas) para la detección de artículos prohibidos.
- 5) Alentar la colaboración entre las diferentes autoridades que operan en los puntos de ingreso/resguardo y distribución de bienes distribuidos por correo.

4.14. Vehículos de transporte, embalaje, herramientas (contaminados con residuos vegetales o suelo)

En términos de cuarentena, la inspección sanitaria y fitosanitaria deberían tener procedimientos que involucren la verificación de la ausencia de suelo, en caso contrario, debería de haber disposiciones legales para actuar en consecuencia. Se recomienda que se desarrolle e implemente un procedimiento estándar para las labores de inspección por parte de los países del OIRSA.

Desinfección y desinfestación externa de vehículos marítimos, aéreos y terrestres, además de la limpieza interna y externa de contenedores, todo ello aplicado al envío internacional de mercancías con la finalidad de minimizar la diseminación de plagas y enfermedades exóticas a cualquiera de los territorios de los países de la región OIRSA. Para ello, se recomienda elaborar, divulgar e implementar una guía de inspección para todo el personal que realiza labores de evaluación de la conformidad en materia de importaciones, entre ellos agentes aduanales, agentes de carga, compañías de transporte, líneas de transporte, estibadores y cualquier otro operador en la cadena de suministro y logística que tenga control de los contenedores tanto marítimos como aéreos y terrestres desde el puerto de descarga

hasta la entrega. La práctica de bioseguridad propuesta implica la colaboración de la autoridad oficial en cada país en asociación con clientes, partes interesadas e industria; implementar un conjunto de medidas diseñadas para reducir el riesgo de movilización y diseminación y transmisión de plagas o enfermedades exóticas a través de vías de importación o exportación. Los esquemas para garantizar la higiene de contenedores y vehículos son solo una de esas medidas.

Los artículos reglamentados podrán incluir: cualquier tipo de vehículo (automóvil, vehículo militar, camión, etc.), maquinaria (tractor, cosechadora, etc.), equipo (arado, pulverizador, etc.), herramientas, bloques de piedra (granito, etc.), contenedores (cajas, bolsas de mano, etc.) o cualquier otro artículo inanimado que deba cumplir con los requisitos de “ausencia de plagas de plantas, suelo, plantas, partes de plantas y materias relacionadas”. La limpieza y desinfección adecuadas de los artículos reglamentados son motivo de preocupación para varias agencias gubernamentales a nivel mundial, entre ellas el Plant Health and Biosecurity Directorate, ISO-Canadá; Department of Agriculture and Water Resources, Australian Government-Australia; Animal and Plant Health Inspection Service, USDA-Estados Unidos y el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria Sedar-México, entre otros. A continuación, se sugieren medidas sanitarias y fitosanitarias de riesgos que pueden ser aplicadas para mitigar el riesgo de entrada de suelo como contaminante en diversas vías.

Los materiales considerados como suelo incluyen arena, grava, piedras y rocas. Estos materiales del suelo no representan un riesgo de bioseguridad, siempre y cuando están limpios y no contengan ningún tipo de materia orgánica u otro material de riesgo de bioseguridad. En vehículos terrestres y contenedores que han estado en contacto con “tierra”, el suelo puede estar presente como salpicadura del camino, si este vehículo o contenedor transitó o fue posado en tierra con presencia de estructuras de reproducción o resistencia de *Foc R4T* en áreas donde la plaga esté presente. Hasta una salpicadura de 2 mm de profundidad o menos representa un riesgo. En vehículos, el suelo puede encontrarse en superficies tales como pisos, neumáticos, rines, repisas, guarda fangos, etcétera.

La descontaminación de vehículos, maquinaria y equipos usados (VME) constituye un buen ejemplo de la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF) de acuerdo con lo instruido por la Organización Mundial de Comercio (OMC) y el Acuerdo de la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (Acuerdo MSF) y de sus organismos internacionales de normalización, la cual, podrá proporcionar un medio para prevenir la entrada a nuevas áreas de organismos que podrían generar un impacto para la sanidad, fitosanidad y la biodiversidad de tales áreas, ya que muchos organismos pueden comportarse como especies exóticas invasoras. Por esta razón, a fin de reducir el riesgo de introducción y dispersión de *Foc*

R4T, los VME usados que se muevan a escala internacional deberán estar libres de cualquier contaminación biológica.

Para la limpieza y el tratamiento de VME, la literatura técnico científica internacional, coincide en la aplicación de las siguientes MSF:

- 1) Vaciado de depósitos de agua.
- 2) Eliminación de residuos o filtros.
- 3) Aplicación de abrasivos a presión.
- 4) Lavado a presión.
- 5) Limpieza con vapor.
- 6) Barrido y aspiración.
- 7) Limpieza con aire comprimido, además de otros tratamientos que involucren la utilización de productos químicos (p. ej., fumigación, desinfección) y tratamientos térmicos.

Para que la limpieza y el tratamiento resulten eficaces, podrá ser necesario desmontar en parte o por completo los VME usados (CIPF, 2017).

Determinantes para evaluar la importación o movilización nacional o regional de VME con un adecuado nivel de protección sanitario y fitosanitario para la región OIRSA:

- 1) El Ministerio de Agricultura y Ganadería del país deberá determinar los requisitos de documentación, los que deberán certificar por parte del país de origen que los envíos de maquinaria pesada, vehículos, equipos usados a importar e internar en el país, se han limpiado, desinfestado, tratado e inspeccionado en origen (p. ej., podrá ser solicitada una declaración de limpieza, certificado de tratamiento, declaración de inspección o certificado fitosanitario, de manera que estos guarden proporción con el riesgo de plagas).
- 2) En punto de ingreso, personal oficial adscrito al servicio de cuarentena del país deberá realizar inspecciones a los VME importados, con el objeto de verificar que los VME usados estén libres de cualquier agente que constituya un riesgo de entrada y dispersión de plagas de interés cuarentenario.
- 3) En caso de incumplimiento a la aplicación de las MSF detalladas en la presente comunicación, la autoridad sanitaria o fitosanitaria del país deberá tomar acciones sanitarias según se expone en la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) 20, *Directrices sobre un sistema fitosanitario de reglamentación de importaciones*, y deberá notificarlo al país de origen de los VME, de acuerdo con lo dispuesto en la NIMF 13, *Directrices para la notificación del incumplimiento y acción de emergencia*.

4.14.1. Medidas de mitigación de riesgo

A continuación se detallan las medidas fitosanitarias que deberán ser observadas en el proceso de importación de vehículos, maquinaria y equipos usados (VME):

- 1) MSF a aplicar en el país de origen de los VME (país exportador):
 - a) En plataforma de concreto o cemento, los VME a exportar deberán ser lavados a presión con agua limpia con un detergente o tenso activo aniónico (p. ej., jabón a base de sodio). Deberá tenerse particular atención en la aplicación de la medida en la parte inferior del vehículo o en aquellas partes que hayan tenido contacto con suelo (p. ej., llantas, guardafangos, partes motorizadas, herramientas para la remoción o manejo de sustratos, etcétera).
 - b) Los tanques o depósitos de agua deberán ser vaciados, lavados y desinfectados.
 - c) Los filtros de aire deberán ser cambiados por filtros nuevos.
 - d) Una vez lavados y desinfectados los VME, éstos deberán ser termonebulizados con un insecticida y un fungicida de amplio espectro, tanto en el interior como en el exterior, cuidando especialmente aquellos sitios de difícil acceso.
 - e) La parte inferior de los vehículos, con énfasis en las partes que hayan estado en contacto con suelo, deberá ser aplicada con una solución con base en sales cuaternarias de amonio.
 - f) La autoridad competente del país exportador de donde sean originarios o procedentes los VME deberá inspeccionar previo a la emisión de la documentación legal correspondiente, la aplicación de las medidas expuesta en este apartado.
- 2) MSF a aplicar en punto de ingreso (país importador):
 - a) En punto de ingreso al país importador, la autoridad agrosanitaria del país deberá evaluar la condición sanitaria de los VME. En caso de incumplimiento deberá aplicar medidas correctivas o de reacondicionamiento de los VME importados, previo a permitir su entrada al país. Deberá ser notificada la situación de incumplimiento al país de donde procedan los VME.
 - b) La autoridad agrosanitaria del país deberá realizar la toma de muestra de materiales biológicos en caso de su hallazgo, para su envío a laboratorios de diagnóstico, con la finalidad de identificar o detectar plagas de interés cuarentenarios como FocR4T o FocR4S.

Estas mismas medidas podrán ser aplicadas al movimiento nacional en países donde se confirme presencia de la enfermedad, esto es del sitio con presencia a áreas libres de la plaga.

5.

CONCLUSIÓN DEL MANEJO DEL RIESGO DE PLAGAS

Como resultado del proceso de manejo del riesgo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (VCG 01213/16), se ha identificado las medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF), así como las recomendadas en materia de bioseguridad que se han determinado como más adecuadas para reducir el riesgo de introducción de Foc R4T de países con presencia, además de países donde no está presente o de aquellos donde no se ha confirmado u oficializado su presencia.

El presente documento ha sido actualizado hasta el mes de diciembre de 2018 (ver 2.0), con lo cual se ha expuesto mediante la consulta de fuentes confiables de información, asignadas con calidad de registro, la distribución actual de la plaga. Para ello se ha recomendado a las autoridades fitosanitarias u organizaciones nacionales de protección fitosanitaria (ONPF) de los Estados miembros del OIRSA la adopción de las MSF identificadas, principalmente ante la identificación de países que actualmente mantienen relaciones comerciales con alguno de los países de la región, a través de la comercialización de los tipos de vías identificados como de riesgo, además de otras posibles vías de ingreso de cualquier cantidad de inóculo de la plaga, entre ellas el tránsito de pasajeros, turistas, empleados agrícolas y sus bienes y posiciones que podrían representar riesgo de entrada de plagas de interés cuarentenario a los países de la región OIRSA.

Estas opciones de manejo de riesgo pueden apoyar la constitución de la base legal o de los requisitos fitosanitarios para la importación de mercancías, los cuales mediante su adopción regional serían armonizados, lo que permitiría realizar los mismos procedimientos de importación, incluyendo la inspección con base en la misma percepción de riesgo.

IV.

DOCUMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PLAGAS

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) y el principio de la transparencia expuesto en la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias 1, “Principios fitosanitarios para la protección de las plantas y la aplicación de medidas fitosanitarias” (CIPF, 2006), en el comercio internacional exigen que los países comuniquen, si así se solicita, los fundamentos de los requisitos fitosanitarios. El proceso íntegro, desde el inicio hasta el manejo del riesgo de plagas, deberá estar suficientemente documentado, de manera que cuando se plantee un examen o surja una controversia, pueda demostrarse claramente las fuentes de la información y los principios utilizados para adoptar la decisión con respecto al manejo del riesgo.

Para el efecto anterior, los principales elementos documentados en el presente estudio de análisis de riesgo por plaga son los siguientes:

- 1) Finalidad del ARP.
- 2) Plaga, lista de plagas, vías, área de ARP, área en peligro.
- 3) Fuentes de información.
- 4) Lista de requisitos vigentes.
- 5) Conclusiones de la evaluación del riesgo.
- 6) Probabilidad.
- 7) Consecuencias.
- 8) Manejo del riesgo.
- 9) Opciones identificadas.
- 10) Opciones seleccionadas.

V. LITERATURA CONSULTADA

- 123RF. (2018). Artesanías de hojas de plátano. En línea: https://es.123rf.com/photo_43162562_artesan%C3%ADas-de-hojas-de-pl%C3%A1tano.html.
- 123RF. Фото со стока - Pink Banana flower on banana tree. En línea: https://ru.123rf.com/photo_17749971_%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%86%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BA-%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B0-%D0%BD%D0%B0-%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B0.html.
- AC. (2018). Estadísticas. Dirección General de Aviación Civil de Costa Rica. En línea: <https://www.dgac.go.cr/transparencia/resumenes-estadisticos-y-anuarios/>.
- AFM. (2012). A'Suwaiq, Saham and Sohar under Agricultural Quarantine for *Fusarium* Wilt of Banana. En línea: <https://www.thefreelibrary.com/A%-27Suwaiq,+Saham+and+Sohar+under+Agricultural+Quarantine+for+Fusarium...-a0304912781>. Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2018.
- Aguayo, J., Mostert, D., Fourrier-Jeandel, C., Cerf-Wendling, I., Hostachy, B., Viljoen, A., *et al.* (2017). Development of a hydrolysis probe-based real-time assay for the detection of tropical strains of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4. PLoS ONE 12: e0171767. doi: 10.1371/journal.pone.0171767.
- AICM. (2018). Estadísticas. Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM). En línea: <https://www.aicm.com.mx/estadisticas-del-aicm/17-09-2013>.
- AIJS. (2018). Estadísticas. Aeropuerto Internacional Juan Santamaría. En línea: <https://sjoairport.com/aeris/estadisticas>.
- AIT. (2018a). Estadísticas. Aeropuerto Internacional de Tocumen. En línea: <https://logistics.gatech.pa/es/assets/airports/tocumen>.
- AIT. (2018b). Estadísticas. Aeropuerto Internacional de Tocumen. Panamá. En línea: http://tocumenpanama.aero/transparencia/data_25-07-2018-updates/pdf/10.3_estadisticas_jun2018.pdf.
- Akila, R., Rajendran, L., Harish, S., Saveetha, K., Raguchander, T., and Samiyappan, R. (2011). Combined application of botanical formulations and

- biocontrol agents for the management of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) causing *Fusarium* wilt in banana. *Biol. Contr.* 57, 175–183. doi: 10.1016/j.biocontrol.2011.02.010.
- Albiz. (20189). Venta de hoja de plátano a granel. En línea: <https://pe.all.biz/hoja-de-pltano-al-granel-g37693>.
- Alibaba.com. (2018). Fresca de alta calidad Gros Michel banana precios de Tailandia. En línea: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-fresh-gros-michel-banana-prices-from-thailand-50035581227.html>. ; <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-fresh-gros-michel-banana-prices-from-thailand-50035581227.html>.
- Almeida, N.O., Teixeira, R.A., Carneiro, F.A., Oliveira, C.M., de, Ribeiro, V.A., Lobo Júnior, M., *et al.* (2018). Occurrence and correlations of nematodes, *Fusarium oxysporum* and edaphic factors on banana plantations. *J. Phytopathol.* 166, 1–8. doi: 10.1111/jph.12683.
- Amazon. (2018). Venta de semillas de plátano. En línea: <https://www.amazon.es/Platano-Plantas-semillas-bulbos-Jard%C3%ADn/s?ie=UTF8&page=1&rh=n%3A5940707031%2Ck%3APlatano>.
- ANAO. (2014). Screening of International Mail. Australian National Audit Office (ANAO). En línea: <https://www.anao.gov.au/work/performance-audit/screening-international-mail>.
- Arbeláez, G., Guzmán, S., León, J., González, M., Molina, J.C., Parra, J., Angul, J.F., y Alvarez, J.D. (2017). Control integrado del marchitamiento vascular del clavel ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. En línea: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/viewFile/21246/22225>.
- Baayen, R.P., O'Donnell, K., Bonants, P.J.M., Cigelnik, E., Kroon, L.P.N.M., Roebroek, E.J.A., y Waalwijk, C. (2000). Gene genealogies and AFLP analyses in the *Fusarium oxysporum* complex identify monophyletic and nonmonophyletic formae speciales causing wilt and rot disease. *Phytopathology* 90: 891–900. doi: 10.1094/PHYTO.2000.90.8.891 PMID: 18944511 En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.2000.90.8.891>.
- BAHA. (2017). Plant Health Department. Regulation of Imports. Belize. En línea: <http://baha.org.bz/departments/plant-health/regulation-of-imports/>.
- Bai, T.T., Xie, W.B., Zhou, P.P., Wu, Z.L., Xiao, W.C., Zhou, L., *et al.* (2013). Transcriptome and expression profile analysis of highly resistant and susceptible banana roots challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4. *PLoS ONE* 8:e73945. doi: 10.1371/journal.pone.0073945.
- Bancroft, J. (1876). Report of the board appointed to enquire into the cause of disease affecting livestock and plants. *Votes Proc.* 3, 1011–1038.

- Belgrove, A., Steinberg, C., y Viljoen, A. (2011). Evaluation of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and *Pseudomonas fluorescens* for Panama disease control. *Plant Dis.* 95, 951–959. doi: 10.1094/PDIS-06-10-0409.
- Bentley, S., Moore, N. Y., Pegg, K. G., Gerlach, K. S., and Smith, L. J. (2001). “Genetic characterization and detection of *Fusarium* wilt,” in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation*, eds A. B. Molina, N. H. N. Masdek, y K. W. Liew (Los Baños; Laguna: INIBAP), 143–151.
- Bentley, S., Pegg, K. G., Moore, N. Y., Davis, R. D., Buddenhagen, I. (1998). Genetic variation among vegetative compatibility groups of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* analyzed by DNA fingerprinting. *Phytopathology* 88: 1283–1293. doi: 10.1094/PHYTO.1998.88.12.1283 PMID: 18944830 14. En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.1998.88.12.1283>.
- Bentley, S., Pegg, K., y Dale, J. L. (1995). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* analysed by RAPD-PCR fingerprinting. *Mycological Research* 99(11):1378–1384. Abstract. En línea: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0953756209812252>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- BID. (2013). Diagnóstico sobre el desempeño de los puertos y estudio de conectividad portuaria en Belice, Centroamérica y la República Dominicana. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. Nota técnica # (IDB-TN-512). En línea: <file:///D:/DESCARGAS/Diagn%C3%B3stico-sobre-el-desempe%C3%B1o-de-los-puertos-y-estudio-de-conectividad-portuaria-en-Belice-Centroam%C3%A9rica-y-la-Rep%C3%BAblica-Dominicana.pdf>
- Biosecurity New Zealand. (2019). Report a pest or disease that’s new to New Zealand. Why we need you to report any new pests and diseases. En línea: <https://www.mpi.govt.nz/protection-and-response/finding-and-reporting-pests-and-diseases/report-a-pest-or-disease/>.
- Biosecurity of Queensland (2016). Panama Disease Tropical Race 4: Biosecurity Standards and Guidelines. Queensland: Department of Agriculture and Fisheries. Available online at: <http://abgc.org.au/wp-content/uploads/2015/03/Biosecurity-standards-and-guidelines.pdf>.
- Bonanomi, G., Antignani, V., Capodilupo, M., y Scala, F. (2010). Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. *Soil Biol. Biochem.* 42, 136–144. doi: 10.1016/j.soilbio.2009.10.012.
- Bonilla-Vazquez, V. A. (2017). Elaboración de un fertilizante orgánico líquido mediante el uso de cáscaras de plátano, para la rehabilitación de una parcela comunitaria. 5° Congreso Juvenil de Ciencia y Tecnología del mar en la Educación Media Superior. 10 pp. En línea: <http://168.255.153.152/XXIV%20congreso/paginas/Congreso%20Juvenil/Recursos%20y%20Medio%20Ambiente/CET-RMA-34.pdf>.

- Booth, C. (1971). The Genus *Fusarium*. Surrey, UK. CMI. 58 p. CAB Abstracts Books. En línea: <http://www.cabdirect.org/abstracts/19721603830.html;-jsessionid=3FBD4ECC5DD4D8B2B43F041245CEC468>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Borges, A.A., Borges-Perez, A., y Fernandez-Falcon, M. (2003). Effect of menadione sodium bisulfite, an inducer of plant defenses, on the dynamic of banana phytoalexin accumulation during pathogenesis. *J. Agric. Food Chem.* 51, 5326–5328. doi: 10.1021/jf0300689.
- Borges, A.A., Borges-Pérez, A., y Fernandez-Fálcon, M. (2004). Induced resistance to Fusarial wilt of banana by menadione sodium bisulphite treatments. *Crop Protec.* 12, 1245–1247. doi: 10.1016/j.cropro.2004.05.010.
- Borges-Pérez, A., Fernández Falcón, M., Bravo Rodrigues, J.J., Pérez-Francés, J.F., y López-Carreño, I. (1991). Enhanced resistance of banana plants (Dwarf Cavendish) to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* by controlled Zn nutrition under field conditions. *Banan. Newsl.* 14, 24–26.
- Borges-Pérez, A., Trujillo, J.C.I., Gutiérrez-Jerez, F., y Angulo-Rodríguez, D. (1983). Estudio sobre el Mal de Panamá en las Islas Canarias: II-Influencia de los desequilibrios nutritivos P-Zn y K-Mg del suelo, en la alteración de los mecanismos de resistencia de la platanera (Cavendish enana) al Mal de Panamá. *Fruits* 38, 755–758.
- Breš W. y Politycka, B. (2016). Contamination of Soils and Substrates in Horticulture. INTECH. DOI: 10.5772/64567. En línea: <https://www.intechopen.com/books/soil-contamination-current-consequences-and-further-solutions/contamination-of-soils-and-substrates-in-horticulture>.
- Buddenhagen, I. (2009). Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and history of introduction of “Tropical Race 4” to better manage banana production. *Acta Hort.* 828, 193–204. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.828.19.
- CAB International. (2018). Crop Protection Compendium, 2011 Edition. Wallingford, UK: CAB International. En línea: <http://www.cabicompendium.org/cpc>. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018.
- Caballero, Á., y Lengomín, M.E. (1998). Causas más frecuentes de problemas sanitarios en alimentos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 12(1), 20-23.
- Caffall, K.H., y Mohnen, D. (2009). The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. *Carbohydr. Res.* 344, 1879–1900. doi: 10.1016/j.carres.2009.05.021.
- Cal, A.D., Pascual, S., y Melgarejo, P. (1997). Infectivity of chlamydospores vs microconidia of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* on tomato. *J. Phytopathol.* 145, 231–233. doi: 10.1111/j.1439-0434.1997.tb00391.x.

- CALS. (2018). Produce Safety Alliance. College of Agriculture and Life Sciences. Cornell. Food Safety Modernization Act (FSMA). En línea: https://producesafetyalliance.cornell.edu/sites/producesafetyalliance.cornell.edu/files/shared/documents/Tab-12-FSMA-V1_1.pdf.
- Canto, B. B y Castillo, G.M. (2011). Un mil usos: el plátano. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana*. XXIV(1). En línea: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num1/articulos/platano/>.
- Cantu, D., Vicente, A.R., Labavitch, J.M., Bennett, A. B., y Powell, A.L. (2008). Strangers in the matrix: plant cell walls and pathogen susceptibility. *Trends Plant Sci.* 13, 610–617. doi: 10.1016/j.tplants.2008.09.002.
- Cao, L., Qiu, Z., Dai, X., Tan, T., Lin, Y., y Zhou, S. (2003). Isolation of endophytic actinomycetes from roots and leaves of banana (*Musa acuminata*) plants and their activities against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 20: 501–504. En línea: <http://www.paper.edu.cn/scholar/showpdf/OUT2kNwINTD0QxeQh>.
- CCE. (2000). Libro blanco sobre la inocuidad alimentaria. Bruselas, 12.1.2000 COM(1999) 719 final. En línea: http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/libro_blanco.pdf.
- Centa. (2010). Guía técnica del cultivo del plátano. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Enrique Álvarez Córdova. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa MAG-Centa-Frutales. 20 pp. En línea: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PLATANO%202011.pdf>.
- CEPA. (2018). Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. En línea: <http://www.cepa.gob.sv/tag/aeropuerto-internacional-de-el-salvador>.
- iso. (2014). D-95-26: Phytosanitary requirements for soil and soil-related matter, and for items contaminated with soil and soil-related matter. Canadian Food Inspection Agency (iso). Canadian Government. En línea: <http://www.inspection.gc.ca/plants/plant-pests-invasive-species/directives/imports/d-95-26/eng/1322520617862/1322525397975>.
- iso. (2018). PI-016: Procedure for inspecting regulated articles for freedom from soil, plants, plant parts and related matter. Canadian Food Inspection Agency (iso). Canadian Government. En línea: <http://www.inspection.gc.ca/plants/potatoes/guidance-documents/pi-016/eng/1328511006681/1328656197959>.
- CGIAR. (2013). New banana disease to Africa found in Mozambique. Research Program on roots, tubers and bananas. CGIAR Research Program on Roots, Tubers and Bananas (). En línea: <http://www.rtb.cgiar.org/blog/2013/12/13/new-banana-disease-to-africa-found-in-mozambique/>. Fecha de consulta: 13 de octubre de 2018.

- Cha, J.Y., Han, S., Hong, H.J., Cho, H., Kim, D., Kwon, Y., *et al.* (2016). Microbial and biochemical basis of a *Fusarium* wilt-suppressive soil. *Isme J.* 10, 119–129. doi: 10.1038/ismej.2015.95.
- Chandler, W.H., y De la Loma. (1962). *Frutales de hoja perenne*. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. 1ª Edición en español. México. 666 pp.
- Charles, J.S.K. (1995). Effect of intercropping antagonistic crops against nematodes in banana. *Ann. Plant Prot. Sci.* 3, 185–187.
- ChartsBin. (2016). Banana Production. En línea: <http://chartsbin.com/view/32712>.
- Chaves, N., Staver, C., y Dita, M. (2014). “Interaction of *Radopholus similis* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in banana,” in Abstract retrieved from 29th International Horticultural Congress (Brisbane).
- Cheesman, E.E. (1947). Classification of the bananas. I. The genus *Ensete* Horan y the genus *Musa* L. *Kew Bulletin* 2:97-117. En línea: <http://www.promusa.org/Nomenclature+of+cultivated+bananas>.
- Cheesman, E.E. (1948). Classification of the bananas. III. Critical notes on species: *M. paradisiaca* L. y *M. sapientum* L. *Kew Bulletin* 2:145-157. En línea: <http://www.promusa.org/Nomenclature+of+cultivated+bananas>.
- Chittarath, K., Mostert, D., Crew, K.S., Viljoen, A., Kong, G., Molina, A.B. y Thomas, J.E. (2017). First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 (vCG 01213/16) associated with Cavendish bananas in Laos. *Plant Disease*. Disease notes. En línea: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/pdis-08-17-1197-pdn>. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2018.
- CIA. (2018). Cancun International Airport. En línea: <https://es.cancun-airport.net/>.
- Cianchetta, A.N., y Davis, R.M. (2015). *Fusarium* wilt of cotton: Management strategies. *Crop Prot.* 73, 40–44. doi: 10.1016/j.cropro.2015.01.014.
- CIPF. (1996). International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 8 Determination of pest status in an area (1998). International Plant Protection Convention (IPPC). En línea: http://www.ippc.int/file_uploaded/1323945129_ISPM_08_1998_En_2011-11-29_Refor.pdf. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- CIPF. (1997). Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Nuevo texto revisado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publications/es/2013/06/03/1034340753484_spippc_201304232117es.pdf.
- CIPF. (2011). Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Lista de Plagas Reglamentadas. México. En línea: [https://www.ippc.int/index.php?id=1110879&tx_legislation_pi1\[showUid\]=217254&frompage=&type=legislation&subtype=&L=1#item](https://www.ippc.int/index.php?id=1110879&tx_legislation_pi1[showUid]=217254&frompage=&type=legislation&subtype=&L=1#item). Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.

- CIPF. (2015). Listado de plagas reglamentadas de Guatemala. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/reportingobligation/2016/03/29/AM_491-2015_LISTADO_PLAGAS_REGLAMENTADAS_AUSENTES_Y_BAJO_CONTROL_OFICIAL.pdf. Fecha de consulta: 10 de agosto, 2018.
- CIPF. (2016^a). Lista de plagas reglamentadas de Nicaragua 2016. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. En línea: <https://www.ippc.int/en/countries/nicaragua/reportingobligation/2016/03/lista-de-plagas-reglamentadas-nicaragua-2016/>. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018.
- CIPF. (2018^a). Lista de plagas reglamentadas de México. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). En línea: <https://www.ippc.int/en/countries/mexico/reportingobligation/2018/05/lista-de-plagas-reglamentadas-de-mexico-1/>. Fecha de consulta: 12 de mayo, 2018.
- CIPF. (2018b). Lista de plagas reglamentadas de Costa Rica. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/reportingobligation/2018/04/27/Lista_de_plagas_reglamentadas.pdf. Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2018.
- CIPF. (2018c). Lista de plagas reguladas de Panamá. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/reportingobligation/2018/05/31/Pests_List_ver_3.pdf. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018.
- CIPF. 2016b. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 5 Glossary of phytosanitary terms (2012). En línea: [http://www.ippc.int/file_uploaded/1336736415_ISPM_05_En_2012-05-07\(CPM-7\).pdf](http://www.ippc.int/file_uploaded/1336736415_ISPM_05_En_2012-05-07(CPM-7).pdf). Fecha de consulta: 12 de mayo de 2018.
- CMIEC. (2009). Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50:08 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana. En línea: <https://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/RTCACriteriosMicrobiologicos.pdf>.
- Codex Alimentarius*. (2004). *General guidelines on sampling*. CAC/GL 50-2004. Comisión del Codex Alimentarius Food and Agriculture Organization.
- COFUPRO. (2004). Comportamiento y producción de plátanos híbridos tolerantes a la sigatoka negra en Nayarit. Vázquez, V. V., Pérez, B. H. (Eds). Folleto técnico. Marzo 2004. Fundaciones Produce y su Coordinadora Nacional. En línea: <https://www.mexicampo.com.mx/tag/cofupro/>.
- Comisión Guatemalteca de Normas. (1999). Agua potable NGO 29001:99. Guatemala. En línea: <http://www.ada2.org/sala-prensa/publicaciones/docview/28-coguanor-29001-99>.
- Comisión Guatemalteca de Normas. (2013). Agua Potable NGO 29 001. Guatemala. En línea: <http://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/04-COGUANOR-NTG-29-001-1a-Revision.pdf>.

- Commonwealth of Australia (2004). Importation of Fresh Bananas from the Philippines: Revised draft IRA Report. Canberra, ACT: Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. Available online at: http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/ba/plant/ungroupedddocs/ban_add.pdf.
- Condé, B.D., y Itkethley, R.N. (2001). “The discovery, identification and management of banana *Fusarium* wilt outbreaks in the Northern Territory of Australia” in Banana *Fusarium* wilt Management: Towards Sustainable Cultivation, eds N.H.A. B. Molina, N. Masdek, and K.W. Liew (Los Baños; Laguna: INIBAP), 260–265.
- Condé, B., y Pitkethley, R. (1999). “Discovery, identification and management of banana *fusarium* wilt outbreaks in the Northern Territory of Australia,” in Proceedings of the International Workshop on the Banana *Fusarium* Wilt Disease, eds A. Molina, N. Nik Masdek, y K. Liew (Montpellier: INIBAP), 260–265.
- Corbana. (2011). Implementación de buenas prácticas agrícolas para reducir el escurrimiento de plaguicidas en el cultivo del banano de la Región Caribe Costarricense. Corporación Bananera Nacional. 64 pp. En línea: <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-Corbana/Estudio%20de%20caso%20Corbana.pdf>.
- Corbana. (2019). La industria bananera en Costa Rica. Corporación Bananera Nacional. En línea: <http://www.corbana.co.cr/banano-de-costa-rica/#industria>.
- Corwin, J.A., y Kliebenstein, D.J. (2017). Quantitative resistance: more than just perception of a pathogen. *Plant Cell* 29, 655–665. doi: 10.1105/tpc.16.00915.
- Cosas del jardín. (2015). 5 fertilizantes con cáscara de plátano - Más Frutos! Potosio. En línea: <http://cosasdeljardin-blog.blogspot.com/2015/09/5-fertilizantes-con-cascara-de-platano.html>.
- Couteaudier, Y., y Alabouvette, C. (1990). Survival and inoculum potential of conidia and chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f. sp. lini in soil. *Can. J. Microbiol.* 36, 551–556. doi: 10.1139/m90-096.
- Covacevich, F., Castellaria, C.C., y Echeverría, H.E. (2014). Physical and chemical methods for eliminating propagules of indigenous mycorrhizal fungi from soil samples. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(3):231–236. [https://doi.org/10.1016/S0325-7541\(14\)70077-X](https://doi.org/10.1016/S0325-7541(14)70077-X). En línea: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S032575411470077X>.
- Czislowski, E., Fraser-Smith, S., Zander, M., O’Neill, W.T., Meldrum, R.A., Tran-Nguyen, L.T.T., *et al.* (2017). Investigation of the diversity of effector genes in the banana pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, reveals evidence of horizontal gene transfer. *Mol. Plant Pathol.* 19, 1155–1171. doi: 10.1111/mpp.12594.

- DA. (2014). Screening of International Mail. Australian Customs and Border Protection Service. Department of Agriculture. En línea: https://www.anao.gov.au/sites/default/files/AuditReport_2013-2014_42.pdf.
- DA. (2018a). Panama disease Tropical Race 4. Department of Agriculture. Australian Government. En línea: <http://www.agriculture.gov.au/pests-diseases-weeds/plant/panama-disease-tropical-race-4>.
- DA. (2018b). Importing live animals and reproductive material. Department of Agriculture. Australian Government. En línea: <http://www.agriculture.gov.au/import/goods/live-animals>.
- Damoran, T., Mishra, V.K., Jha, S.K., Gopal, R., Rajan, S., y Ahmed, I. (2018). First Report of *Fusarium* wilt in banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 in India. Plant Disease “First Look” paper. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1263-PDN> posted 11/27/2018. En línea: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-07-18-1263-PDN>. Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2018.
- Daniells, J.W. (2011). Combating banana wilts - What do resistant cultivars have to offer? *Acta Hort.* 897, 403–411. doi: 10.17660/ActaHortic.2011.897.56
- Deltour, P., França, S.C., Heyman, L., Pereira, O.L., and Höfte, M. (2018). Comparative analysis of pathogenic and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* populations associated with banana on a farm in Minas Gerais, Brazil. *Plant Pathol.* 67, 707–718. doi: 10.1111/ppa.12757
- Davis, R., Moore, N.Y., Bentley, S., Gunua, T.H., y Rahamma, S. (2000). Further records of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* from New Guinea. *Australian Plant Pathology* 29: 224. Abstract. En línea: <http://link.springer.com/article/10.1071/AP00041> Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2018.
- DAWR. (2017a). 25-2017. Soil and water import conditions update. Department of Agriculture and Water Resources. Australian Government. En línea: <http://www.agriculture.gov.au/import/industry-advice/2017/25-2017>.
- DAWR. (2017b). Soils. Department of Agriculture and Water Resources. Australian Government. En línea: <http://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/natural-resources/soils>.
- DAWR. (2018). Panama disease Tropical Race 4. Department of Agriculture and Water Resources. Australian Government. En línea: <http://www.agriculture.gov.au/pests-diseases-weeds/plant/panama-disease-tropical-race-4>.
- DAWR. (2019). Check cargo, containers and vessels for pest. Department of Agriculture and Water Resources. Australian Government. En línea: <http://www.agriculture.gov.au/import/arrival/pests>.
- De Ascensao, A.R.D.C.F., y Dubery, I.A. (2000). Panama Disease: cell wall reinforcement in banana roots in response to elicitors from *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race four. *Phytopathology*, 90: 1173-1180. En línea:

<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PHYTO.2000.90.10.1173>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.

- DeGuate. (2012). Producción y exportación de banano en Guatemala. En línea: <http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-y-exportacion-de-banano-en-guatemala.shtml#.WJTOEFPHC71>. Fecha de consulta: noviembre de 2016.
- DeGuate. (2014). Producción de plátano en Guatemala. En línea: http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-platano-en-guatemala.shtml#.WNf-sWg1_IV. Fecha de consulta: enero de 2017.
- Deltour, P., França, S.C., Pereira, O.L., Cardoso, I., De Neve, S., Debode, J., *et al.* (2017). Disease suppressiveness to *Fusarium* wilt of banana in an agroforestry system: influence of soil characteristics and plant community. *Agric. Ecosyst. Environ.* 239, 173–181. doi: 10.1016/j.agee. 2017. 01.018.
- DGAC. (2018). Estadísticas. Dirección General de Aeronáutica Civil de Guatemala. En línea: <http://www.dgac.gob.gt/index.php/descargas/estadistica>.
- D'Hont, A., Denoeud, F., Aury, J.M., Baurens, F.C., Carreel, F. (2012). The banana (*Musa acuminata*) genome and the evolution of monocotyledonous plants. *Nature* 488: 213–217. doi: 10.1038/nature11241 PMID: 22801500.
- Dinesh, B.M., Ravichandra, N.G., Reddy, B.M.R., y Somasekhara, Y.M. (2014). Interactions between *Radopholus similis* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* causing wilt Complex on Banana. *Int. J. Adv. Res.* 2, 976–985.
- Dita, M. (2016). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4. Simulacro epidemiológico ante la detección de (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical). Senasica-Sagarpa. Cihuatlán, Jalisco, México del 6 al 9 de septiembre de 2016. Ponencia.
- Dita, M.A., Waalwijk, C., Buddenhagen, I.W., Souza, J.T., y Kema, G.H.J. (2010). A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana *Fusarium* wilt pathogen. *Plant Pathol.* 59, 348–357. doi: 10.1111/j.1365-3059. 2009.02221.x.
- Dita, M.A., Waalwijk, C., Mutua, P., Daly, A., Chang, P.F.L. Corcolon, B.M., Paiva, L., Souza, M., and G.H.J. Kema, G.H.J. (2013b). Detecting *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 in soil and symptomless banana tissues. *Acta horticulturae*. 127-129.
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E.S.G., y Staver, C.P. (2018). *Fusarium* Wilt of Banana: Current Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management. *Frontiers in Plant Science*. 9, Article 1468. En línea: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01468/full>. Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2018.

- Dita, M., Echegoyén Ramos, P.E., y Pérez-Vicente, L.F. (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. San Salvador: OIRSA.
- Dita, M., Molina, A. y Karamura, E. (2013^a). Recomendaciones para prevenir la entrada de enfermedades cuarentenarias de alta importancia económica para banano y piña. En línea: http://banana-networks.org/musalac/files/2013/06/RECOMENDACIONES_para_viajeros_09062011_Espanhol.pdf. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Dita, M., Waalwijk, C., Buddenhagen, I.W., Souza Jr., M.T. y Kema, G.H.J. (2010). A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana *Fusarium* wilt pathogen. *Plant Pathology* 59:348-357.
- Djigal, D., Chabrier, C., Duyck, P.-F., Achard, R., Quénéhervé, P., y Tixier, P. (2012). Cover crops alter the soil nematode food web in banana agroecosystems. *Soil Biol. Biochem.* 48, 142–150. doi: 10.1016/j.soilbio.2012.01.026.
- Dobbs, C.G. 1942. On the Primary Dispersal and Isolation of Fungal Spores. *The New Phytologist* 41(1): 63-69. En línea: https://www.jstor.org/stable/2428992?seq=1#page_scan_tab_contents.
- Dodeman, V.L., Ducreux, G., y Kreis, M. (1997). Zygotic embryogenesis versus somatic embryogenesis. *Journal of Experimental Botany*. 48(313):1493–1509.
- DOF. (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-010-FITO-1995, por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 7p. En línea: <http://www.senasica.gob.mx/?-doc=607>. Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018.
- Domínguez, J., Negrín, M.A., Rodríguez, C.M., Domínguez, J., Negrín, M., y Rodríguez, C., *et al.* (2001). Aggregate water-stability, particle-size and soil solution properties in conducive and suppressive soils to *Fusarium* wilt of banana from Canary Islands (Spain). *Soil Biol. Biochem.* 33, 449–455. doi: 10.1016/S0038-0717(00)00184-X.
- Dong, X., Wang, M., Ling, N., Shen, Q., y Guo, S. (2016). Potential role of photosynthesis-related factors in banana metabolism and defense against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Environ. Exp. Bot.* 129, 4–12. doi: 10.1016/j.envexpbot.2016.01.005.
- Doran, J.W., Sarrantonio, M., y Leibig, M. (1996). “Soil health and sustainability” in *Advances in Agronomy*, ed D.L. Sparks (San Diego, CA: Academic Press), 1–54.
- Dreamstime. (2018). Artesanía de hoja de plátano. En línea: <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-artesan%C3%ADa-de-la-hoja-del-pl%C3%A1tano-image57667443>.

- Duyck, P.-F., Lavigne, A., Vinatier, F., Achard, R., Okolle, J.N., y Tixier, P. (2011). Addition of a new resource in agroecosystems: do cover crops alter the trophic positions of generalist predators? *Basic Appl. Ecol.* 12, 47–55. doi: 10.1016/j.baec.2010.11.009.
- EAAI. (2018a). Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino. Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales. En línea: <https://www.eaai.com.ni/es/aerolineas-internacionales>.
- EAAI. (2018b). Estadísticas. Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales. Nicaragua. En línea: <https://www.eaai.com.ni/es/estadisticas>.
- EPA. (2018). Contaminates Soil. United States Enviromental Protection Agency. Regulatory Content. En línea. <https://search.epa.gov/epasearch/?querytext=&areaname=&areacontacts=&areasearchurl=&typeofsearch=epa&resulttemplate=2col.ftl#/>.
- EPPO. (2012). European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO-PQR). Data sheets on quarantine pests: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. En línea: <http://www.eppo.int>. Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2018.
- EPPO. (2018). Incursion and eradication of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 from Israel. EPPO Reporting Service no. 05 - 2018 Num. article: 2018/106. En línea: <https://gd.eppo.int/reporting/article-6300>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- EPPO. (2019). Update on the situation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in Israel. EPPO Reporting Service no. 03 – 2019 Num. article: 2019/059 EPPO Global Database. En línea: <https://gd.eppo.int/reporting/article-6489>. Fecha de consulta: marzo 2019.
- Fan, H., Dong, H., Xu, C., Liu, J., Hu, B., Ye, J., *et al.* (2017). Pectin methylesterases contribute the pathogenic differences between races 1 and 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Sci. Rep.* 7:13140. doi: 10.1038/s41598-017-13625-4.
- FAO. (1996). El Banano. Fig. 99. Planta de banano con sus frutos y retoños. (Según Champion J., “Le Bananier”. Maison Neuve et Larose, Paris). En línea: <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s08.htm>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- FAO. (2000). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (plátano: *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*); Proyecto TCP/PER/6713 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En línea: <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>.
- FAO. (2013). Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas. Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Adoptado en 2003. Revisado en 2010 (nuevo Anexo III sobre las hortalizas de hoja verde frescas), 2012 (nuevo Anexo IV sobre los melones), 2013 (nuevo

Anexo IV sobre bayas). En línea: www.fao.org/input/download/standards/10200/CXP_053s_2013.pdf.

- FAO. (2017a). Panama disease tropical race 4, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4. Report number: AUS-84/1. <https://www.ippc.int/en/countries/australia/pestreports/2017/07/panama-disease-tropical-race-4-fusarium-oxysporum-f-sp-cubense-tropical-race-4/>.
- FAO. (2017b). Banana market review. 2015-2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 14 pp. En línea: <http://www.fao.org/3/a-i7410e.pdf>.
- FAO. (2018). Portal de suelos de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. En línea: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>.
- FAO. (2018). WG01 | Sustainable Production Systems and Environmental Impact. World Banana Forum. En línea: <http://www.fao.org/world-banana-forum/about-the-forum/en/>.
- FAO. (2019). Hacia un comercio internacional de plantas y semillas más seguro. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En línea: <http://www.fao.org/news/story/es/item/880886/icode/>.
- FAOSTAT. (2017). Bananamarket review: Preliminary results for 2017. Rome: Food and Agriculture Organizations of United Nations. Available online at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/comm_markets_monitoring/Bananas/Documents/Banana_Market_Review_December_2017_update.pdf.
- FDA. (2017). How the Federal Government Regulates Biotech Plants. U.S. Food and Drug Administration En línea: https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/sa_regulations/ct_agency_framework_roles.
- Felcy-Navajothy, A., Narayanaswamy, R., Ponniah, D., and Irudayaraj, V. (2012). Physicochemical analysis of soil in relation to Panama disease (*Fusarium wilt*) in banana. *IJP* 5, 15–24.
- FHA. (2009). Guía para la multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHA). Coto, J., Bardales, M. T., Tejada, R. A., Rivera, J. M. (Eds). Centro de Comunicación Agrícola. Honduras. 10 pp.
- Flores-Gorosquera, E., García-Suárez, F.J., Flores-Huicochea, E., Núñez-Santiago, M.C., González-Soto, R.A., y Bello-Pérez, L.A. (2004). Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*). Estudio en planta piloto. *Acta Científica Venezolana*, 55: 86-90. En línea: https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Garcia-Suarez/publication/28095151_Rendimiento_del_proceso_de_extraccion_de_almidon_de_frutos_de_platano_Musa_paradisiaca_L_Estudio_en_planta_piloto/links/560dab9308aeed9d13753c29/Rendimiento-del-proce-

[so-de-extraccion-de-almidon-de-frutos-de-platano-Musa-paradisiaca-L-Estudio-en-planta-piloto.pdf](#).

- Fongod, A., Focho, D., Mih, A., Fonge, B. y Lang, P. (2010). Weed management in banana production: the use of *Nelsonia canescens* (Lam.) Spreng as a nonleguminous cover crop. *Af. J. Environ. Sci. Technol.* 4, 167–173. doi: 10.5897/AJEST09.154
- Forsyth, L.M., Smith, L.J., y Aitken, E.A. (2006). Identification and characterization of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* capable of increasing and decreasing *Fusarium* wilt severity. *Mycol. Res.* 110, 929–935. doi: 10.1016/j.mycres.2006.03.008.
- Fortescue, J.A. y Tuner, D.W. (2004). Pollen fertility in *Musa*: viability in cultivars grown in Southern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55, 1085–1091. Abstract. En línea: <https://www.publish.csiro.au/cp/AR04078>.
- Fortunato, A.A., Rodrigues, F. Á., y do Nascimento, K.J. (2012b). Physiological and biochemical aspects of the resistance of banana plants to *Fusarium* wilt potentiated by silicon. *Phytopathology* 102, 957–966. doi: 10.1094/PHYTO-02-12-0037-R.
- Fortunato, A.A., Rodrigues, F. Á., Baroni, J.C.P., Soares, G.C. B., Rodriguez, M.A.D., y Pereira, O.L. (2012a). Silicon suppresses *Fusarium* wilt development in banana plants. *J. Phytopathol.* 160, 674–679. doi: 10.1111/jph.12005.
- Fourie, G., Steenkamp, E.T., Gordon, T.R., Viljoen, A. (2009). Evolutionary relationships among the *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* vegetative compatibility groups. *Appl Environ Microbiol* 75: 4770–4781. doi: 10.1128/AEM.00370-09 PMID: 19482953. En línea: <http://aem.asm.org/content/75/14/4770.full.pdf+html>.
- Fourie, G., Steenkamp, E.T., Ploetz, R.C., Gordon, T.R., y Viljoen, A. (2011). Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum* formae specialis *cubense* within the *Fusarium oxysporum* complex. *Infect. Genet. Evol.* 11, 533–542. doi: 10.1016/j.meegid.2011.01.012.
- Fourie, G., Steenkamp, E.T., Gordon, T.R., Viljoen, A. (2009). Evolutionary relationships among the *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* vegetative compatibility groups. *Appl Environ Microbiol* 75: 4770–4781.
- Fravel, D., Olivain, C., y Alabouvette, C. (2003). *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New Phytol.* 157, 493–502. doi: 10.1046/j.1469-8137.2003.00700.x.
- Fu, L., Penton, C.R., Ruan, Y., Shen, Z., Xue, C., y Li, R. (2017). Inducing the rhizosphere microbiome by biofertilizer application to suppress banana *Fusarium* wilt disease. *Soil Biol. Biochem.* 104, 39–48. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.10.008.

- Fu, L., Ruan, Y., Tao, C., Li, R., y Shen, Q. (2016). Continuous application of bioorganic fertilizer induced resilient culturable bacteria community associated with banana *Fusarium* wilt suppression. *Sci. Rep.* 6:27731. doi: 10.1038/srep27731.
- Furtado, E.L., Bueno, C.J., Luiz De Oliveira, A., Otávio, J., Menten, M., y Malavolta, E. (2009). Relações entre ocorrência do Mal-de-Panama em banana da cv. Nanicão e nutrientes no solo e nas folhas. *Trop. Plant Pathol.* 34, 211–215. doi: 10.1590/S1982-56762009000400002.
- Futurcorp. (2018). Puré de banano. Exportan Pure de banano. Futurcorp empresa Ecuatoriana. En línea: <http://elorito.com/2018/04/05/exportan-pure-de-banano/>.
- Garber, R.H., Jorgenson, E.C., Smith, S., y Hyer, A.H. (1979). Interaction of Population Levels of *Fusarium oxysporum* f. sp. vasinfectum and Meloidogyne incognita on Cotton. *J. Nematol.* 11, 133–137.
- Garcia, F.A., Ordonez, N., Konkol, J., AlQasem, M., Naser, Z., Abdelwali, M., Salem, N.M., Waalwijk, C., Ploetz, R.C., y Kema, G. (2015). First Report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 associated with Panama Disease of banana outside Southeast Asia. *Plant Disease* 98(5):694. Abstract. En línea: <http://www.musalit.org/seeMore.php?id=14888>. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2018.
- García-Bastidas, F., Ordóñez, N., Konkol, J., Al-Qasim, M., Naser, Z., Abdelwali, M., et al. (2014). First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 associated with Panama disease of banana outside Southeast Asia. *Plant Dis. Notes.* 98:694. doi: 10.1094/PDIS-09-13-0954-PDN.
- Gardeningexpress. (2018). *Musa lasiocarpa*. Hardy Flowering Chinese Banana. Musella. En línea: <https://www.gardeningexpress.co.uk/musa-lasiocarpa-hardy-flowering-chinese-banana>.
- Ghag, S. B., Shekhawat, U.K.S., y Ganapathi, T.R. (2015). *Fusarium* wilt of banana: biology, epidemiology and management. *Int. J. Pest Manag.* 61, 250–263. doi: 10.1080/09670874.2015.1043972.
- Gillespie, D.R., y Menzies, J.G. (1993). Fungus gnats vector *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Ann. Appl. Biol.* 123, 539–544. doi: 10.1111/j.1744-7348.1993.tb04926.x.
- Girón, B., Cano, F., Monney, L., Méndez, A., y Espinoza, H. (2019). Determinación de la presencia de *E. coli* en la cáscara y parte comestible del banano y evaluación de su crecimiento durante el proceso de postcosecha y almacenamiento a temperatura controlada. *Revista Científica*. En prensa. Cortesía de Asociación Independiente de Productores de Banano. Guatemala. 14p.
- Golan, J.J., y Pringle, A. (2017). Long-distance dispersal of fungi. *Microbiol Spectrum* 5(4): FUNK-0047-2016. doi:10.1128/microbiolspec.FUNK-0047-

2016. En línea: https://pringlelab.botany.wisc.edu/documents/golan_Long-Distance%20Dispersal%20of%20Fungi.pdf.
- Gold, C.S., Pena, J.E., y Karamura, E. B. (2001). Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus*. *Integr. Pest Manag. Rev.* 6, 79–155. doi: 10.1023/A:1023330900707.
- Gómez-Caicedo, L.E., Echeverry, E., y González, R. (2011). *Infomusa*. 10(1): 17-21. En línea: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa_La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%C3%A1tanos_959.pdf.
- Gowen, S., Israeli, Y., Lahav, E., Reuveni, O. (1995). *In vitro* culture of bananas. Bananas and Plantains: Springer Netherlands. pp. 147–178.
- Grapin, A., Ortiz, J.L., Domergue, R., Babeau, J., Monmarson, S., Escalant, J., V., Teisson, C., Côte, F. (1998). Establishment of embryogenic callus and initiation and regeneration of embryogenic cell suspensions from female and male immature flowers of *Musa*. *Infomusa* 7(1):13-15.
- Greenss Shop Company. (2018). En línea: http://thegreensshop.com/tienda/index.php?id_product=531&controller=product&id_lang=3.
- Grimbeek, E.J., Viljoen, A., y Bentley, S. (2001). First occurrence of Panama disease in two banana-growing areas of South Africa. *Plant Disease* 85: 1211. Disease Notes. En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.2001.85.11.1211B> Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Gullino, M.L., Daughtrey, M.L., Garibaldi, A., y Elmer, W.H. (2015). *Fusarium* wilts of ornamental crops and their management. *Crop Prot.* 73, 50–59. doi: 10.1016/j.cropro.2015.01.003.
- Guo, L., Han, L., Yang, L., Zeng, H., Fan, D., Zhu, Y., *et al.* (2014). Genome and transcriptome analysis of the fungal pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* causing banana vascular wilt disease. *PLoS ONE* 9:e95543. doi: 10.1371/journal.pone.0095543.
- Guo, L., Yang, L., Liang, C., Wang, G., Dai, Q., y Huang, J. (2015). Differential colonization patterns of bananas (*Musa* spp.) by physiological race 1 and race 4 isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *J. Phytopathol.* 163, 807–817. doi: 10.1111/jph.12378.
- Guzmán, M., Pérez-Vicente, L., y Orozco-Santos, M. (2013). Las enfermedades de las manchas de las hojas del banano: dispersión, impacto y evolución de las estrategias de manejo en América Latina y el Caribe. ResearchGate. xx Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos) 9 a 13 de setembro de 2013 – Fortaleza, CE. En línea: https://www.researchgate.net/publication/263199254_Las_enfermedades_de_las_manchas_de_las_hojas_del_banano_dispersión_impacto_y_evolución_de_las_estrategias_de_manejo_en_America_Latina_y_el_Caribe.

- Hadar, Y., y Papadopoulou, K.K. (2012). Suppressive composts: Microbial ecology links between abiotic environments and healthy plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 50, 133–153. doi: 10.1146/annurev-phyto-081211-172914.
- Haddad, F., Rocha, L.S., Soares, A.C.F., Martins, I.P.S., Teixeira, L.A.J., Staver, C., *et al.* (2018). Management of *Fusarium* wilt of bananas in Minas Gerais, Brazil. *Acta Hort.* 1196, 137–146. doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1196.16.
- Hecht-Buchholz, C., Borges-Pérez, A., Fernández Falcón, M., y Borges, A.A. (1998). Influence of zinc nutrition on *Fusarium* wilt of banana - An electron microscopic investigation. *Acta Hort.* 490, 277–284. doi: 10.17660/ActaHortic.1998.490.27.
- Hennessy, C., Walduck, G., Daly, A., y Padovan, A. (2005). Weed hosts of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in northern Australia. *Austral. Plant Pathol.* 34, 115–117. doi: 10.1071/AP04091.
- Hennessy, C., Walduck, G., Daly, A., y Padovan, A. (2005). Weed hosts of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in northern Australia. *Australasian Plant Pathology* 34: 115-117. Abstract. En línea: <http://link.springer.com/article/10.1071/AP04091>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Hermanto, C., Sutanto, A., Edison, H., Daniells, J., Sinohin, V., Molina, A. B., y Taylor, P. (2011). Incidence and distribution of *Fusarium* wilt disease of banana in Indonesia. Proceedings of the International ISHS-ProMusa Symposium on Global Perspectives on Asian Challenges held in Guangzhou, China, 14-18 September 2009. Van den Bergh, I., Smith, M. y Swennen, R. (eds). *Acta Horticulturae* 897:313-322.
- Heslop-Harrison, J.S., Schwarzacher, T., 2007. Domestication, genomics and the future for banana. *Ann. Bot.* 100, 1073–1084.
- Himmelstein, J.C., Maul, J.E., y Everts, K.L. (2014). Impact of five cover crop green manures and actinovate on *Fusarium* wilt of watermelon. *Plant Dis.* 98, 965–972. doi: 10.1094/PDIS-06-13-0585-RE.
- Houbin, C., Chunxiang, X., Qirui, F., Guibing, H., Jianguo, L., Zehuai, W. y Molina, A.B. (2005). Screening of banana clones for resistance to fusarium wilt in China. p.165-174 in Proceedings of Proceedings of the 3rd BAPNET Steering Committee Meeting. Molina, A.B., Xu, L.B., Roa, V.N., Van den Bergh, I. and Borromeo, K.H. (eds.) INIBAP-ASPNET, Los Baños, Philippines.
- Huang, B.Z., Xu, L.B. y Molina, A.B. (2005). Preliminary evaluation of imtp-iii varieties and local cultivars against *Fusarium* wilt disease in southern China. Proceedings of the 3rd BAPNET Steering Committee meeting held in Guangzhou 23-26 November 2004. A.B. Molina, V.N. Roa, I. Van den Bergh y K.H. Borromeo (eds). Advancing Banana and Plantain R&D in Asia and the Pacific, Vol. 13:187-191. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.

- Huang, X., Chen, L., Ran, W., Shen, Q., y Yang, X. (2011). *Trichoderma harzianum* strain SQR-T37 and its bio-organic fertilizer could control *Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the myco-parasitism. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 91, 741–755. doi: 10.1007/s00253-011-3259-6.
- Huang, Y.H., Wang, R.C., Li, C.H., Zuo, C.W., Wei, Y.R., Zhang, L., *et al.* (2012). Control of *Fusarium* wilt in banana with Chinese leek. *Eur. J. Plant Pathol.* 134, 87–95. doi: 10.1007/s10658-012-0024-3.
- Huber, D.M., y Watson, R.D. (1974). Nitrogen form and plant disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 12, 139–165. doi: 10.1146/annurev.py.12.090174.001035.
- Hung, T.N., Hung, N.Q., Mostert, D., Viljoen, A., Chao, C.P., y Molina, A.B. (2018). First Report of *Fusarium* Wilt on Cavendish Bananas, Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (vCG 01213/16), in Vietnam. *Plant Disease. Disease notes.* February 2018, 102(2): 448. En línea: <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-17-1140-PDN>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- Hwang, S.C. (1985). Ecology and control of fusarial wilt of banana. *Plant Prot. Bull.* 27, 233–245.
- Hwang, S.C., y Ko, W.H. (2004). Cavendish banana cultivars resistant to *Fusarium* wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Disease* 88: 580–588. En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/pdis.2004.88.6.580>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- Hwang, S.-C., y Ko, W.-H. (2004). Cavendish banana cultivars resistant to *Fusarium* wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Dis.* 88, 580–588. doi: 10.1094/PDIS.2004.88.6.580.
- Hwang, S-C., y Ko, W-H. (2004). Cavendish Banana Cultivars Resistant to *Fusarium* Wilt Acquired through Somaclonal Variation in Taiwan. *Plant Disease* 88(6): 580–588. En línea: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/pdis.2004.88.6.580>.
- IIICA. (2009). *Metodología para construir perfiles de peligro fitosanitario de plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados*. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 96 pp.
- IMA. (2018). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. MycoBank©. International Mycological Association (IMA). En línea: <http://www.mycobank.org/Bio-lomics.aspx?Table=Mycobank&Page=200&ViewMode=Basic>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- IndexBox. (2018). World - Bananas - Market Analysis, Forecast, Size, Trends and Insights. Global Banana Market Overview 2018. En línea: <https://www.indexbox.io/store/world-bananas-market-report-analysis-and-forecast-to-2020/>.

- INIFAP. (2018). El plátano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. En línea: <https://www.gob.mx/inifap>.
- Interairports. (2018). Estadísticas. Aeropuertos de Honduras. En línea: <http://www.interairports.hn/noticia-asq-i-trimestre-2018/>.
- IPSA. (2017). Requisitos fitosanitarios para la importación. Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). Nicaragua. En línea: <http://www.ipsa.gob.ni/inocuidad-alimentaria/Secci%C3%B3n-Frutas-y-Vegetales>.
- Jiménez, J. (2016). El cultivo del banano. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección Regional Brunco. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). Boletín. 2pp. En línea: http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/cultivo_banano_02.pdf.
- Johnson, R. (1984). A critical analysis of durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 22, 309–330. doi: 10.1146/annurev.py.22.090184.001521.
- Jorgenson, E.C., Hyer, A.H., Garber, R.H., y Smith, S.N. (1978). Influence of soil fumigation on the *Fusarium*-root-knot nematode disease complex of cotton in California. *J. Nematol.* 10, 228–231.
- Jones, D.R. (ed.). (2000). Diseases of banana, Abacá and Enset. CABI Publishing, Wallingford, Oxon (GBR). 544p. En línea: <http://www.promusa.org/tiki-index.php?page=Gros+Michel>.
- Jones, D. R., y Stover, R. H. (2000). Fungal diseases of banana fruit: Preharvest diseases. En Jones DR.ed. *Diseases of banana, abaca and enset*. Wallingford, UK, CABI Publishing. p. 173-189.
- Kallarackal, J., Garlick, P.R., & Milburn, J.A. (1986). Characterization of the structural inclusions in the latex of banana (*Musa* sp.). *Canadian Journal of Botany*, 64(11), 2591-2601.
- Kistler, H.C., Alabouvette, C., Baayen, R.P., Bentley, S., Brayford, D., *et al.* (1998) Systematic numbering of vegetative compatibility groups in the plant pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology* 88: 30–32. doi: 10.1094/PHYTO.1998.88.1.30 PMID: 18944995 En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.1998.88.1.30>.
- Klein, E., Katan, J., y Gamliel, A. (2011). Soil suppressiveness to *Fusarium* disease following organic amendments and solarization. *Plant Dis.* 95, 1116–1123. doi: 10.1094/PDIS-01-11-0065.
- Köberl, M., Dita, M., Martinuz, A., Staver, C., y Berg, G. (2017). Members of Gammaproteobacteria as indicator species of healthy banana plants on *Fusarium* wilt- infested fields in Central America. *Sci. Rep.* 7:45318. doi: 10.1038/srep45318.
- Koenig, R., Ploetz, R.C., y Kistler, H.C. (1997). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* consist of a small number of divergent and globally distributed lineages. *Phytopathology* 87: 915-923. Abstract. En línea: <http://apsjournal>

- nals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO.1997.87.9.915. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2018.
- Kreis, M. 1997. Zygotic embryogenesis versus somatic embryogenesis. *Journal of Experimental Botany*. 48(313):1493–1509.
- Kulkarni, V. (2018). India in a race against wilt in Cavendish banana. *Fusarium wilt hits farms in Bihar, UP and seen spreading to M.P., Gujarat*. Business-Line. Bengaluru, April 23. En línea: <https://www.thehindubusinessline.com/economy/agri-business/india-in-a-race-against-wilt-in-cavendish-banana/article23650060.ece>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- La Morena. (2018). Hojas de plátano congeladas: En línea: <https://www.google.com.mx/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjJ79vhqonfAh-VBXqwKHcw0BuoQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fpalamorenacom%2Fproducto%2Fhoja-de-platano%2F&psig=AOvVaw0sNi-InBSts69vIo7i-JZw5&ust=1544121435699737>.
- LaMondia, J.A. (2015). *Fusarium wilt of tobacco*. *Crop Prot.* 73, 73–77. doi: 10.1016/j.cropro.2015.03.003.
- Lang, J., Hu, J., Ran, W., Xu, Y., y Shen, Q. (2012). Control of cotton Verticillium wilt and fungal diversity of rhizosphere soils by bio-organic fertilizer. *Biol. Fertil. Soils* 48, 191–203. doi: 10.1007/s00374-011-0617-6.
- Lara F.D.F. (2009). Aislamientos y pruebas *in vitro* de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) en banano. Tesis Maestría en agricultura ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica. 28 p.
- Larkin, R.P. (2015). Soil health paradigms and implications for disease management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 53, 199–221. doi: 10.1146/annurev-phyto-080614-120357.
- Lee, Y.M., Teo, L., y Ong, K.P. (2001). *Fusarium wilt of Cavendish banana and its control in Malaysia*. In Molina, A.B., Nik Masdek, N.H., Liew, K.W. (eds.) *Banana Fusarium wilt management: towards sustainable cultivation*. Laguna, P.H. INIBAP. p. 252-259. En línea: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?f=2001/PH/PH01010.xml;PH2001101414>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Leep, H. (2012). Spore release and dispersal. Australian Fungi. Australian Government. En línea: <https://www.anbg.gov.au/fungi/dispersal.html>.
- Leslie, J.F. (1990). Genetic exchange within sexual and asexual populations in the genus *Fusarium*. In: Ploetz, R.C. (ed.). *Fusarium wilt of banana*. Minnesota, US. APS. p. 37-48. CAB Abstract Books. En línea: <http://www.cabdirect.org/abstracts/19912306693.html?freeview=true>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Leslie, J.F. y Summerell, B.A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing. Iowa, USA. 388 pp.

- Leslie, J.F., y Summerell, B.A. (2006). The *Fusarium* laboratory manual. Ames: John Wiley and Sons. doi: 10.1002/9780470278376.
- Li, C., Chen, S., Zuo, C., Sun, Q., Ye, Q., Yi, G., *et al.* (2011). The use of GFP-transformed isolates to study infection of banana with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4. *Eur. J. Plant Pathol.* 131, 327–340. doi: 10.1007/s10658-011-9811-5.
- Li, C., Shao, J., Wang, Y., Li, W., Guo, D., Yan, B., *et al.* (2013). Analysis of banana transcriptome and global gene expression profiles in banana roots in response to infection by race 1 and tropical race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *BMC Genomics* 14:851. doi: 10.1186/1471-2164-14-851.
- Li, C., Yang, J., Li, W., Sun, J., y Peng, M. (2017). Direct root penetration and rhizome vascular colonization by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* are the key steps in the successful infection of Brazil Cavendish. *Plant Dis.* 101, 2073–2078. doi: 10.1094/PDIS-04-17-0467-RE.
- Li, L-F., Häkkinen, M., Yuan, Y-M-, Hao, G., Ge, X-J. (2010). Molecular phylogeny and systematics of the banana family (Musaceae) inferred from multiple nuclear and chloroplast DNA fragments, with a special reference to the genus *Musa*. *Molecular Phylogenetics and Evolution.* 57:1-10.
- Lian, J., Wang, Z., y Zhou, S. (2008). Response of endophytic bacterial communities in banana tissue culture plantlets to *Fusarium* wilt pathogen infection. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 54, 83–92. doi: 10.2323/jgam.54.83.
- Lin, Y.H., Lin, Y.J., Chang, T.D., Hong, L.L., Chen, T.Y., Chang, P.F.L., *et al.* (2016). Development of a TaqMan Probe-Based Insulated Isothermal Polymerase Chain Reaction (iiPCR) assay for detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4. *PLoS ONE.* 11: e0159681. doi: 10.1371/journal.pone.0159681.
- Lin, Y.H., Chang, J.-Y., Liu, E.-T., Chao, C.-P., Huang, J.-W., Chang, P.-F.L., *et al.* (2009). Development of a molecular marker for specific detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4. *Eur. J. Plant Pathol.* 123, 353–365. doi: 10.1007/s10658-008-9372-4.
- Linnaeus, C., (1753). *Musa L. Species Plantarum*, vol. 2. Impensis Laurentii Salvii, Stockholm, p. 1043.
- Luo, J., Pan, X., Peng, T., Chen, Y., Zhao, H., Mu, L., *et al.* (2016). DNA methylation patterns of banana leaves in response to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4. *J. Integr. Agric.* 15, 2736–2744. doi: 10.1016/S2095-3119(16)61495-8.
- Ma, L.J., Van Der Does, H.C., Borkovich, K.A., Coleman, J.J., Daboussi, M.J., Pietro, A., *et al.* (2010). Comparative genomics reveals mobile pathogenicity chromosomes in *Fusarium*. *Nature* 464, 367–373. doi: 10.1038/nature08850.

- Ma, L., Jiang, S., Lin, G., Cai, J., Ye, X., Chen, H., *et al.* (2013). Wound-induced pectin methylesterases enhance banana (*Musa* spp. AAA) susceptibility to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *J. Exp. Bot.* 64, 2219–2229. doi: 10.1093/jxb/ert088.
- Ma, S.S. (1991). Somatic embryogenesis and plant regeneration 1991. Somatic embryogenesis and plant regeneration from cell suspension culture of banana. In Symposium on Tissue Culture of Horticultural Crops. (1988, Taipei, Taiwan). Proceedings. Taiwan, National Taiwan University. P.181-188.
- Macías, M. (2011). Propagación masiva *in situ* del híbrido de plátano FHIA-20 utilizando benzilaminopurina. *Infomusa*. 10(1): 3-4. En línea: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa_La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%C3%A1tanos_959.pdf.
- Madden, L.V. (2009). Effects of rain on splash dispersal of fungal pathogens. Symposium: Epidemiology and control of legume diseases. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 19(2): 225-230, DOI: 10.1080/07060669709500557. En línea: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07060669709500557?journalCode=tcpj20>.
- MAG. (2008). Agrocadena de plátano. Caracterización de la agrocadena. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección Regional Huetar Norte. En línea: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00082.pdf>. Fecha de consulta: febrero de 2017.
- MAG. (2017). Consulta de requisitos fitosanitarios de importación. Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria. El Salvador. En línea: <http://oas.mag.gob.sv/sisa/tramites.jsp>.
- MAG. (2017). Disposiciones generales para la prevención del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T), agente causal de la marchitez por *Fusarium* en cultivares Cavendish y otras de importancia económica y social. Decreto Ejecutivo N° 40364-MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 6 pp.
- MAG. (2019). Costa Rica actualizó medidas fitosanitarias para prevenir la introducción de Foc R4T. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. En línea: http://www.mag.go.cr/sala_prensa/comunicados.html.
- Maldonado, R., y Pacheco, E. (2000). Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* ISSN 0004-0622. ALAN 50(4):130-147. Caracas En línea: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222000000400011&script=sci_art-text&tlng=en.
- Margara, J. (1987). *Multiplificación vegetativa y cultivo in vitro. Los meristemos y la organogénesis*. Trad. al español por J.M. Mateo; y P. Urbano. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 232 p.

- Martyn, R.D. (2014). *Fusarium* wilt of watermelon: 120 years of research. *Hortic. Rev.* 42, 349–442. doi: 10.1002/9781118916827.ch07.
- Maryani, N., Lombard, L., Poerba, Y.S., Subandiyah, S., Crous, P.W., y Kema, G.H.J. Phylogeny and genetic diversity of the banana *Fusarium* wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. *Studies in Mycology*, 92: 155-194. En línea: <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S0166061618300307?via%3Dihub>.
- Matsuda, Y., Nonomura, T., y Toyoda, H. (2009). Involvement of the shore fly *Scatella stagnalis* (Diptera: Ephydriidae) in expansion of *Fusarium* Crown and root rot disease from diseased to healthy tomato seedlings in greenhouse hydroponics. *Mem. Fac. Agric. Kinki Univ.* 42, 237–242.
- Maymon, M., Shpatz, U., Harel, Y.M., Levy, E., Elkind, G., Teverovsky, E., *et al.* (2018). First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 causing *Fusarium* wilt of Cavendish bananas in Israel. *Plant Dis. Notes*. 98:694 doi: 10.1094/PDIS-05-18-0822-PDN.
- Maymon, M.; Shpatz, U., Harel, Y.M., Levy, E., Elkind, G., Teverovsky, E., Gofman, R., Haberman, A., Zemorski, R; Ezra, Levi Y., Or, G., Galpaz, N., Israeli, Y., y Freeman. First Report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 Causing *Fusarium* Wilt of Cavendish Bananas in Israel. (2018). *Disease notes. Plant Disease*. 102(12):2655. En línea: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/pdis-05-18-0822-pdn>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- Mazzola, M., y Freilich, S. (2017). Prospects for biological soilborne disease control: application of indigenous versus synthetic microbiomes. *Phytopathology* 107, 256–263. doi: 10.1094/PHYTO-09-16-0330-RVW.
- McCartney H.A., y Fitt B.D.L. (1998) Dispersal of foliar fungal plant pathogens: mechanisms, gradients and spatial patterns. In: Jones D.G. (eds) *The Epidemiology of Plant Diseases*. Springer, Dordrecht.
- McDonald, B.A., y Linde, C. (2002). Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40, 349–379. doi: 10.1146/annurev.phyto.40.120501.101443.
- Meldrum, R.A., Daly, A.M., Tran-Nguyen, L.T.T., y Aitken, E.A.B. (2013). Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana plantations? *Australas. Plant Pathol.* 42, 543–549. doi: 10.1007/s13313-013-0214-2.
- Meldrum, R.A., Fraser-Smith, S., Tran-Nguyen, L.T.T., Daly, A.M., y Aitken, E.A.B. (2012). Presence of putative pathogenicity genes in isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* from Australia. *Australas. Plant Pathol.* 41, 551–557. doi: 10.1007/s13313-012-0122-x.
- Mencarelli F., y Mejia D. (2004). Technical Guide on post-harvest of banana (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*). Roma: Food and Agricultural Organization FAO of the United Nations.

- Mendes, L.W., Tsai, S.M., Navarrete, A.A., de Hollander, M., van Veen, J.A., y Kuramae, E.E. (2015). Soil-borne microbiome: linking diversity to function. *Microb. Ecol.* 70, 255–265. doi: 10.1007/s00248-014-0559-2.
- Meneses, M.M., Agatón, L.L., Mejía, L.F., Guerrero, E., Botero, J.D. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el Departamento de Caldas. *Educación en Ingeniería* ISSN 1900-8260. Publicada en línea por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi). www.acofi.edu.co. 9: 128-139.
- Mercado libre. (2017). Hijos de plátano. En línea: <https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-506923443-hijos-de-platanocambur-y-topocho-certificada-jm>.
- Mercado libre. (2018a). Planta de bananero de 1m. En línea: <https://articulo.mercadolibre.com.ar/mla-717845939-planta-de-banano-bananero-de-1-metro-jm>.
- Mercado libre. (2018b). Banana con semilla plantines plátano padre frutales exóticos. En línea: https://articulo.mercadolibre.com.ar/mla-705624277-banana-con-semilla-plantines-platano-padre-frutales-exoticos-_JM?quantity=1.
- Messiaen, C.M., y Cassini, R. (1968). Recherches sur les Fusarioses IV: La systématique des *Fusarium*. *Annals Epiphye* 19 (8): 387-454.
- Miao Jing, C.Y.L. (2013). *Fusarium* (Nombre latino: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*). Hainan Frutas Portal. En línea: <http://guacai.eplace.cn/techhtml/bana20060108001.html>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Mida. (2017). Requisitos fitosanitarios para la importación. Ministerio de Desarrollo Agropecuario (Mida). En línea: https://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/direcci-n-de-sanidad-vegetal/requisitos-fitosanitarios-para-importaci-n.html.
- MINAGRI. (2010). Tecnología para la producción rápida de semilla (hijuelos) de banano (*Musa* sp.) en campo. Cartilla técnica. Ministerio de Agricultura. Gobierno Regional Piura. Dirección Regional Agraria Piura. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA-U. O, El Chira Piura. En línea: <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/cartilla-produccion-semillasbananoorganico.pdf>.
- MM. 2018. Una mirada a los principales puertos de Centroamérica. Mundo Marino, Información marítima de Centroamérica. En línea: <https://www.mundo-maritimo.cl/noticias/una-mirada-a-los-principales-puertos-de-centroamerica>.
- Mokbel, M., y Hashinaga, F. (2005). Antibacterial and Antioxidant Activities of banana (*Musa*, AAA cv. Cavendish) Fruits Peel. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(3), 125-131.
- Molina, A.B., Fabregar, E., Sinohin, V.G., Yi, G., y Viljoen, A. (2009). Recent occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in Asia. In: Proc IS on Banana Crop Prot. Sist Prod. And Impr. Livelihoods. Jones,

- D., and Van den Bergh. *Acta Hort* 828. En línea: http://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/12191/Molina_Recent%282009%29.pdf?sequence=1. Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2018.
- Molina, B.A. (2009). Estado de la incidencia en Asia del marchitamiento por raza tropical 4 de *Fusarium* en el cultivo del banano. 7-11 pp. In: Reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la raza tropical 4 de *Fusarium*, BBTv, y otras plagas de musáceas para la región del OIRSA, América Latina y El Caribe. Documentos de programa y resúmenes de la reunión OIRSA. Poca sangre, E.L. (ed.). OIRSA- Bioversity International-MUSALAC 29 al 31 de julio de 2009. San Salvador, El Salvador. 39 p.
- Monge-Meza, J. (2011). Impact of the pocket gophers in banana crops. *Agron. Mesoam.* 22, 167–174. doi: 10.15517/am.v22i1.8680.
- Moore, N.Y., Pegg, K., Allen, A.R., e Irvin, J.A.G. (1993). Vegetative compatibility and distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33 (6) 797–802. Abstract. En línea: <http://www.publish.csiro.au/?paper=EA9930797>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- Moore, N., Pegg, K., Allen, R., y Irwin, J. (1993). Vegetative compatibility and distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Australia. *Aust. J. Exp. Agric.* 33, 797–802. doi: 10.1071/EA9930797.
- Moreira Carrión, K. (2013). Reutilización de residuo de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) y plátanos (*Musa sapientum*) para la producción de alimentos destinados al consumo humano (Tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Mostert, D., Molina, A.B., Daniells, J., Fourie, G., Hermanto, C., Chao, C.P., *et al.* (2017). The distribution and host range of the banana *Fusarium* wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, in Asia. *PLoS ONE*. 12: e0181630. doi: 10.1371/journal.pone.0181630.
- MPI. (2018). *Fusarium* wild. Biosecurity New Zealand. Ministry for Primary Industries. En línea: <https://www.biosecurity.govt.nz/biosecuritynz/>.
- Mur, L.A.J., Simpson, C., Kumari, A., Gupta, A.K., y Gupta, K.J. (2016). Moving nitrogen to the centre of plant defence against pathogens. *Ann. Bot.* 119, 703–719. doi: 10.1093/aob/mcw179.
- Nadarajah, H. *et al.* (2016). Effects of genotype and intercropping with Chinese chives (*Allium tuberosum*) on *Fusarium* wilt tropical race 4 in banana. p.153-160 in the Proceedings of ISHS-ProMusa Symposium: Unravelling the Banana's Genomic Potential held in Brisbane, Australia, 17-22 August 2014. *Acta Horticulturae* 1114.
- Namu, F.N. (2008). The possible role of stingless bees in the spread of Banana Xanthomonas Wilt in Uganda and the nesting biology of *Plebeina hildebrandti* and *Hypotrigona griboi* (Hymenoptera-Apidae-Meliponini).

- Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 131 pp. En línea: <https://d-nb.info/988932121/34>.
- Nang, D., Khiem, N.V., Phuc, C.V., y Ham, L.H. Grupos de compatibilidad vegetativa de las poblaciones de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en Vietnam. *Infomusa*. 10(1): 32-33. En línea: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa_La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%C3%A1tanos_959.pdf.
- NAPPO. 2003. (NAPPO) position on soil movement. P No.1. North American Plant Protection Organization. En línea: https://www.nappo.org/files/5914/3781/7466/PPNo._1SoilMovement-e.pdf.
- Nasir, N., Pittaway, P.A., y Pegg, K.G. (2003). Effect of organic amendments and solarisation on *Fusarium* wilt in susceptible banana plantlets, transplanted into naturally infested soil. *Aust. J. Agric. Res.* 54, 251–257. doi: 10.1071/AR02099.
- Navarro, E.E. (2011). Producción de hoja de plátano soasada, con destino a la agroindustria de alimentos procesados. *Infomusa*. 10(1): 9-12. En línea: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa_La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%C3%A1tanos_959.pdf.
- NCBI. (2018). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4. National Center for Biotechnology Information (NCBI). U.S. National Library of Medicine. USA. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N., y Viljoen, A. (2007). Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of *Fusarium* wilt of banana. *Crop Prot.* 26, 697–705. doi: 10.1016/j.cropro.2006.06.008.
- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N., y Viljoen, A. (2006). The potential of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and biological control organisms for suppressing *fusarium* wilt of banana. *Plant Pathology*, 55: 217-223. En Línea: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3059.2006.01344.x/pdf>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- Niu, Y., Hu, B., Li, X., Chen, H., Takáč, T., Šamaj, J., et al. (2018). Comparative digital gene expression analysis of tissue-cultured plantlets of highly resistant and susceptible banana cultivars in response to *Fusarium oxysporum*. *Int. J. Mol. Sci.* 19:350. doi: 10.3390/ijms19020350.
- Njoroge, S.M.C., Riley, M.B., y Keinath, A.P. (2008). Effect of incorporation of Brassica spp. residues on population densities of soilborne microorganisms and on damping-off and *Fusarium* wilt of watermelon. *Plant Dis.* 92, 287–294. doi: 10.1094/PDIS-92-2-0287.
- Noble, R. (2011). Risks and benefits of soil amendment with composts in relation to plant pathogens. *Australas. Plant Pathol.* 40, 157–167. doi: 10.1007/s13313-010-0025-7.

- Nurhadi, M., y Harlion, R. (1994). The disease incidence of bacterial and *Fusarium* wilt disease in Lampung province. *Indonesian Info. Hort.* 2(1): 35-37.
- O'Donnell, K., Kistler, H.C., Cigelnik, E., Ploetz, R. (1998). Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 95: 2044–2049. PMID: 9482835 13.
- O'Donnell, K., Cigelnik, E. (1999). A DNA sequence-based phylogenetic structure for the *Fusarium oxysporum* species complex. *Phytoparasitica* 27: 69.
- O'Donnell, K., Gueidan, C., Sink, S., Johnston, P.R., Crous, P.W., Glenn, A., *et al.* (2009). A two-locus DNA sequence database for typing plant and human pathogens within the *Fusarium oxysporum* species complex. *Fungal Genet. Biol.* 46, 936–948. doi: 10.1016/j.fgb.2009.08.006.
- OIE. (2018). Fomites como vectores de enfermedades. Organización Mundial de Salud Animal (OIE). En línea: https://www.oie.int/fileadmin/vademecum/OIE_A-Z_2015.html.
- OMC. (1994). Protocolo de enmienda del Acuerdo de Marrakech por el que se establece la Organización Mundial de Comercio. WT/L/940 OMC. Consejo General 14-6946. 34 pp.
- OMC. (1995). Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Acuerdo (AMSF). Organización Mundial de Comercio. 13 pp.
- OMC. (1995). Azevédo insta a los Ministros a intensificar los trabajos de cara a la duodécima Conferencia Ministerial. Organización Mundial de Comercio. En línea: <https://www.wto.org/indexsp.htm>.
- OMC. (2017). Examen estadístico del comercio mundial 2017. Organización Mundial de Comercio. En línea: <https://www.wto.org/indexsp.htm>.
- O'Neill, W.T., Gulino, L.M., Pattison, A.B., Daniells, J.W., Hermanto, C., y Molina, A. (2009). Vegetative compatibility group analysis of Indonesian *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* isolates. In Proceedings of the International ISHS-ProMusa Symposium on Global Perspectives on Asian Challenges. Van den Bergh, I. *et al.* (eds.). *Acta Horticulturae* 897. ISHS 2011. Abstract. En línea: http://www.actahort.org/books/897/897_47.htm. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- O'Neill, W.T., Henderson, J., Pattemore, J.A., O'Dwyer, C., Perry, S., Beasley, D.R., *et al.* (2016). Detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 strain in northern Queensland. *Australas. Plant Dis. Notes.* 11:33. doi: 10.1007/s13314-016-0218-1.
- O'Neill, W.T., Henderson, J., Pattemore, J.A., O'Dwyer, C., Perry, S., Beasley, D.R., Tan, Y.P., Smyth, A.L., Goosem, C.H., Thomson, K.M., Hobbs, R.L., Grice, K.R.E., Trevorrow, P., Vawdrey, L.L. Pathania, N., y Shivas, R.G. (2016). Detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4

- strain in northern Queensland. *Australasian Plant Dis. Notes.* # Australasian Plant Pathology Society Inc. 11: 33. Springer.
- 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. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). En línea: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/Plande-contingenciacontraFocR4TOIRSA.pdf>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- OIRSA. (2017). 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. Ver 2. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). Enero 2017. 190 pp.
- Ong, K.P. (1996). *Fusarium* wilt of banana in a Cavendish banana in a commercial farm in Malaysia. In New frontiers in resistance breeding for nematode, *Fusarium* and sigatoka (1995, Kuala Lumpur, M. Y. 1996). Proceedings. Frison, E.A.; Horry, J.P.; De Waele, D. (eds.). Montpellier, FR. INIBAP. 242 p.
- Ordóñez, N., García, F.A., Laghari, H., Akkary, M., Harfouche, E.N., Al Awar, B.N., y Kema, G.H.J. (2016). First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 causing Panama disease in Cavendish bananas in Pakistan and Lebanon. 100(1):209. *Disease notes*. En línea: <https://aps-journals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-12-14-1356-PDN>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- Ordóñez, N., Seidl, M.F., Waalwijk, C., Drenth, A., Kilian, A., Thomma, BPHJ., Ploetz, R.C. y Kema, G.H.J. (2015). Worse Comes to Worst: Bananas and Panama Disease— When Plant and Pathogen Clones Meet. *PLoS Pathog* 11(11): e1005197. doi:10.1371/journal.ppat.1005197. En línea: <http://journals.plos.org/plospathogens/article/file?id=10.1371/journal.ppat.1005197&type=printable>.
- Ordoñez, N., García-Bastidas, F., Laghari, H.B., Akkary, M.Y., Harfouche, E.N., y Awar, B.N., al, *et al.* (2015). First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 causing Panama disease in Cavendish bananas in Pakistan and Lebanon. *Plant Dis. Notes*. 100:209. doi: 10.1094/PDIS-12-14-1356-PDN.
- Orjeda, G., Escalant, J. y Moore, N. (1999). The international Musa Testing Programme (IMTP) phase II overview of final report and summary of results. *Infomusa* (FRA) 8(1):3-10.
- Orozco-Romero, J., Orozco-Santos, M. y Perez-Zamora, O. Octavio. (2004). Diagnóstico y recomendación nutricional y de riego para banano en el trópico seco. En: Publicación especial, XVI Reunión ACORBAT, Oaxaca, Oaxaca, Mexico. Pag. 192.

- Orozco-Romero, J., Ramirez-Sandoval, G., y Vazquez-Valdivia, V. (1998). Comportamiento del banano FHIA01 y plátano FHIA-21 en Mexico, en Memoria, Simposium Internacional, Sigatoka Negra. Manzanillo, Colima, Mexico. Pag. 112.
- Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., Velásquez, J., Monreal, J., Manzo, G. y Guzmán, S. (2004). Enfermedades de bananos y plátanos (*Musa* spp.) en Mexico. En: Memoria, XVI Reunión ACORBAT. Oaxaca, Oaxaca, Mexico 127pp.
- Osborne, J.I., y Loxdale, H.D. (2002). Monitoring insect dispersal: methods and approaches. In book: Dispersal Ecology, Chapter: Monitoring insect dispersal: methods and approaches, Publisher: Blackwell Publishing, Oxford, Editors: J.M. Bullock, R.E. Kenward, R.S. Hails, pp.24-49. En línea: https://www.researchgate.net/publication/267857016_Monitoring_insect_dispersal_methods_and_approaches.
- Oviedo, L., Lara, C., y Pantoja, M. (2009). Levaduras autóctonas con capacidad fermentativa en la producción de etanol a partir de pulpa de excedentes de plátano *Musa* (AAB Simmonds) en el Departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*. En línea: <https://www.redalyc.org/pdf/776/77612900005.pdf>.
- Palmero, D., Rodríguez, J.M., de Cara, M., Camacho, F., Iglesias, C., y Tello, J.C. (2011). Fungal microbiota from rain water and pathogenicity of *Fusarium* species isolated from atmospheric dust and rainfall dust. *J Ind Microbiol Biotechnol*. 38(1):13-20. doi: 10.1007/s10295-010-0831-5. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20820862>.
- Palmero, D., Rodríguez, J.M., de Cara, M., Camacho, F., Iglesias, C., y Tello, J.C. (2011). Fungal microbiota from rain water and pathogenicity of *Fusarium* species isolated from atmospheric dust and rainfall dust. *J Ind Microbiol Biotechnol*. 38(1):13-20. doi: 10.1007/s10295-010-0831-5. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20820862>.
- Paredes, M.M., Martínez, J.F., Silva, I., Tormo, R., y Muñoz, A.F. (1997). Influencia de los parámetros meteorológicos en la dispersión de esporas de las especies de *Alternaria* Nees ex Fr. *Bol. San. Veg. Plagas*, 23: 541-549. En línea: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-23-04-541-549.pdf.
- Pattison, A.B., Wright, C.L., Kukulies, T.L., y Molina, A.B. (2014). Ground cover management alters development of *Fusarium* wilt symptoms in Ducasse bananas. *Australas. Plant Pathol*. 43, 465–476. doi: 10.1007/s13313-014-0296-5.
- Pearce, F. (2003). Yendo bananas. *NewScientist*. En línea: <https://www.newscientist.com/article/mg17723784-800-going-bananas/>.
- Peeg, K. y Menners, A. (2014). *Fusarium*, a formidable nursery pathogen. Nursery levy at work: Nursery Production Plant Health & Biosecurity Project.

- Queensland DAFF. 7 pp. En línea: https://www.ngia.com.au/Attachment?Action=Download&Attachment_id=1839.
- Pegg, K.G., Moore, N.Y., and Sorensen, S. (1993). *Fusarium* wilt in the Asian Pacific region. In: International symposium on recent development in banana cultivation technology. (1993, Los Baños, PH). Abstracts. p. 255-314. Abstrac. 100:209. En línea: <http://www.publish.csiro.au/paper/AR9960637>. Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018.
- Pegg, K.G., Moore, N.Y., y Sorensen, S. (1994). Variability in populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* from the Asia/Pacific region. In The Improvement and Testing of Musa: A Global Partnership. Jones, DR. (ed). Proceeding of the First Global Conference of the International Musa Testing Program. HN. INIBAP. Montpellier, FR. p. 70–82. En línea: http://www.musalit.org/pdf/UP979755_en.pdf#page=66. Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2018.
- Peng, H.X.X., Sivasithamparam, K., y Turner, D.W.W. (1999). Chlamydospore germination and *Fusarium* wilt of banana plantlets in suppressive and conducive soils are affected by physical and chemical factors. *Soil Biol. Biochem.* 31, 1363–1374. doi: 10.1016/S0038-0717(99)00045-0.
- Pérez-Vicente, L. (2004). *Fusarium* wilt (Panama disease) of bananas: an updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent. In ACORBAT (XV, 2004, Oaxaca, MX). Memorias. p. 1-14. En línea: http://www.musalit.org/pdf/IN050663_en.pdf. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- Pérez-Vicente, L. (2004). Marchitamiento por *Fusarium* (Mal de Panamá) en bananos: una revisión actualizada del conocimiento presente sobre su agente causal. *Fitosanidad*. 8, 27–38.
- Pérez-Vicente, L., Dita, M.A., y 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). *W. Diag. Fus. Wilt*. 4, 1–74. En línea: <http://www.fao.org/3/a-br126e.pdf>.
- Perrenoud, S. (1977). *Potassium and Plant Health*. Berne: International Potash Institute.
- Perrier, X., De Langhe, E., Donohue, M., Lentfer, C., Vrydaghs, L. (2011). Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa* spp.) domestication. *Proc Natl Acad Sci USA* 108: 11311–11318. doi: 10.1073/pnas.1102001108 PMID: 21730145.
- Pittaway, P., Nasir, N., y Pegg, K. (1999). Soil receptivity and host-pathogen dynamics in soils naturally infested with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, the cause of Panama disease in bananas. *Aust. J. Agric. Res.* 50, 623–628. doi: 10.1071/A98152
- Ploetz, R.C. (1990). *Fusarium* Wilt of Banana. Minnesota, US. APS. 139 p. Ploetz R.C. 2005a. Panama disease: an old nemesis rears its ugly head. Part 1.

- The beginnings of the banana export trades. Online. Minnesota, US. APS. En línea: <http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/PanamaDiseasePart1.aspx>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- Ploetz, R.C. (1994). Panama disease: Return of the first banana menace. *International Journal of Pest Management* 40: 326–336. 10.
- Ploetz, R.C. (2005). Panama disease: An old nemesis rears its ugly head part 2. The Cavendish era and beyond. *Pl. Health Prog.* 23, 1–17. doi: 10.1094/APSnetFeature-2005-1005.
- Ploetz, R.C. (2005a). *Fusarium* wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. 653–655 pp. In: Symposium *Fusarium*-induced diseases of tropical perennial crops. The American Phytopathological Society. En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PHYTO-96-0653>. Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018.
- Ploetz, R.C. (2006a). *Fusarium* wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology* 96: 653–656. Abstract. En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO-96-0653>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- Ploetz, R.C. (2006b). Panama disease: An old nemesis rears its ugly head. Part 2. The Cavendish era and beyond. *Plant Health Progress*. St. Paul USA: Plant Management Network.
- Ploetz, R.C. (2015a). *Fusarium* wilt of banana. *Phytopathology* 105, 1512–1521. doi: 10.1094/PHYTO-04-15-0101-RVW.
- Ploetz, R.C. (2015b). Management of *Fusarium* wilt of banana: a review with special reference to tropical race 4. *Crop Prot.* 73, 7–15. doi: 10.1016/j.cropro.2015.01.007.
- Ploetz, R.C. y Pegg, K.G. (2000). *Fusarium* wilt. In Diseases of Banana, Abaca and Enset. Jones, DR. (ed.). Wallingford, UK. CABI. p 143–159.
- Ploetz, R.C., y Correll, J.C. (1988). Vegetative compatibility among races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Plant Disease* 72: 325–328. Abstract. <http://www.cabdirect.org/abstracts/19881113544.html>. Fecha de consulta: 14 de octubre de 2018.
- Ploetz, R.C., Herbert, J., Sebasigari, K., Hernandez, J.H., Pegg, K.G., Ventura, J.A., Mayato, L.S. (1990). Importance of *Fusarium* wilt in different banana growing regions. *Fusarium wilt of banana*. 1990 pp.9–26 ref.58. ISBN: 0890541124. En línea: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19912306691>.
- Ploetz, R., y Pegg, K. (1997). *Fusarium* wilt of banana and Wallace's line: Was the disease originally restricted to his Indo-Malayan region? *Australas Plant Path* 26: 239–249.

- Ploetz, R., Freeman, S., Konkol, J., Al-Abed, A., Naser, Z., Shalan, K., *et al.* (2015). Tropical race 4 of Panama disease in the Middle East. *Phytoparasitica* 43, 283–293. doi: 10.1007/s12600-015-0470-5.
- Ploetz, R.C., Kepler, A.K., Daniells, J.W. y Nelson, S.C. (2007). Banana and plantain: an overview with emphasis on Pacific island cultivars Musaceae (banana family). p27. In: Elevitch, C.R. (ed.). Species profiles for Pacific Island agroforestry. Permanent Agriculture Resources, Holualoa (USA). En línea: <http://www.promusa.org/tiki-index.php?page=Gros+Michel>.
- Pocasangre, L.E., Ploetz, R.C., Molina, A., y Pérez-Vicente, L. 2011. Raising Awareness of the Threat of *Fusarium* Wilt Tropical Race 4 in Latin America and the Caribbean. Proceedings of the International ISHS-ProMusa Symposium on Global Perspectives on Asian Challenges, *Acta Horticulturae* 897. En línea: http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/IN130262_pp.pdf.
- Porcuna, J.L. (s/a). Control de plagas y enfermedades en agricultura orgánica. Foot and mouth disease (*Aphthae epizooticae*). 80 pp. En línea: <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-plagas-jlporcuna.pdf>.
- PPQ-USDA. (2016). Helping U.S. Agriculture Thrive. Across the Country and Around the World. Plant Protection and Quarantine. United States Department of Agriculture. 47 pp. En línea: https://www.aphis.usda.gov/publications/plant_health/report-ppq-2016.pdf.
- PRC. (1982). Import and Export Animal and Plant Quarantine Regulations of the People's Republic of China. Import and Export Animal and Plant Quarantine. Regulations of the People's Republic of China. En línea: <http://www.asianlii.org/cn/legis/cen/laws/iaeaapqrotproc808/>.
- Profeco. (2018). Mensajería y paquetería. Cuestión de tiempo, dinero y esfuerzo. Procuraduría Federal del Consumidor. En línea: https://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2013/bol264_servs_paqueteria_mensajeria.asp.
- ProMusa. (2018). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 Tropical. Distribution. Cycle life. En línea: <http://www.promusa.org/Tropical+race+4+-+TR4#-Distribution>. Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2018.
- ProMusa. (2018). Tropical race 4. Bioversity International as part of the CGIAR Research Program on Roots, Tubers and Bananas supported by CGIAR Fund Donors. En línea: <http://www.promusa.org/Tropical+race+4+-+TR4>.
- Qi, P. (2001). Status report of banana *Fusarium* wilt disease in China. In Molina, AB.; Nik Masdek, NH.; Liew, KW. (eds.) Banana *Fusarium* wilt management: towards sustainable cultivation. Laguna, PH. INIBAP. p. 119-120.71. En línea: http://www.musalit.org/pdf/IN050663_en.pdf. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- Qi, Y.X., Zhang, X., Pua, J.J., Xie, Y.X., Zhang, H.Q., y Huang, S.L. (2008). Race 4 identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* from Cavendish

- cultivars in Hainan province, China. *Australasian Plant Disease Notes* 3: 46-47. En línea: http://www.musalit.org/pdf/IN050663_en.pdf. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.
- Qiu, M., Zhang, R., Xue, C., Zhang, S., Li, S., Zhang, N., *et al.* (2012). Application of bio-organic fertilizer can control *Fusarium* wilt of cucumber plants by regulating microbial community of rhizosphere soil. *Biol. Fertil. Soils*. 48, 807–816. doi: 10.1007/s00374-012-0675-4.
- QRM. (2019). Quarantine Regulators Meeting. Australian Government Department of Agriculture. En línea: <http://www.agriculture.gov.au/biosecurity/partnerships/quarantine-regulators-meeting>.
- Ramirez, S.G. y Rodríguez-Cabriaes, J.C. (1996). Manual de producción de plátano para Tabasco y Norte de Chiapas. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Tabasco, Mexico. Folleto Técnico N° 13 80 P.
- Redacción Agrodiario. (2016). Puertos de Centroamérica: una apuesta para el comercio marítimo mundial. PCR-Comunicación Estratégica. Agrodiario Honduras. En línea: <http://www.agrodiario.hn/web/2016/11/puertos-de-centroamerica-una-apuesta-para-el-comercio-maritimo-mundial/>.
- Rekah, Y., Shtienberg, D., y Katan, J. (1999). Spatial distribution and temporal development of *Fusarium* crown and root rot of tomato and pathogen dissemination in field soil. *Phytopathology* 89, 831–839. doi: 10.1094/PHYTO.1999.89.9.831.
- Rekah, Y., Shtienberg, D., y Katan, J. (2000). Disease development following infection of tomato and basil foliage by airborne conidia of the soilborne pathogens *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and *F. oxysporum* f. sp. *basilici*. *Phytopathology* 90, 1322–1329. doi: 10.1094/PHYTO.2000.90.12.1322.
- Rep, M., Van Der Does, H.C., Meijer, M., Van Wijk, R., Houterman, P.M., Dekker, H.L., *et al.* (2004). A small, cysteine-rich protein secreted by *Fusarium oxysporum* during colonization of xylem vessels is required for I-3-mediated resistance in tomato. *Mol. Microbiol.* 53, 1373–1383. doi: 10.1111/j.1365-2958.2004.04177.x.
- Rieux, A., Soubeyrand, S.D., Bonnot, F., Klein, E.K., Ngando, J.E., Mehl, A., Ravigne, V., Carlier, J., Lapeyre de Bellaire, L. (2014). Long-Distance Wind-Dispersal of Spores in a Fungal Plant Pathogen: Estimation of Anisotropic Dispersal Kernels from an Extensive Field Experiment. *PLoS ONE* 9(8): e103225. doi:10.1371/journal.pone.0103225.
- Rishbeth, J. (1955). *Fusarium* wilt of bananas in Jamaica. I. Some observations on the epidemiology of the disease. *Ann. Bot.* 19, 293–330.
- Robinson, J.C. y Sauco, V.G. (2010). Bananas and Plantains. CABI Publishing, Wallingford.

- Robinson, J.C. y Galán S, V. (2011). Enfermedades. 237-253 pp. In: Plátanos y Bananas. Ediciones Mundi-Prensa. 2 da. Edición. Madrid, España. 321 p. En línea: <http://books.google.com.mx/books?id=mAv3EQAcgZ8C&pg=PA318&lpg=PA318&dq=Stover,+R.H.;+Simmonds,+N.W.+1987.+Bananas.&source=bl&ots=7yuYss0&sig=yMap7TLrA0ka09FjTfqECt-ffPUM&hl=es&sa=X&ei=jLtxUZu5HKHE4APYiYHgCQ&ved=0CGA-Q6AEwBw#v=onepage&q=Stover%2C%20R.H.%3B%20Simmonds%2C%20N.W.%201987.%20Bananas.&f=false>. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018.
- Rodríguez R, R. y Rodríguez R, J.M. Sin año (s/a). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Sm.) Snyder & Hans. Mal de Panamá, Marchitamiento. Grupo de trabajo de Laboratorios de Diagnóstico. Laboratorio de Sanidad Vegetal del Gobierno de Canarias, España. Ficha 181. 4p.
- Roper, M., Seminara, A., Bandi, M.M., Cobb, A., Dillard, H.R., y Pringlee, A. (2010). Dispersal of fungal spores on a cooperatively generated wind. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010 Oct 12; 107(41): 17474–17479. Published online 2010 Sep 28. doi: 10.1073/pnas.1003577107 PMID: PMC2955148. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc2955148/pdf/pnas.1003577107.pdf>.
- Sagarpa. (2005). Paquete tecnológico para el cultivo del plátano. Gobierno del Estado de Colima. Secretaría de Desarrollo Rural. 72 pp. En línea: <http://www.campocolima.gob.mx/paginaOEIDRUS/paquete%20tecnologico%20del%20platano.pdf>.
- Sagarpa-Senasica-CNRF. (2013). Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural y Alimentación (Sagarpa)-Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica)-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF). Lineamientos para la elaboración, revisión, dictamen de los programas de trabajo de vigilancia epidemiológica fitosanitaria y estrategias operativas. 84 p.
- SAG-Senasa. (2017). Requisitos fitosanitarios de importación. Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria. Honduras. En línea: <http://senasa.gob.hn/index.php/sub-direcciones/sub-direccion-tecnica-de-sanidad-vegetal/requisitos-fitosanitarios-para-la-importacion-de-vegetales>.
- Sandoval, M. (2010). Desinfección de sustratos. Primer curso nacional de sustratos. Colegio de Postgraduados. En línea: <http://www.cm.colpos.mx/mon-tecillo/images/SUSTRATOS/08.pdf>.
- Scarlett, K., Tesoriero, L., Daniel, R., Maffi, D., Faoro, F., y Guest, D.I. (2015). Airborne inoculum of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Eur. J. Plant Pathol.* 141, 779–787. doi: 10.1007/s10658-014-0578-3.
- Scope-Senasica. (2013). Mal de Panamá. Situación fitosanitaria (2013-04-15). Sistema Coordinado para la vigilancia de Plagas Reglamentadas y su Epidemiología (Scope). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Ca-

- alidad Agroalimentaria (Senasica). En línea: <https://scopepublico.zedxinc.com/cgi-bin/index.cgi>. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018.
- Scott, J.C., McRoberts, D.N., y Gordon, T.R. (2014). Colonization of lettuce cultivars and rotation crops by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*, the cause of *Fusarium* wilt of lettuce. *Plant Pathol.* 63, 548–553. doi: 10.1111/ppa.12135.
- Scotti, R., Bonanomi G., Scelza, R., Zoina, A., y Rao, M.A. (2015). Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. *Journal of soil science and plant nutrición*, 15(2). En línea: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-95162015000200005.
- SCT. (2018a). Aviación Mexicana en cifras 2017. Dirección General de Aeronáutica Civil. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En línea: <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC-archivo/modulo5/amc-2017-i.pdf>.
- SCT. (2018b). Dirección de aeropuertos. Estadísticas. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En línea: <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/3-servicios/31-tramites/formatos-y-requisitos/direccion-de-aeropuertos/>.
- SE. (2012). Monografía del sector plátano en México: Situación actual y oportunidades de mercado. Secretaría de Economía. México. En línea: http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/Monografia_Platano.pdf.
- Senasa. (2014). Lista de plagas cuarentenarias para Honduras. Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria. Departamento de Diagnóstico, Vigilancia y Campañas Fitosanitarias. En línea: <http://www.senasa.gob.hn/index.php/sub-direcciones/sub-direccion-tecnica-de-sanidad-vegetal/depto-de-diagnostico-vigilancia-y-campanas-fitosanitarias>. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018.
- Senasica. (2012). Módulo de requisitos fitosanitarios para la importación. Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (Senasica). México. En línea: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/>.
- Senasica. (2015). Plan de acción para la vigilancia y aplicación de medidas de control contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 (Mal de Panamá) en México. Dirección General de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 21 pp.
- Senasica. (2017). Inspección en Aeropuertos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. En línea: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/inspeccion-en-aeropuertos-111186>.
- Senasica. (2019). Productos prohibidos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. En línea: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/productos-prohibidos?state=published>.

- Senasica-Sagarpa. (2012). Módulo de Consulta de Requisitos Fitosanitarios para la importación de productos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). En línea: <http://sistemas2.senasica.gob.mx/mcrfi/>. Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2018.
- Sequeira, L. (1958). Bacterial wilt of bananas: dissemination of the pathogen and control of the disease. *Phytopathology* 48, 64–69.
- Sequeira, L. (1962). Influence of organic amendments on survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the soil. *Phytopathology* 52, 976–982.
- SFE. (2017). Consulta de requisitos fitosanitarios para la importación. Servicio Fitosanitario del Estado. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Costa Rica. En línea: <https://app.sfe.go.cr/SFECuarentena/aspx/RequisitosImportacion/ConsultarRequisitosImportacion.aspx>.
- SFE. (2017). Vigilancia y control de plagas. Departamento de Operaciones Regionales Servicio Fitosanitario del Estado. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. En línea: <https://www.sfe.go.cr/SitePages/Vigilanciaycontroldeplagas/InicioVigilancia.aspx>. Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2018.
- SHCP. Reglas generales de comercio exterior. Servicio de Administración Tributaria. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. En línea: <https://www.sat.gob.mx/personas/comercio-exterior>.
- Shen, Z., Ruan, Y., Xue, C., Zhong, S., Li, R., y Shen, Q. (2015). Soils naturally suppressive to banana *Fusarium* wilt disease harbor unique bacterial communities. *Plant Soil*. 393, 21–33. doi: 10.1007/s11104-015-2474-9.
- Shen, Z., Zhong, S., Wang, Y., Wang, B., Mei, X., Li, R., *et al.* (2013). Induced soil microbial suppression of banana *Fusarium* wilt disease using compost and biofertilizers to improve yield and quality nutrition and fertilization in low-middle reaches of the Yangtze river. *EJSOBI*. 57, 1–8. doi: 10.1016/j.ejsobi.2013.03.006.
- SIECA. (2018a). El transporte en Centroamérica: importancia en la economía regional. Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). En línea: http://estadisticas.sieca.int/documentos/BajarDocumento?archivo=PB+N23_+Transporte+importancia+en+la+econom%C3%ADa+centroamericana.pdf.
- SIECA. (2018b). Integración económica y transporte. Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). En línea: <https://sieca.int>.
- Silva, S.O., Souza, J.R.M.T., Alves, E.J., Silveira, J.R.S. y Lima, M. (2001). Banana breeding program at Embrapa. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 1, 399-436.

- Simeoni, L.A., Lindsay, W.L., y Baker, R. (1987). Critical iron level associated with biological control of *Fusarium* wilt. *Phytopathology* 77, 1057–1061. doi: 10.1094/Phyto-77-1057.
- Simmonds, N.W. y Shepherd, K. (1955). The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *Journal of the Linnean Society of London. Botany* 55:302-312. En línea: <http://www.promusa.org/Nomenclature+of+cultivated+bananas>.
- Sinavef. (2013). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4. Reporte epidemiológico. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (Sinavef-Senasica). En línea: <http://portal.sinavef.gob.mx/documentos/BoletinesVarios/REPAmapanama20110817.pdf>. Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2018.
- Singh, S.K. y Shukla, D.N. (2019). First-ever report of tropical race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in dwarf Cavendish group of bananas in Bihar state of India. Biotechicle. Publicación en línea Feb 21, 2019. En línea: <https://biotechicle.com/2019/02/21/frist-ever-report-of-tropical-race-4-of-fusarium-oxysporum-f-sp-cubense-in-dwarf-cavendish-group-of-bananas-in-bihar-state-of-india/>. Fecha de consulta: marzo 2019.
- Smith, M.K., Whiley, A.W., Searle, C., Langdon, P.W., Schaffer, B., y Pegg, K.G. (1998). Micropropagated bananas are more susceptible to *Fusarium* wilt than plants grown from conventional material. *Aust. J. Agric. Res.* 49:1133. doi: 10.1071/A98013.
- Smith, S.N. (2007). An Overview of Ecological and Habitat Aspects in the Genus *Fusarium* with Special Emphasis on the SoilBorne Pathogenic Forms. *Plant Pathology Bulletin* 16: 97-120. En línea: <http://140.112.183.156/pdf/16-3/p097-120.pdf>.
- Snyder, W.C., y Hansen, H.N. (1940). The species concept in *Fusarium*. *American Journal of Botany* 27: 64-67. Jstor Books. En línea: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2436688?uid=363881811&uid=3739560&uid=2&uid=3&uid=67&uid=62&uid=3739256&uid=363881671&sid=21103101946447>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Soares, T.L., de Souza, E.H., Pereira de Carvalho Costa, M.A., de Oliveira e Silva, S., y Almeida dos Santos, J. (2016). Viability of pollen grains of tetraploid banana. *Plan Breeding. Bragantia, Campinas*, 75(2):145-151. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.328>. En línea: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v75n2/0006-8705-brag-1678-4499328.pdf>.
- Soluri, J. (2002). Accounting for Taste: Export Bananas, Mass Markets, and Panama Disease. *Environmental History* 7(3):386-404. 4.
- Stover, R.H. 1986. Disease Management Strategies and the Survival of the Banana Industry. *Annual Review of Phytopathology*, 24:83-91. En línea: <http://www.promusa.org/tiki-index.php?page=Gros+Michel>.

- Somu, R. (2012). Studies on Panama disease of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Synd. and Hans. [Master's thesis]. Arabhavi: University of Horticultural Sciences.
- Songtaocraft. (2018). Bonsái artificial de planta de banano. Guangzhou Songtao Artificial Tree Co., Ltd. En línea: https://es.made-in-china.com/co_songtao/product_Hot-Sale-Home-Decoration-PU-Artificial-Bonsai-Banana-Plant-Tree_cuhsyigug.html.
- STC. 2018. Sistema Portuario Nacional. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (STC). En línea: <https://www.gob.mx/puertosymarinamercante/documentos/sistema-portuario-nacional>.
- Stover, R.H. (1962a). Fusarial wilt (Panama disease) of bananas and other Musa species. UK: Commonwealth Mycological Institute 117 p. 9. Abstract. En línea: <http://www.cabdirect.org/abstracts/19620307364.html>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Stover, R.H. (1962b). Studies on *Fusarium* wilt of bananas: VIII. Differentiation of clones by cultural interaction and volatile substances. *Can. J. Bot.* 40, 1467–1471. doi: 10.1139/b62-142.
- Stover, R.H. (1972). Banana, Plantain, and Abaca Diseases. Kew: Commonwealth Mycological Institute. SERBIULA (sistema Librum 2.0). En línea: https://www.researchgate.net/publication/44440962_Banana_plantain_and_abaca_diseases_Robert_Harry_Stover.
- Stover, R.H., y Simmonds, N.W. (1987). Bananas. 3rd Edn. London: Longmans.
- Stover, R.H., y Waite, B.H. (1960). Studies on *Fusarium* wilt of bananas: V. Pathogenicity and distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* races 1 and 2. *Can. J. Bot.* 38, 51–61. doi: 10.1139/b60-005.
- Stover, R.H., y Waite, B.H. (1960). Studies on *Fusarium* wilt of bananas V. Pathogenicity and distribution of *F. oxysporum* f. sp. *cubense* races 1 and 2. *Canadian Journal of Botany* 38: 31-61. En línea: http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/b60-005#.Uqd_o-LOUik. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.
- Su, H.J., Hwang, S.C., y Ko, W.H. (1986). *Fusarium* wilt of Cavendish bananas in Taiwan. *Plant Disease* 70: 814-818. En línea: http://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1986Articles/PlantDisease70n09_814.pdf. Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2018.
- Takken, F., y Rep, M. (2010). The arms race between tomato and *Fusarium oxysporum*. *Mol. Plant Pathol.* 11, 309–314. doi: 10.1111/j.1364-3703.2009.00605.x.
- Tardy, F., Moreau, D., Dorel, M., y Damour, G. (2015). Trait-based characterisation of cover plants' light competition strategies for weed control in banana cropping systems in the French West Indies. *Eur. J. Agron.* 71, 10–18. doi: 10.1016/j.eja.2015.08.002.

- Thangavelu, R. (2016). Status report on *Fusarium* wilt disease in India. ICAR-NRC for Banana. Tiruchirapalli-TN, India. En línea: <http://banana-networks.org/Bapnet/files/2017/09/BAPNET-2016-RThangavelu-India.pdf>. Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2018.
- Thangavelu, R., y Mustaffa, M.M. (2010). First report on the occurrence of a virulent strain of *Fusarium* wilt pathogen (Race-1) infecting Cavendish (AAA) group of bananas in India. *Plant Disease* 94: 1379. Disease Notes. En línea: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-05-10-0330>. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2018.
- Thaysen, A.C., y Butlin, K.R. (1945). Inhibition of the development of *Fusarium oxysporum cubense* by a growth substance produced by Meredith's actinomycetes. *Nature* 156, 781–782.
- Thomas D.S. y Turner, D.W. (2001). Banana (*Musa* sp.) leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence in response to soil drought, shading and lamina folding. *Sci. Hortic.*, 90 (2001), pp. 93–108.
- Ting, A.S.Y., Mah, S.W., y Tee, C.S. (2012). Evaluating the feasibility of induced host resistance by endophytic isolate *Penicillium citrinum* BTF08 as a control mechanism for *Fusarium* wilt in banana plantlets. *Biol. Control* 61, 155–159. doi: 10.1016/j.biocontrol.2012.01.010.
- Trujillo, E.E., y Snyder, W.C. (1963). Uneven distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Honduras soils. *Phytopathology* 53:167.
- UNCTAD. 2018a. United Nations Conference on Trade and Development. En línea: <https://unctad.org/es/Paginas/Home.aspx>.
- UNCTAD. 2018b. 50 years of review of marine transport 1968-2018: Reflecting on the past, exploring the future. United Nations Conference on Trade and Development. Transport and Trade Facilitation. Series No.10. United Nations. 86 pp.
- UNCTAD. 2018c. Review of marine transport. United Nations Conference on Trade and Development. United Nations. 116 pp.
- Underwood, W. (2012). The plant cell wall: A dynamic barrier against pathogen invasion. *Front. Plant Sci.* 3:85. doi: 10.3389/fpls.2012.00085.
- UPU. (2018). Online postal statistics. Universal Postal Union. En línea: <http://www.upu.int/en/resources/postal-statistics/about-postal-statistics.html>.
- USDA. (2017). Soil. Animal and Plant Health Inspection Service. United States Department of Agriculture. En línea: https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/import-information/permits/regulated-organism-and-soil-permits/sa_soil/ct_regulated_organism_soil_permits_home.
- Vargas-Calvo, A., Acuña-Chinchilla, P., y Valle-Ruiz, H. (2015). La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Agron. Mesoam.* 26(1):119-128. ISSN 2215-3608 doi 10.15517/am.v26i1.16935. En línea: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v26n01_119.pdf.

- Vu, T., Sikora, R., y Hauschild, R. (2006). *Fusarium oxysporum* endophytes induced systemic resistance against *Radopholus similis* on banana. *Nematology* 8, 847–852. doi: 10.1163/1568541067797 99259.
- VUDI. (2017). Ventanilla Única de Importaciones. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA). Guatemala. En línea: <http://portal.maga.gob.gt/vu-di-web/>.
- Waite, B.H., y Stover, R.H. (1960). Studies on *Fusarium* wilt of bananas. VI. Variability and cultivar concept in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Canadian Journal of Botany* 38: 985–994. Abstract. En línea: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/b60-087#.UqeAiOLOUik>. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2018.
- Waite, B., y Dunlap, V. (1953). Preliminary host range studies with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Plant Dis. Report* 37, 79–80.
- Wang, B., Li, R., Ruan, Y., Ou, Y., Zhao, Y., y Shen, Q. (2015). Pineapple–banana rotation reduced the amount of *Fusarium oxysporum* more than maize–banana rotation mainly through modulating fungal communities. *Soil Biol. Biochem.* 86, 77–86. doi: 10.1016/j.soilbio.2015.02.021.
- Wang, M., Gao, L., Dong, S., Sun, Y., Shen, Q., y Guo, S. (2017). Role of silicon on plant–pathogen interactions. *Front. Plant Sci.* 8:701. doi: 10.3389/fpls.2017.00701.
- Wang, M., Sun, Y., Gu, Z., Wang, R., Sun, G., Zhu, C., et al. (2016). Nitrate protects cucumber plants against *Fusarium oxysporum* by regulating citrate exudation. *Plant Cell Physiol.* 57, 2001–2012. doi: 10.1093/pcp/pcw124.
- Wardlaw, C.W. (1972). *Banana diseases: including Plantain and Abaca*. London, UK. Longman. 878 p.
- Warman, N.M., y Aitken, A.B. (2018). The Movement of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Sub-Tropical Race 4) in Susceptible Cultivars of Banana. *Front. Plant Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01748>.
- Weber, O. B., Muniz, C.R., Vitor, A.O., Freire, F.C.O., y Oliveira, V.M. (2007). Interaction of endophytic diazotrophic bacteria and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* on plantlets of banana “Maçã”. *Plant Soil.* 298, 47–56. doi: 10.1007/s11104-007-9335-0.
- Weller, D.M., Raaijmakers, J.M., Gardener, B.B., y Thomashow, L.S. (2002). Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40, 309–348. doi: 10.1146/annurev.phyto.40.030402.110010.
- Wen, T., Huang, X., Zhang, J., Zhu, T., Meng, L., y Cai, Z. (2015). Effects of water regime, crop residues, and application rates on control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *J. Environ. Sci.* 31, 30–37. doi: 10.1016/j.jes.2014.11.007.

- Wikteliu, S. 1981. Wind dispersal of insects. *Grana*, 20:3, 205-207, DOI: 10.1080/00173138109427667 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/00173138109427667>.
- Williams, E.G., y Maheswaran, G. (1986). Somatic embryogenesis: factors influencing coordinated behaviour of cells as an embryogenic group. A review article. *Annals of Botany*. 57: 443-462.
- Wu, Y., Fan, W., Li, X., Chen, H., Takáč, T., Šamajová, O., *et al.* (2017). Expression and distribution of extensins and AGPs in susceptible and resistant banana cultivars in response to wounding and *Fusarium oxysporum*. *Sci. Rep.* 7:42400. doi: 10.1038/srep42400.
- Wu, Y., Yi, G., Peng, X., Huang, B., Liu, E., y Zhang, J. (2013). Systemic acquired resistance in Cavendish banana induced by infection with an incompatible strain of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *J. Plant Physiol.* 170, 1039–1046. doi: 10.1016/j.jplph.2013.02.011.
- WU. (2018). Research projects on *Fusarium* wilt that are managed by Wageningen University & Research Centre: fusariumwilt.org. En línea: <https://fusariumwilt.org/index.php/es/acerca-de/>.
- Xiao, R.F., Zhu, Y.-J., Li, Y.-D., y Liu, B. (2013). Studies on vascular infection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 in banana by field survey and green fluorescent protein reporter. *Sci. J. Plant Pathol.* 2, 44–51.
- Xu, L. B., Huang, B.Z., y Wei, Y.R. (2003). “Production and banana RandD in China,” in *Advancing Banana and Plantain RandD in Asia and the Pacific*, eds A. B. Molina, J.E. Eusebio, V.N. Roa, I. Van den Bergh, y M.A.G. Maghuyop (Los Baños: INIBAP), 77–80.
- Xue, C., Penton, C.R., Shen, Z., Zhang, R., Huang, Q., Li, R., *et al.* (2015). Manipulating the banana rhizosphere microbiome for biological control of Panama disease. *Sci. Rep.* 5:11124. doi: 10.1038/srep11124.
- Yogev, A., Raviv, M., Hadar, Y., Cohen, R., y Katan, J. (2006). Plant waste-based composts suppressive to diseases caused by pathogenic *Fusarium oxysporum*. *Eur. J. Plant Pathol.* 116, 267–278. doi: 10.1007/s10658-006-9058-8.
- Zhang, H., Mallik, A., y Zeng, R.S. (2013). Control of Panama disease of banana by rotating and intercropping with chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler): role of plant volatiles. *J. Chem. Ecol.* 39, 243–252. doi: 10.1007/s10886-013-0243-x.
- Zhang, N., He, X., Zhang, J., Raza, W., Yang, X.-M., Ruan, Y.-Z., *et al.* (2014). Suppression of *Fusarium* wilt of banana with application of bio-organic fertilizers. *Pedosphere*. 24, 613–624. doi: 10.1016/S1002-0160(14)60047-3.
- Zhang, X., Zhang, H., Pu, J., Qi, Y., Yu, Q., Xie, Y., *et al.* (2013). Development of a real-time fluorescence loop-mediated isothermal amplification assay

for rapid and quantitative detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in soil. *PLoS ONE* 8:e82841. doi: 10.1371/journal.pone.0082841.

- Zheng, S-J., García-Bastidas, F.A., Li, X., Zeng, L., Bai, T., Xu, S., Yin, K., Li, H., Fu, G., Yu, Y., Yang, L., Nguyen, H.C., Douangboupouha, B., Khaing, A.A., Drenth, A., Seidl, M.F., Meijer, H.J.G., y Kema, G.H.J. (2018). New geographical insights of the latest expansion of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 into the greater Mekong subregion. *Front. Plant Sci.* 9:457. doi: 10.3389/fpls.2018.00457. En línea: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.00457/full>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018.
- Zheng, S-J., García-Bastidas, F.A., Li, X., Zeng, L., Bai, T., Xu, S., Yin, K., Li, H., Fu, G., Yu, Y., Yang, L., Nguyen, H-C., Douangboupouha, B., Khaing, A-A., Drenth, A., Seidl, M.F., Meijer, H.J.G., y Kema, G.H.J. (2018). New Geographical Insights of the Latest Expansion of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 Into the Greater Mekong Subregion. *Frontiers in Plant Science.* 9-457. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5900031/pdf/fpls-09-00457.pdf>. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2018.

REPRESENTACIONES OIRSA

MÉXICO

oirsa.mx@oirsa.org
Calle Comte No. 44, Colonia Anzures,
Municipio Miguel Hidalgo, Distrito
Federal
C. P. 11590, México.
Tel.: + (525) 55-64-69-05 y
+ (525) 52-64-74-61

BELIZE

fblanco@oirsa.org
Agricultural Showgrounds,
City of Belmopan,
Cayo District Belize. P.O. Box 426
Tel.: + (501) 822-0521/0658

GUATEMALA

oirsa.gt@oirsa.org
21 Avenida 3-12, Zona 15,
Vista Hermosa 1
Guatemala, Guatemala.
Tel.: + (502) 2294-0404

EL SALVADOR

oirsa.sv@oirsa.org
Final 1ª. Av. Norte y 13 Calle Oriente,
Av. Manuel Gallardo, Santa Tecla, La
Libertad.
PBX: + (503) 2510-3500 / + (503)
2228-7841

HONDURAS

oirsa.hn@oirsa.org
Colonia Lomas del Guijarro,
Calle Alfonso XIII #3735.
Tegucigalpa, Honduras.
Tel.: + (504) 2239-0316 / 9315 / 7073 /
6443 / 0644 / 5995 / 7232 /

NICARAGUA

oirsa.ni@oirsa.org
Residencial Las Colinas, Casa No. 318,
2da. entrada
Av. Paseo del Club frente a entrada princi-
pal Estación de Bomberos, Managua,
Nicaragua.
Tel.: + (505) 2276-0649 / 2276-2653 /
2276-0090

COSTA RICA

gzuniga@oirsa.org
Rohrmoser, Pavas, de Plaza Mayor, 100
mts. Este y 100 mts. Norte Casa Verde,
San José, Costa Rica.
Tel.: + (506) 2232-9943 + (506) 2296-
8280

PANAMÁ

oirsa.pa@oirsa.org
Área Social de Clayton, Calle Hocker,
Casa 1012 A-B, Ciudad de Panamá,
Panamá.
Tel.: + (507) 317-0900 / 01 / 02

REPÚBLICA DOMINICANA

oirsa.do@oirsa.org
Urbanización Fernández, Calle 13,
Esquina Calle
Espiral, Casa 4A,
Santo Domingo, República
Dominicana. Tel.: + (001-809) 533-7900

