

ACUERDO MINISTERIAL NO. 142
EL MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 13 de la Constitución de la República del Ecuador, prescribe: "*Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales*";

Que, el artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador, establece: "*A las ministras y ministros de Estado, además de las atribuciones establecidas en la ley, les corresponde: 1. Ejercer la rectoría de las políticas públicas del área a su cargo y expedir los acuerdos y resoluciones administrativas que requiera su gestión (...)*";

Que, el artículo 226 de la Constitución de la República del Ecuador, dispone: "*Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución*";

Que, el artículo 227 de la Constitución de la República del Ecuador, contempla: "*La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación*";

Que, el numeral 9 del artículo 261 de la Constitución de la República del Ecuador, determina que es competencia exclusiva del Estado central: "*Las que le corresponda aplicar como resultado de tratados internacionales*";

Que, el artículo 12 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, indica: "*Créase la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, entidad técnica de derecho público, con personería jurídica, autonomía administrativa y financiera, desconcentrada, con sede en la ciudad de Quito y competencia*



nacional, adscrita a la Autoridad Agraria Nacional. A esta Agencia le corresponde la regulación y control de la sanidad y bienestar animal, sanidad vegetal y la inocuidad de los alimentos en la producción primaria, con la finalidad de mantener y mejorar el estatus fito y zoonosanitario de la producción agropecuaria";

Que, el artículo 13 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, establece que una de las competencias y atribuciones de la Agencia es: "(...) c) Prevenir el ingreso, establecimiento y diseminación de plagas, así como controlar y erradicar las plagas y enfermedades cuarentenarias y no cuarentenarias reglamentadas de los vegetales y animales";

Que, el artículo 14 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, dispone: "El Sistema Nacional de Control de Sanidad Agropecuaria está integrado por las entidades del régimen institucional de la Función Ejecutiva que ejercen competencias sectoriales de regulación y control sanitarias; y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Municipales y Metropolitanos, de conformidad con sus competencias; cuya coordinación la ejercerá la Autoridad Agraria Nacional. La Policía Nacional y los vigilantes e inspectores de aduana cumplirán los requerimientos de apoyo y acompañamiento a las acciones de control que desarrolle la entidad responsable de la regulación y control."

Que, el artículo 21 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, dispone: "El control fitosanitario en los términos de esta Ley, es responsabilidad de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, tiene por finalidad prevenir y controlar el ingreso, establecimiento y la diseminación de plagas que afecten a los vegetales, productos vegetales y artículos reglamentados que representen riesgo fitosanitario. El control fitosanitario y sus medidas son de aplicación inmediata y obligatoria para las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dedicadas a la producción, comercialización, importación y exportación de tales plantas y productos";

Que, el artículo 69 del Código Orgánico Administrativo, determina: "Los órganos administrativos pueden delegar el ejercicio de sus competencias, incluida la de gestión, en: 1. Otros órganos o entidades de la misma administración pública, jerárquicamente dependientes; 2. Otros órganos o entidades de otras administraciones. (...)";

Que, el artículo 18 del Reglamento General a la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, contempla: "Las medidas sanitarias tienen por objeto prevenir, confinar, excluir, combatir o erradicar las plagas, enfermedades y contaminantes que pongan en riesgo la sanidad agropecuaria e inocuidad de los alimentos en la producción primaria;



Que, mediante Decreto Ejecutivo No. 487 de 21 de agosto de 2018 expedido por el Presidente Constitucional de la República, licenciado Lenín Moreno Garcés, se nombró a Xavier Lazo Guerrero como Ministro de Agricultura y Ganadería;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 412 de 17 de septiembre de 2014 se establece el Plan Nacional de Contingencia para la prevención control de *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* raza 4 tropical (Foc R4T);

Que, mediante Informe técnico adjunto al memorando No. AGR-AGROCALIDAD/DE-2020-000951-OF de 29 de julio de 2020, la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario concluyó: *“El actual Plan de Contingencia de Foc R4T proporciona la base técnica y los procedimientos para la implementación de acciones fitosanitarias resultado de un proceso de investigación y análisis de la información disponible de la plaga en el año 2014. - Las experiencias de países con presencia de la plaga en procesos de comunicación, divulgación, capacitación, manejo del brote, reglamentación y medidas fitosanitarias de Foc R4T ha generado nueva información técnica disponible que permitirá fortalecer al actual Plan Nacional de Contingencia- A partir del año 2014 la Agencia ha tenido acceso a capacitación e información disponible de investigación y desarrollo de nuevas metodologías de identificación de la plaga, así como de tratamientos fitosanitarios de desinfección.”*

En ejercicio de las facultades establecidas en el artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador y lo previsto en el artículo 69 del Código Orgánico Administrativo:

ACUERDA:

ARTÍCULO 1.- Expedir el Plan Nacional de Contingencia para la Prevención, Detección y Control de *Fusarium oxysprum f.sp cubense* Raza 4 tropical (Foc R4T), mismo que será ejecutado a través de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario y otras instituciones públicas en el ámbito de su competencia y que se adjunta y forma parte integrante del presente Acuerdo Ministerial.

ARTÍCULO 2.- Dentro del Plan Nacional de Contingencia para la Prevención, Detección y Control de *Fusarium oxysprum f.sp cubense* Raza 4 tropical (Foc R4T), se delega a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario la facultad de establecer todas las medidas



fitosanitarias destinadas a prevenir la introducción de la plaga denominada *bongo Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (Foc R4T).

ARTÍCULO 3. – Para la ejecución del Plan Nacional de Contingencia para la Prevención, Detección y Control de *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* Raza 4 tropical (Foc R4T), de conformidad a lo establecido en el artículo 14, 15 y la Disposición General Primera de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, se solicitará la colaboración activa de las autoridades administrativas, aduaneras y la Policía Nacional.

DISPOSICIONES DEROGATORIAS

ÚNICA. – Deróguese el Acuerdo Ministerial No. 412 de 17 de septiembre de 2014.

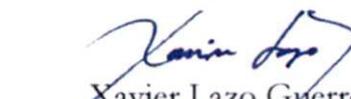
DISPOSICIONES FINALES

PRIMERA. - De la ejecución del presente Acuerdo encárguese a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario.

SEGUNDA. - El presente Acuerdo entrará en vigencia a partir de su suscripción sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

COMUNÍQUESE Y PUBLIQUESE

Dado en la ciudad de Quito, Distrito Metropolitano, a **09 DIC. 2020**


Xavier Lazo Guerrero

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA



PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubeense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

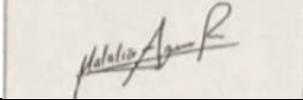
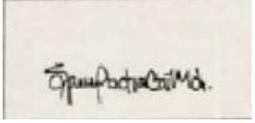
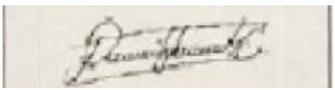
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

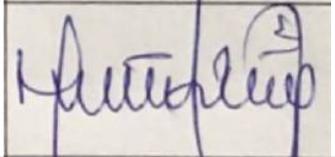
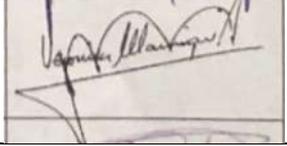
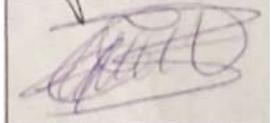
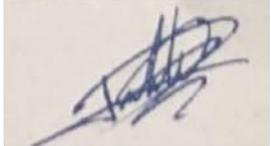


PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubeense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

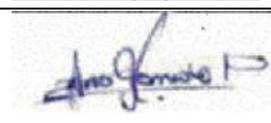
PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

TABLA DE RESPONSABILIDADES

	Nombre	Cargo	Firma
Edición y modificación:	Ing. Marco Cacarín	Responsable de Manejo y Control de Plagas Específicas	
	Ing. Natalia Aguirre	Analista de Manejo y Control de Plagas Específicas	
	Ing. Giovanna Fonseca	Analista de Vigilancia Fitosanitaria	
	Ing. Silvia Pachacama	Responsable técnico del Laboratorio de Biología Molecular – Diagnóstico Vegetal	
	Ing. David Jarrín	Responsable técnico del Laboratorio de Biología Molecular – Diagnóstico Animal	
	Ing. Hernando Regalado	Responsable técnico del Laboratorio de Fitopatología	

Revisión técnica	Nombre	Cargo	Firma
Coordinación General de Sanidad Vegetal	Ing. Mónica Gallo	Coordinadora General de Sanidad Vegetal encargada	
Dirección de Control Fitosanitario	Ing. Verónica Manrique	Directora de Control Fitosanitario encargada	
Dirección de Vigilancia Fitosanitaria	Ing. Verónica Tipán	Directora de Vigilancia Fitosanitaria encargada	
Dirección de Certificación Fitosanitaria	Ing. Daniela Cerón	Directora de Certificación Fitosanitaria encargada	

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Coordinación General de Laboratorios	Ing. Carla Moreno	Coordinadora General de Laboratorios encargada	
Dirección de Diagnóstico Vegetal	Ing. Ana Garrido	Directora de Diagnóstico Vegetal encargada	

RECONOCIMIENTO

A los profesionales de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias por los aportes en aspectos técnicos, revisión y estilo del documento.

Nombre	Cargo	Nombre	Cargo
Ing. Carlos Alberto Molina Hidrovo M. Sc.	Sub - Director	Ing. Agr. Daniel Fernando Navia Santillán	Investigador / Protección Vegetal
Ing. Braulio José Lahuathe Mendoza – M. Sc.	Director EESD	Ing. Jimmy Trinidad Pico Rosado - PhD	Responsable de Protección Vegetal
Ing. Mercedes Elizabeth Navarrete Parraga Mg.	Responsable de Protección Vegetal/ Fitopatología	Ing. Luis Eduardo Morillo Velastegui	Programa de Biotecnología
Ing. David Adrián Hidalgo Mata – M. Sc.	Investigador/ Protección Vegetal	Ing. Maximiliano José Ochoa Neira - PhD	Investigador Agropecuario
Ing. Mario Rolando Ramos Veintimilla	Departamento de Producción y Servicios	Ing. Zoila Karina Solís Hidalgo - PhD	Investigador / Protección Vegetal
Ing. Jim Raphael Ochoa Ramos - PhD	Director de la EETP	Ing. Doris Alicia Tixe Parra	Directora de Producción y Servicios
Ing. Arturo Iván Garzón Catota – M. Sc.	Responsable del Dpto. de Biotecnología	Ing. Antonio Javier Bustamante González - PhD	Responsable del Programa de Banano y otras musáceas
Ing. Agr. Danilo Isaac Vera Coello - PhD	Responsable del Dpto. de Protección Vegetal		

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Sección 1 Tabla de Contenidos

Sección 1 Tabla de Contenidos	1
1.1 Índice de Tablas	4
1.2 Índice de Figuras	4
Sección 2. Control, expedición, revisión y distribución del documento	5
Sección 3. Introducción	6
3.1. Objetivo	6
3.2. Antecedentes	6
3.3. Alcance	7
3.4. Definiciones	7
3.5 Abreviaturas	10
3.6 Base legal	11
3.7 Punto oficial de contacto	12
Sección 4. Información de la plaga	12
Sección 5. Procedimientos de Exclusión	13
5.1 Medidas fitosanitarias para la importación de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados	13
5.1.1 Medidas fitosanitarias para material vegetal de propagación	13
5.1.2 Desinfección de maquinaria agrícola y caminera usada	14
5.2 Medidas fitosanitarias en puntos de entrada	14
5.2.1 Control de equipaje acompañante	14
5.2.2 Tratamiento de calzado	15
5.2.3 Control de medios de transporte	15
5.3 Tratamiento Fitosanitario	15
5.4 Medidas Fitosanitarias en lugares de producción	15
5.5 Articulación para la generación de estrategias de prevención y control	16
5.6 Sistema de Vigilancia Fitosanitaria	16
Sección 6 Vigilancia Fitosanitaria	16
6.1 Aviso Fitosanitario	17
6.2 Mapas de riesgo para la prospección de detección	17
6.3 Procedimiento de prospección en campo	18

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

6.4 Hallazgo inicial de un evento sospechoso	20
6.5 Informe ante el hallazgo inicial de un evento sospechoso.....	22
6.6 Procesamiento de la información de Vigilancia Fitosanitaria	22
Sección 7. Identificación de Foc R4T	23
7.1 Metodología para la toma de muestras.....	23
7.1.1 Materiales.....	23
7.2 Medidas de bioseguridad para la toma de muestras	23
7.3 Método de muestreo por corte de ventana	25
7.4 Protocolo de Diagnóstico	27
7.4.1 Aislamiento del hongo	27
7.4.2 Extracción de ADN de tejidos vegetales y aislados fúngicos	28
7.4.2 Identificación de Foc R4T mediante PCR	30
7.4.2.1 PCR tiempo real según Aguayo <i>et al.</i> , 2017	30
7.4.2.2 PCR convencional según Dita <i>et al.</i> , 2010.....	32
7.4.2.3 PCR convencional según Li <i>et al.</i> , 2013.....	33
7.5 Confirmación del Diagnóstico.....	34
Sección 8. Procedimientos de control	37
Sección 9. Normativa técnica	37
9.1 Medidas fitosanitarias a reglamentar	37
9.2 Evaluación del cumplimiento	38
Sección 10 Organigrama para la Ejecución	39
10.1 Responsabilidades de los actores	39
10.1.1 Autoridad Agraria Nacional	39
10.1.2 Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario.....	40
10.1.3 Comité Interinstitucional Foc R4T	40
10.1.4 Ministerios, viceministerios, subsecretarías y entidades estatales (GAD's)	40
10.1.5 Entidades privadas, concesiones	41
10.1.6 Productores.....	41
Sección 11. Comunicación, Divulgación y Capacitación.....	41
11.1 Estrategias de comunicación y divulgación	41
11.2 Notificaciones Oficiales	42
11.3 Formación del personal	43

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

11.4 Capacitación actores de la cadena agro productiva.	43
Sección 12. Cooperación internacional y coordinación interinstitucional	44
Sección 13. Activación del Plan de Acción	44
13.1 Declaratoria de Área Bajo Cuarentena.....	44
13.2 Zonificación.....	44
13.3 Manejo de la primera ocurrencia positiva (1 Brote).....	45
13.4 Procedimientos para el Manejo de brote de Foc R4T - “Erradicación – Confinamiento”	46
13.4.1 Zona Roja	46
13.4.2 Zona Amarilla	48
13.4.3 Zona verde	48
13.5 Procedimientos para “Supresión – Contención” de Foc R4T.....	49
13.6 Medidas fitosanitarias aplicables en zonas colindantes donde se ha reportado la plaga	50
13.6.1 Vigilancia Fitosanitaria	50
13.6.2 Movilización	51
13.6.3 Eliminación de nuevos brotes.....	51
13.6.4 De la plantación y replantación de predios considerados libres de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical.....	52
Sección 14. Referencias Bibliográficas	52
Sección 15 Anexo 1	53

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

1.1 Índice de Tablas

Tabla No. 1 Dependencias identificados.....	5
Tabla No. 2 Glosario de términos	7
Tabla No. 3 Abreviaturas	10
Tabla No. 4 Superficie de prospección	19
Tabla No. 5 Secuencia de primers y sondas.....	30
Tabla No. 6 Parámetros de concentración de reactivos para Foc R4T	31
Tabla No. 7 Parámetros de concentración de reactivos para control interno 18S.....	31
Tabla No. 8 Perfil térmico de amplificación.....	31
Tabla No. 9 Secuencias de amplificación Dita <i>et al.</i> , 2010.....	32
Tabla No. 10 Parámetros de concentración de reactivos para un volumen final de 25µl.....	33
Tabla No. 11 Perfil térmico de amplificación.....	33
Tabla No. 12 Secuencia de primers Li <i>et al.</i> , 2013	34
Tabla No. 13 Parámetros de concentración de reactivos para un volumen final de 25 µl.....	34
Tabla No. 14 Perfil térmico de amplificación.....	34
Tabla No. 15 Posibles escenarios ante incursiones o brotes de Foc R4T.....	45
Tabla No. 16 Dosis de Glifosato recomendada.....	47
Tabla No. 17 Acciones de supresión - contención	50
Tabla No. 18 Acciones de supresión – contención de acuerdo a escenarios.....	50

1.2 Índice de Figuras

Figura 1: Establecimiento de unidades de vigilancia aleatorias, con base en mapas de riesgo	18
Figura 2: Recorridos de vigilancia en cultivos de musáceas	20
priorizando las áreas del lugar de producción.....	20
Figura 3: Marcación de pseudotallo de una planta sospechosa.....	21
Figura 4: Delimitación del área afectada	21
Figura 5: Desinfección del calzado.....	24
Figura 6A: Preparación del sitio para la toma de muestras (Department of Agriculture and Fisheries-Biosecurity of Queensland, 2016).....	24
Figura 6 B y C: Preparación del sitio para la toma de muestras muestra (Department of Agriculture and Fisheries-Biosecurity Queensland, 2016).	25
Figura 7: Ubicación del corte de ventana	25
Figura 8: Recorte de fragmentos de tejido vegetal y empaque de la muestra.....	26
Figura 9: Empaque de la muestra	26
Figura 10: Protección del área de toma de muestras.....	27
Figura 11: Diagrama para confirmación de primera muestra positiva para <i>Fusarium oxysporum</i> sp. <i>cubense</i> Raza 4 tropical.	36
Figura 12: Organigrama para la coordinación de la implementación y ejecución del Plan de acción.....	39
Figura 13: Esquema de zonificación ante un posible brote de Foc R4T.....	45
Figura 14: Ejemplos de escenarios de distribución espacial de Foc R4T después de la erradicación de un primer brote de la plaga.....	49

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

Sección 2. Control, expedición, revisión y distribución del documento

Este Plan y sus subsiguientes revisiones son expedidos y controlados por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. El documento se expide solo en copias controladas a los funcionarios identificados en la tabla No. 1, esto asegura que cuando se realizan cambios al documento, los funcionarios identificados se hagan responsables de su aplicación.

Tabla No. 1 Dependencias identificados

Copia del Manual No.	Oficina	Localidad
1	Dirección de Gestión Documental	Quito-Planta Central
2	Coordinación General de Sanidad Vegetal	Tumbaco - Planta Central
3	Dirección General de Asesoría Jurídica	Tumbaco - Planta Central
4	Dirección de Control Fitosanitario	Tumbaco - Planta Central
5	Dirección de Vigilancia Fitosanitaria	Tumbaco - Planta Central
6	Dirección de Certificación Fitosanitaria	Tumbaco - Planta Central
7	Dirección Distrital Tipo A- Zona 1	Lago Agrio
8	Dirección Distrital Tipo A- Zona 2	Quito
9	Dirección Distrital Tipo A- Zona 3	Ambato
10	Dirección Distrital Tipo A- Zona 4	Santo Domingo de los Tsáchilas
11	Dirección Distrital Tipo A- Zona 5	Guayaquil
12	Dirección Distrital Tipo A- Zona 6	Azogues
13	Dirección Distrital Tipo A- Zona 7	Machala
14	Inspectores Fitosanitarios	Nivel Nacional
15	Dirección Ejecutiva INIAP	Quito – Planta Central
16	Dirección Comunicación MAG	Quito – Planta Central

El documento es distribuido a todas las localidades dentro de la República de Ecuador, donde se ejecutan las actividades y procesos descritos en el mismo; adicionalmente la actualización y la revisión del presente documento se realizó en coordinación con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, por lo que el presente Plan estará disponible en las siguientes páginas web: www.agrocalidad.gob.ec , www.iniap.gob.ec y www.mag.gob.ec.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubeense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Sección 3. Introducción

3.1. Objetivo

Proporcionar las bases técnicas y los procedimientos para la implementación de acciones fitosanitarias que permitan la exclusión, detección y control de brotes de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubeense* Raza 4 Tropical (Foc R4T) en el Ecuador.

3.2. Antecedentes

América Latina y el Caribe, aunque no son el centro de origen de los plátanos y bananos, se produce el 76,56% de banano que se consume a nivel mundial, alcanzando una exportación de 14,7 millones de toneladas en el año 2018, adicionalmente la región tiene un consumo *per cápita* de 55kg de banano, constituyéndose una de los principales consumidores de la fruta a nivel mundial. (FAO, 2019).

Ecuador es el mayor proveedor de banano a nivel mundial con un 36 % de las exportaciones en el periodo de 2016- 2018 (FAO, 2019); y en el año 2019 el país exportó aproximadamente 6,5 millones de TM de banano con un valor FOB de USD 3 mil millones de dólares (AEBE, 2020); adicionalmente se registró en el año 2019 la exportación de 211,73 mil toneladas de plátano, 170, 245 mil toneladas de orito, 6 mil toneladas de morado – rojo y 10,5 mil toneladas de abacá, que en conjunto suman 262 millones de dólares.

En la economía ecuatoriana la producción y comercialización de banano juega un papel importante ya que representa el segundo rubro en importancia después del petróleo. En el Ecuador la mayor producción de banano se concentra en las provincias de Guayas, Los Ríos y El Oro con aproximadamente 178.461 has registradas en el catastro nacional (MAG, 2020); mientras que, la mayor producción de plátano se localiza en El Carmen provincia de Manabí con aproximadamente 19.379,26 ha (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, 2019). Adicionalmente existen cultivos de otras musáceas como el orito (baby banano), morado y abacá, distribuidos en las provincias de Cañar, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Santo Domingo.

Fusarium oxysporum f.sp. *cubeense* es la plaga más destructiva para el cultivo de musáceas, la raza 1 provocó la desaparición de miles de hectáreas de la variedad Gros Michel en la década de los 60 con un impacto económico (solo estimado para las compañías exportadoras) de US \$2.300 millones; donde la única solución fue cambiar el cultivo a la variedad Cavendish. (OIRSA, 2013)

La raza 4 tropical (R4T) afecta a las variedades del subgrupo Cavendish y a otras variedades de plátanos (AAB), bananos de cocción tipo Bluggoe (ABB), Gros Michel (AAA), Prata (AAB) y Manzano (AAB). Apareció en el sudeste asiático a principios de los años 90 y en el continente americano (Colombia) en el mes de agosto del año 2019, constituyéndose en una seria amenaza para la producción de musáceas en el Ecuador, debido a que podría afectar a la cadena agroindustrial y a la seguridad alimentaria del país.

El país cuenta con un Plan de Contingencia establecido en el año 2014, que ha permitido efectuar acciones de exclusión en coordinación con los actores de la cadena agroproductiva de musáceas; sin embargo a presencia de Foc R4T en Colombia, activó en el país el interés del sector productor, exportador, así como de instituciones de investigación y control, con el fin de articular acciones que permitan fortalecer las capacidades técnicas de productores, y la necesidad de actualizar el plan de contingencia para implementar acciones de regulación y control de forma oportuna ante una incursión o brote de la plaga.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

3.3. Alcance

Este plan se aplica a todos los actores de la cadena agro productiva, de importación, comercialización y exportación de musáceas, puntos de entrada habilitados, puntos de control internos y otras instituciones involucradas con los cuales la Agencia realiza y coordina actividades de control oficial, desde las acciones de prevención hasta las de erradicación o supresión de un posible y eventual brote de Foc R4T en el país.

3.4. Definiciones

El presente documento utiliza definiciones de acuerdo con la Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias (NIMF 5), Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria y los siguientes:

Tabla No. 2 Glosario de términos

Área	Un país, parte de un país, países completos o partes de diversos países, que se han definido oficialmente [FAO, 1990, revisado NIMF 2, 1995; CEMF, 1999; definición basada en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC, 1994)]
Área bajo cuarentena*	Un área donde existe una plaga cuarentenaria que está bajo control oficial [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
Área en peligro	Un área en donde los factores ecológicos favorecen el establecimiento de una plaga cuya presencia en el área dará como resultado pérdidas económicamente importantes [NIMF 2, 1995]
Área reglamentada	Área en la cual las plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados que entran al área, se mueven dentro de esta o provienen de la misma están sujetos a medidas fitosanitarias [CEMF, 1996; revisado CEMF, 1999; CIMF, 2001]
Artículo reglamentado	Cualquier planta, producto vegetal, lugar de almacenamiento, embalaje, medio de transporte, contenedor, suelo y cualquier otro organismo, objeto o material capaz de albergar o dispersar plagas, que se considere que debe estar sujeto a medidas fitosanitarias, en particular en el transporte internacional [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997]
Aviso Fitosanitario	Cualquier persona, previa identificación, realizará el aviso fitosanitario a la Agencia, sobre la sospecha o presencia de plagas. El aviso podrá ser efectuado personalmente de manera verbal o escrita, vía telefónica, a través de la página web de la Agencia, o por cualquier otro medio que permita generar un registro y seguimiento de los avisos recibidos.
Brote	Población de una plaga detectada recientemente, incluida una incursión o aumento repentino y significativo de una población de una plaga establecida en un área [FAO, 1995; revisado CIMF, 2003]
Campo	Parcela con límites definidos dentro de un lugar de producción en la cual se cultiva un producto [FAO, 1990]
Campaña Fitosanitaria	Aplicación de medidas fitosanitarias para la prevención, control y erradicación de una plaga reglamentada o de importancia económica dentro de un espacio geográfico y en un tiempo establecido.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Contención	Aplicación de medidas fitosanitarias dentro de un área infestada y alrededor de ella, para prevenir la dispersión de una plaga [CEMF, 1995]
Control (de una plaga)	Supresión, contención o erradicación de una población de plagas [FAO, 1995]
Control oficial	Observancia activa de las reglamentaciones fitosanitarias obligatorias y aplicación de los procedimientos fitosanitarios obligatorios, con el objetivo de erradicar o contener las plagas cuarentenarias o manejar las plagas no cuarentenarias reglamentadas [CIMF, 2001]
Cuarentena vegetal	Todas las actividades destinadas a prevenir la introducción o dispersión de plagas cuarentenarias o asegurar su control oficial [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
Diagnóstico de plaga	Proceso de detección e identificación de una plaga [NIMF 27, 2006]
Dispersión (de una plaga)	Expansión de la distribución geográfica de una plaga dentro de un área [NIMF 2, 1995]
Entrada (de una plaga)	Movimiento de una plaga hacia el interior de un área donde todavía no está presente, o si está presente, no está ampliamente distribuida y se encuentra bajo control oficial [NIMF 2, 1995]
Erradicación	Aplicación de medidas fitosanitarias para eliminar una plaga de un área [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; anteriormente "erradicar"]
Establecimiento (de una plaga)	Perpetuación, para el futuro previsible, de una plaga dentro de un área después de su entrada [FAO, 1990; revisado NIMF 2, 1995; revisado CIPF, 1997; anteriormente "establecida"]
Exclusión (de una plaga)	Aplicación de medidas fitosanitarias para prevenir la entrada o el establecimiento de una plaga en un área [CMF, 2018]
Forma especial	Grupo de biotipos de una especie de un patógeno que sólo puede infectar a plantas que pertenecen a cierto género o especie de hospedante (Agrios, G.N. Fitopatología)
Hongo	Organismo perteneciente al Reino Fungi, eucariota generalmente multicelular, heterótrofo y desempeña un papel importante en el ciclo de nutrientes de un ecosistema; tiene reproducción sexual y asexual; tiene asociaciones simbióticas con plantas y bacterias, aunque también es responsable de causar enfermedades en plantas y animales. (Biologydictionary.net Editors, 2014)
Incidencia (de una plaga) *	Proporción o número de unidades de una muestra, envío, campo u otra población definida en las que está presente una plaga [CMF, 2009]
Incursión	Población aislada de una plaga detectada recientemente en un área que se desconoce si está establecida y la cual se espera que sobreviva en un futuro inmediato [CIMF, 2003]
Inspección*	Examen visual oficial de plantas, productos vegetales u otros artículos reglamentados para determinar si hay plagas o determinar el cumplimiento con las reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; anteriormente "inspeccionar"]
Introducción (de una plaga)	Entrada de una plaga que resulta en su establecimiento [FAO, 1990; revisado NIMF 2, 1995; CIPF, 1997]

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Lugar de producción	Cualquier instalación o agrupación de campos operados como una sola unidad de producción o unidad agrícola. [FAO, 1990; revisado CEMF, 1999; CMF, 2015]
Medida de emergencia	Medida fitosanitaria establecida en caso de urgencia ante una situación fitosanitaria nueva o imprevista. Una medida de emergencia puede ser o no una medida provisional [CIMF, 2001; revisado CIMF, 2005]
Monitoreo	Proceso oficial continuo para verificar situaciones fitosanitarias [CEMF, 1996]
Musácea	Familia estrictamente tropical, hierbas altas con bases foliares unidas que forman un pseudotallo. La lámina de la hoja es muy amplia, con el nervio central muy desarrollado y los secundarios en posición pinnada. Inflorescencias grandes, con brácteas vistosas, flores irregulares, unisexuales; las pistiladas con ovarios de tres celdas, las estaminadas con seis estambres fértiles, uno de ellos convertido en estaminodio. El fruto es una baya o cápsula. (J. León, 2000)
Norma	Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado [FAO, 1995; definición de GUÍA ISO/IEC 2:1991]
Operador de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario	Persona natural o jurídica establecida dentro del territorio nacional que se dedica a la producción, investigación, comercialización, crianza, recepción, transporte, acopio, fabricación, industrialización, reproducción, faenamiento, recolección, almacenaje, servicio de tratamientos cuarentenarios, consolidación, exposición, distribución de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados, mercancías pecuarias, animales, productos y subproductos de origen animal, fabricación, formulación, envasado, distribución, aplicación aérea y terrestre de insumos agropecuarios, entre otros, destinados a diferentes usos.
Permiso Fitosanitario de Movilización	Documento habilitante para la movilización de material de propagación de especies hospederas de plagas reglamentadas dentro del territorio nacional, así como para la movilización de plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados que constituyan vías de dispersión de la plaga objetivo, desde o hacia las áreas libres o de baja prevalencia de plagas.
Plaga	Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. Nota: En la CIPF, el término “plaga de plantas” en ocasiones se utiliza en lugar del término “plaga” [FAO 1990; revisado NIMF 2, 1995; CIPF, 1997; revisado CMF, 2012]
Plaga cuarentenaria	Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está ampliamente distribuida y se encuentra bajo control oficial [FAO 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997; aclaración, 2005; aclaración CMF, 2012]
Prospección (de plagas)	Un procedimiento oficial que se aplica durante un período definido para determinar la presencia o ausencia de plagas en un área, o su delimitación o las características de una población de una plaga, en un área, lugar de producción o sitio de producción [FAO, 1990; revisado CEMF, 1996; CMF, 2015; CMF, 2019; anteriormente “encuesta”]

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Prospección de delimitación	Prospección realizada para establecer los límites de un área considerada infestada por una plaga o libre de ella [FAO, 1990; anteriormente “encuesta de delimitación”]
Punto de entrada	Aeropuerto, puerto marítimo, punto fronterizo terrestre o cualquier otro lugar oficialmente designado para la importación de envíos o la entrada de personas [FAO, 1995; revisado CMF, 2015]
Punto de control interno	Lugar oficialmente designado por la Agencia para ejercer el control oficial y delimitar un Área Libre de Plagas.
Rango de hospedantes	Especies capaces de sustentar una plaga específica u otro organismo, bajo condiciones naturales [FAO 1990; revisado NIMF 3, 2005; anteriormente “rango de hospederos”]
Reglamentación fitosanitaria	Norma oficial para prevenir la introducción o dispersión de las plagas cuarentenarias o para limitar las repercusiones económicas de las plagas no cuarentenarias reglamentadas, incluido el establecimiento de procedimientos para la certificación fitosanitaria [FAO, 1990; revisado NIMF 4, 1995; CEMF, 1999; CIMF, 2001]
Riesgo de plagas (para plagas cuarentenarias)	Probabilidad de introducción y dispersión de una plaga y magnitud de las potenciales consecuencias económicas asociadas a ella [NIMF 2, 2007]
Supresión	Aplicación de medidas fitosanitarias dentro de un área infestada para disminuir poblaciones de plagas [FAO, 1995; revisado CEMF, 1999]
Tratamiento*	Procedimiento oficial para matar, inactivar o eliminar plagas o para esterilizarlas o desvitalizarlas [FAO 1990; revisado FAO, 1995; NIMF 15, 2002; NIMF 18, 2003; CIMF, 2005]
Unidad de vigilancia	Área definida aleatoriamente en un mapa de riesgo en el cual se ubican los sitios de producción de musáceas, donde se realizarán actividades de vigilancia fitosanitaria; tiene una superficie de 100 ha, equivalentes a un pixel.
Vía	Cualquier medio que permita la entrada o dispersión de una plaga [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
Vigilancia	Un proceso oficial para recopilar y registrar información sobre la presencia o ausencia de una plaga mediante el uso de encuestas, monitoreo u otros procedimientos [CEMF, 1996; revisado CMF, 2015]

* Las definiciones se encuentran en revisión por parte del Comité de Medidas Fitosanitarias de la Convención Internacional de Medidas Fitosanitarias.

3.5 Abreviaturas

Tabla No. 3 Abreviaturas

ARP	Análisis de Riesgo de Plagas
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CIBE	Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
CIPF	Convención Internacional de Protección Fitosanitaria
FAM	6 - Fluorescein amidite
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ONUAA
Foc R4T	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

JOE	4-5-Dichloro carboxy fluorescein
NGS	Secuenciación de las Siguiete Generación (por sus siglas en inglés Next Generation Sequencing)
NIMF	Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias
OIRSA	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
OMC	Organización Mundial de Comercio
ONPF	Organización Nacional de Protección Fitosanitaria
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa (por sus siglas en inglés Polymerase Chain Reaction)
PFM	Permiso Fitosanitario de Movilización
VCG	Grupos de Compatibilidad vegetativa (por sus siglas en inglés Vegetative Compatibility Group)

3.6 Base legal

El presente Plan de Contingencia se encuentra armonizado con la siguiente base legal fitosanitaria internacional y nacional:

- a) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 1: Principios fitosanitarios para la protección de las plantas y la aplicación de Medidas Fitosanitarias en el comercio internacional (2006)
- b) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 4: Requisitos para el establecimiento de áreas libres de plagas (2017)
- c) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 5: Glosario de términos fitosanitarios (2020)
- d) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 6: Vigilancia (2019)
- e) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 8: Determinación de la situación de una plaga en un área (2017)
- f) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 9: Directrices para los programas de erradicación de plagas (2016)
- g) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 10: Requisitos para el establecimiento de lugares de producción libres de plagas y sitios de producción libres de plagas (2016)
- h) Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF No. 17: Notificación de plagas (2017)
- i) Decisión 515 de la Comisión de la Comunidad Andina: Sistema Andino de Sanidad Agropecuaria
- j) Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, publicada en el Registro Oficial Suplemento 27 de 03 de julio del 2017.
- k) Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, publicada en el Registro Oficial Suplemento 091 del 29 de noviembre del 2019.
- l) Resolución No. 154 del 23 de septiembre de 2010, en la cual se aprueba el Manual Operacional de Vigilancia Fitosanitaria; y sus actualizaciones.
- m) Resolución 048 (Mayo, 2011) “Medidas y requisitos para la importación de plantas in vitro de musáceas”; y sus actualizaciones.
- n) Acuerdo Ministerial 412 (septiembre, 2014) “Establece el Plan Nacional de contingencia para Foc R4T”.
- o) Resolución 145 (Junio, 2015) “Desinfección de contenedores que ingresan al país por puertos y terminales”; y sus actualizaciones.
- p) Resolución 222 (Julio, 2015) “Desinfección de calzado de pasajeros en aeropuertos que reciban vuelos internacionales”; y sus actualizaciones

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

- q) Resolución 055 (Mayo, 2017) “Conformación del Comité Interinstitucional de trabajo para la prevención del ingreso de Foc R4T”; y sus actualizaciones
- r) Resolución 087 (Julio, 2017) “Desinfección de calzados de pasajeros y tripulantes en puertos marítimos y terminales portuarias del país”; y sus actualizaciones.
- s) Resolución 110 (Junio, 2019) “Guía de medidas fitosanitarias para sitios de producción de musáceas”.
- t) Procedimiento PEE/BM/40. (Agosto, 2019) “Diagnóstico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 4 tropical mediante PCR en tiempo real”; y sus actualizaciones
- u) Resolución 133 (Mayo, 2014) “Manual General de Cuarentena Vegetal”; y sus actualizaciones.
- v) Resolución 157 (Agosto, 2019) “Reporte del resultado de diagnóstico de laboratorio de plagas de Sanidad Vegetal previo a la notificación a la ciudadanía”

3.7 Punto oficial de contacto

El punto oficial de contacto en la República de Ecuador es la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. Todas las comunicaciones en relación con este plan de contingencia deben ser dirigidas a:

Director Ejecutivo

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario

República de Ecuador

Dirección: Av. Eloy Alfaro N30-316 y Amazonas, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 7 mo. Piso y/o Av. Interoceánica Km. 14 ½ y calle Eloy Alfaro sector La Granja MAG, Tumbaco.

Teléfono: 593 2 382 8860

e-mail: direccion@agrocalidad.gob.ec; relaciones.internacionales@agrocalidad.gob.ec

Sección 4. Información de la plaga

Fusarium oxysporum f. sp. *ubense* (Foc) es un hongo que causa el marchitamiento en las musáceas y es considerado como la plaga más devastadora para este cultivo a nivel mundial. A principios del siglo XX la marchitez por *Fusarium* causó importantes pérdidas en las plantaciones de la United Fruit y Standard Fruit de Panamá de donde adquirió el nombre común de “Mal de Panamá” con el cual se conoce a la enfermedad, sin embargo, debe ser evitado y ser sustituido por nombres técnico como: Marchitez por *Fusarium* de las musáceas (Dita *et al.*, 2013).

La denominación de Raza 4 tropical es el nombre asignado a la cepa del hongo que causa el marchitamiento del banano incluida a la variedad Cavendish, y tiene una rápida propagación, actualmente se cuenta con reportes de la presencia de la plaga en veinte países productores de banano y es motivo de gran preocupación a nivel global, con énfasis en América Latina y el Caribe. Desde su primer reporte, en el sureste asiático en 1967, ha tenido transcendencia intercontinental, al reportarse en África en el año 2013 y en el continente americano en el año 2019. (Martínez-Solórzano., *et al.*, 2020)

Al ser Foc R4T un hongo del suelo, no puede ser controlado con la utilización de fungicidas y no puede ser erradicado del suelo utilizando fumigantes; la capacidad del hongo para sobrevivir décadas en el suelo junto con sus letales impactos y amplio rango de hospederos, es la razón principal por lo que es considerado como una de las mayores amenazas para la producción del banano. (Promusa, 2020)

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

Las estructuras de reproducción del hongo, entre ellas microconidias, macroconidias y clamidósporas, pueden dispersarse fácilmente mediante el movimiento de suelo, agua y material vegetal infectado.

Las principales vías de dispersión de este hongo son:

- Uso de material de propagación infectado (cormos, hijuelos)
- Vestimenta y calzado de personas que hayan estado en contacto con cultivos en países afectados por Foc R4T
- Suelo contaminado (adherido a vehículos, calzado, herramientas de trabajo, maquinaria, contenedores y muestras de suelo)
- Ingreso al país con objetos elaborados con material vegetal de musáceas (fibras naturales)
- Agua contaminada (de riego o esorrentía)
- Presencia de residuos vegetales contaminados en el cultivo
- Presencia de insectos plaga, animales domésticos y silvestres dentro del área de cultivo

El presente Plan de contingencia, en su Anexo 1, presenta la ficha técnica de la plaga que permite conocer con mayor detalle la información biológica y económica de la misma.

Sección 5. Procedimientos de Exclusión

La implementación de medidas fitosanitarias que permitan mantener ausente a la plaga en el país y en un área reglamentada requerirá que la Agencia aplique ciertas medidas de control a las plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados que constituyen vías de ingreso de la plaga, mismos que han sido determinados a través del Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) de Foc R4T. Estas medidas establecidas mediante resolución técnica pueden incluir:

- Reglamentación de la plaga en la lista de plagas cuarentenarias
- Especificación de requisitos fitosanitarios de importación al material propagativo
- Desinfección de contenedores, maquinaria agrícola y caminera usada, implementos agrícolas, vehículos y calzado de pasajeros
- Control de equipaje de pasajeros internacionales en puntos de entrada
- Implementación de estructuras físicas de desinfección y procedimientos en puntos de entrada y puntos de control internos (pediluvios, arcos de desinfección y rodiluvios)
- Implementación de medidas fitosanitarias de bioseguridad en los lugares de producción
- Capacitación y divulgación de la importancia de la plaga y de las medidas fitosanitaria de exclusión
- Aplicación de tratamientos fitosanitarios
- Vigilancia Fitosanitaria específica
- Otras determinadas por la Agencia previa justificación técnica

5.1 Medidas fitosanitarias para la importación de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados

5.1.1 Medidas fitosanitarias para material vegetal de propagación

La importación de material vegetal propagativo *in vitro* de musáceas está condicionado a la elaboración y resultados del estudio de Análisis de Riesgo de Plagas, que establece requisitos generales y específicos que mitiguen el riesgo del ingreso de la plaga.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

5.1.2 Desinfección de maquinaria agrícola y caminera usada

Para el ingreso de maquinaria usada, agrícola, caminera, industrial, entre otros, se debe ejecutar un tratamiento fitosanitario de desinfección, con el producto y la dosis establecida por la Agencia; éste se aplicará posterior a un lavado que permita la eliminación de suelo adherido.

5.2 Medidas fitosanitarias en puntos de entrada

Establecimiento de medidas fitosanitarias que mitiguen el riesgo de ingreso de la plaga, a través de actividades que no son consideradas comerciales, pero que representan un riesgo al estar asociadas a las vías determinadas en el ARP de Foc R4T como:

- Ingreso de plantas de musáceas, plantas ornamentales de musáceas, partes vegetales de musáceas (hijuelos o vástagos, rizomas, pseudotallos, rizomas y cormos) en equipaje de acompañamiento.
- Suelo contaminado adherido al calzado u otro artículo de personas que ingresan al país.
- Suelo por sí mismo –como muestras para investigación.
- Herramientas y/o equipos contaminados con restos o residuos vegetales.
- Ingreso de vehículos de transporte con medios de embalaje o contenedores que estuvieron en contacto con suelo infestado.

5.2.1 Control de equipaje acompañante

Basados en que el mayor riesgo de introducción de plagas se produce por la movilidad humana y de su equipaje acompañante, la Agencia aplica controles permanentes a los pasajeros que ingresan al país basados en un perfilamiento, mismo que toma en cuenta las siguientes variables relacionadas al origen, época del año, tipo de equipaje y propósito de ingreso:

- a) Pasajeros provenientes de países que reporten la presencia de Foc R4T.
- b) Docentes, conferencistas, investigadores y técnicos que ingresan al país para capacitaciones y congresos sobre temas agrícolas.
- c) Pasajeros con registros de intercepciones de plantas, productos vegetales u otros artículos reglamentados.
- d) Pasajeros que regresan de talleres o exposiciones sobre temas agropecuarios.
- e) Pasajeros con cajas de cartón y equipos que conservan el frío.
- f) Pasajeros que retornan de manera definitiva al país.
- g) Equipaje olvidado.
- h) Otras variables que la Agencia determine previa justificación técnica.

Adicionalmente, se toma en cuenta la conducta de los pasajeros y/o tripulantes, poniendo mayor atención cuando se observen comportamientos evasivos o con resistencia al control.

Las plantas, partes de plantas y productos vegetales decomisados durante la inspección al equipaje de acompañamiento de pasajeros deben destruirse por incineración u otro medio disponible, su movilización se realizará en fundas de polietileno para evitar la diseminación de plagas en el ambiente y serán tratados con la solución desinfectante establecida por la Agencia, previo a ser enviados a los centros de manejo de basura en los puntos de control (incineración – auto clavado).

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

En caso de verificarse artículos reglamentados (zapatos, ropa, botas, herramientas, equipos, entre otros) con presencia de suelo o materia orgánica, se deberá realizar un proceso de limpieza y desinfección. El suelo proveniente de la limpieza de los artículos reglamentados, deberá ser colocado en una funda plástica y enviado para manejo de desechos en los puntos de control (incineración - auto clavado).

5.2.2 Tratamiento de calzado

En los puntos de ingreso al país (terrestre, aéreo, fluvial y marítimo) la Agencia establece normativa para la implementación y mantenimiento de sistemas de desinfección de calzado (mantas de desinfección, pediluvios, etc.) con la finalidad de mitigar el ingreso de estructuras del hongo Foc R4T, que podrían venir adheridas al suelo en el calzado de las personas; el proceso de desinfección en cuanto a productos y dosis se realiza según lo establecido por la Agencia.

5.2.3 Control de medios de transporte

El suelo contaminado adherido a los medios de transporte que ingresan al país constituye una vía de entrada y dispersión de la plaga; por lo cual la Agencia a través de normativa técnica controla la desinfección de los medios de transporte que ingresan al Ecuador, con la implementación de:

- Sistemas de desinfección de vehículos livianos y de carga en los puntos de control terrestres.
- Implementación de arcos de desinfección y rodiluvios para la desinfección del 100% de contenedores que ingresen al territorio nacional, a través de los puertos marítimos, puertos alternos y terminales portuarios.
- Inspección del medio de transporte para verificar que no ingresen plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados que constituyan una vía para de la plaga.

5.3 Tratamiento Fitosanitario

Se recomienda la utilización de Amonio Cuaternario de cuarta o quinta generación, como tratamiento fitosanitario para la ejecución de las medidas fitosanitarias de desinfección de calzado, vehículos, herramientas, contenedores y otros artículos reglamentados de acuerdo a la dosis y tiempo establecidos.

La Agencia a través de comunicados oficiales y campañas de difusión y basada en investigación a nivel nacional o internacional, actualizará los productos y dosis recomendados para la desinfección que permita una rotación en su uso a fin de evitar resistencia.

5.4 Medidas Fitosanitarias en lugares de producción

Los productores de musáceas deberán implementar las medidas fitosanitarias establecidas en la normativa técnica vigente. De manera general deberán zonificar su lugar de producción, estableciendo tres zonas:

- Exclusión.- limita el ingreso de personal ajeno al lugar de producción
- Separación.- registro del ingreso de visitas al lugar de producción, establece sistemas de desinfección de calzado y de vehículos propios del cultivo.
- Cultivo.- áreas de desinfección de herramientas, calzado y maquinaria, área para manejo de desechos.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Adicionalmente al ser Foc R4T una plaga del suelo y de fácil dispersión por agua, se recomienda implementar un sistema de riego, usando pozos subterráneos que eviten la dispersión de Foc R4T a través de arrastre de sedimentos en los canales de riego y reservorios de agua; así como las demás descritas en la normativa vigente.

5.5 Articulación para la generación de estrategias de prevención y control

La conformación de comités y/o equipos especializados de trabajo establecidos por normativa; enfocada a consolidar la coordinación interinstitucional y la creación de alianzas entre el sector público y privado para fortalecer la prevención y la capacidad de respuesta frente a Foc R4T, promoviendo la integración de los actores nacionales; el reforzamiento de la base legal y regulatoria y la responsabilidad de toda la sociedad en defensa de un bien público, como lo es el estatus fitosanitario.

A través de esta articulación estratégica se diseña e implementa campañas de difusión, capacitación y comunicación dirigidas al sector productor de musáceas y público en general.

5.6 Sistema de Vigilancia Fitosanitaria

El Sistema de Vigilancia Fitosanitaria de la Agencia se encuentra distribuido a nivel nacional en Ecuador continental, mismo que a través de los inspectores fitosanitarios quienes realizan prospecciones en los cultivos de musáceas, de exportación o de consumo nacional, identifican oportunamente la presencia o ausencia de plagas como Foc R4T.

La información que genera el Sistema de Vigilancia Fitosanitaria, es de suma importancia debido a que permite mantener actualizado el estatus fitosanitario de la plaga Foc R4T, adicionalmente permitirá el accionar inmediato frente a la identificación de incursiones o brotes con base a los procedimientos establecidos en el presente documento.

Sección 6 Vigilancia Fitosanitaria

La vigilancia fitosanitaria en el cultivo de musáceas, sea de oficio o mediante un aviso fitosanitario, tiene por finalidad detectar y delimitar de ser el caso la presencia de Foc R4T y otras plagas de forma oportuna, así como mantener la información fitosanitaria actualizada para implementar las acciones de prevención en la entrada, establecimiento y/o diseminación de la plaga en el país. Las prospecciones para Foc R4T se realizarán con base en mapas de riesgo y avisos fitosanitarios.

El sistema de vigilancia fitosanitaria comprende la vigilancia general y vigilancia específica. La vigilancia fitosanitaria general, corresponde a actividades de recopilación de información sobre plagas reglamentadas o de importancia económica, obtenida de diversas fuentes nacionales e internacionales, públicas o privadas. La vigilancia fitosanitaria específica, es un proceso a través del cual es posible detectar, delimitar o verificar la presencia de plagas reglamentadas o de importancia económica, mediante el levantamiento de información *in situ*.

Las actividades de vigilancia específica se realizan tanto para determinar la posible ocurrencia del brote inicial de Foc R4T en el territorio nacional (prospección de detección) y, después del primer hallazgo, determinar la

**PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*
Raza 4 Tropical (Foc R4T)**

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

dispersión de la plaga (prospección de delimitación) o dar seguimiento a la evolución de la enfermedad (monitoreo).

6.1 Aviso Fitosanitario

La participación de los productores y el personal de campo es fundamental en la detección de plantas con sintomatología sospechosa, puesto que tienen acceso permanente al cultivo y pueden recorrer toda la finca y observar las plantas al realizar las labores agrícolas; es así que la capacitación del personal de campo en cuanto a la identificación de síntomas de Foc R4T y qué hacer en caso de sospecha, es imprescindible.

Al encontrar una o varias plantas con sintomatología sospechosa de Foc R4T, el productor, trabajador u otra persona particular debe realizar lo siguiente:

- a) Realizar el aviso fitosanitario de manera inmediata a la Agencia.
- b) No manipular la planta afectada.
- c) Delimitar la zona aproximadamente 10 metros alrededor de la planta afectada con sogas, zuncho, cinta plástica, alambre, etc.
- d) Prohibir el acceso de personas a esta zona.
- e) No realizar labores agrícolas en las plantas de la zona delimitada.
- f) Limitar el ingreso de animales a la zona delimitada.

El aviso fitosanitario a la Agencia lo puede realizar cualquier persona natural o jurídica a través de los siguientes medios:

- a) Llamada telefónica al 1 800-AGRO00 (1 800 247 600) o 382 88 60 ext. 1061
- b) Correo electrónico a vigilancia.fitosanitaria@agrocalidad.gob.ec, o comunicacion@agrocalidad.gob.ec
- c) Aplicativo AGROMOVIL
- d) Personalmente, acercándose a las Direcciones Distritales Tipo A, Tipo B, Jefaturas de Servicio de Sanidad Agropecuaria y oficinas de la Agencia en todo el país.

La persona responsable del aviso debe proporcionar su nombre, número telefónico, dirección y/o referencias de la posible finca afectada, así como información del cultivo o producto afectado.

Una vez recibido el aviso fitosanitario, la Agencia a través del inspector fitosanitario de forma inmediata y en coordinación con el responsable del aviso fitosanitario realizará la inspección *in situ*, con la finalidad de que lo guíe al punto exacto donde encontró la planta sospechosa, de ser el caso. Para la inspección se deberá tomar en cuenta el procedimiento establecido en el ítem 6.3 del presente documento.

6.2 Mapas de riesgo para la prospección de detección

La prospección de detección en musáceas se realizará en función del mapa “Zonas de riesgo para la posible presencia de Foc R4T en Ecuador” (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, 2020), mismo que representa gráficamente la vulnerabilidad y la exposición frente a la amenaza del ingreso de la plaga y su probabilidad de diseminación en los cultivos a nivel nacional. Las prospecciones empezarán desde los sitios de producción ubicados en las zonas de riesgo alto, hacia las zonas de riesgo medio y bajo.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>ubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

En el mapa de riesgo se definen las “unidades de vigilancia” en las que se van a realizar las prospecciones de manera aleatoria (Figura 1); cada unidad tiene una superficie de 100 ha (equivalente a 1 pixel o unidad mínima de resolución del mapa de riesgos).

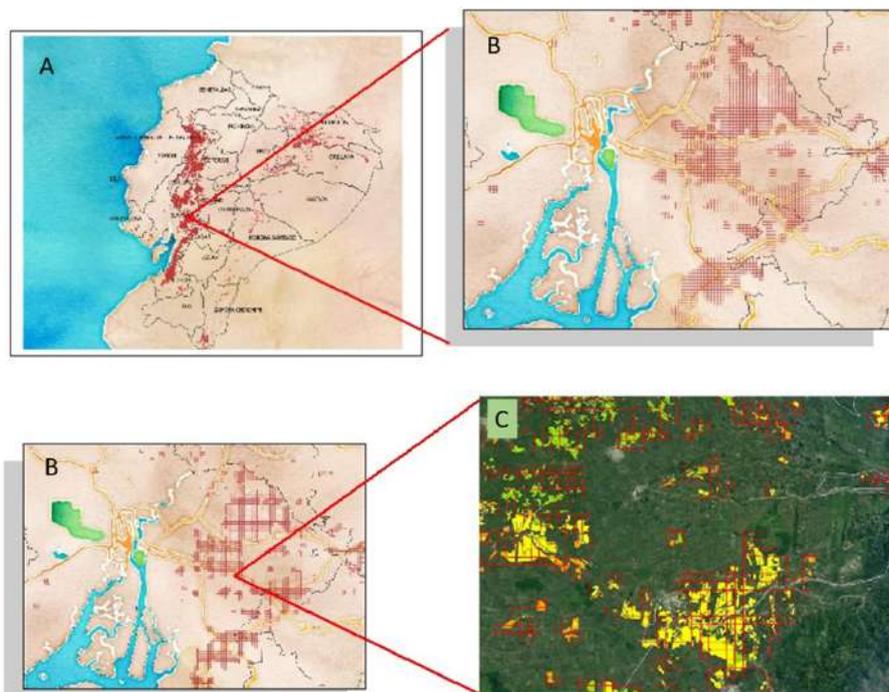


Figura 1: Establecimiento de unidades de vigilancia aleatorias, con base en mapas de riesgo. (A) Mapa nacional de zonas de riesgo, (B) Zona de riesgo ampliada, (C) Unidades de vigilancia aleatorias definidas por cuadrículas de 100 ha (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, 2020)

Los mapas de riesgo con las unidades de vigilancia y sus coordenadas de ubicación, serán remitidas a las Direcciones Distritales de la Agencia para que los inspectores fitosanitarios ubiquen el sitio con el GPS y realicen los recorridos de vigilancia en los lugares de producción, conforme al procedimiento detallado en el punto 6.3 del presente documento.

6.3 Procedimiento de prospección en campo

Para realizar las prospecciones en cultivos de musáceas, los inspectores fitosanitarios de la Agencia deben estar previamente capacitados y especializados en procedimientos de prospección y reconocimiento de síntomas de Foc R4T y diferenciación con otras plagas como ralstonia, bacteriosis, entre otras; así como en el proceso de toma y conservación de muestras de tejido vegetal.

Antes de empezar las actividades de prospección en cultivos de musáceas, sea de oficio o por un aviso fitosanitario, los inspectores fitosanitarios deberán tomar en cuenta lo siguiente:

1. Tener a disposición los siguientes materiales en el kit de prospección:
 - Solución de Amonio Cuaternario (de cuarta o quinta generación) u otro desinfectante recomendado por la Agencia, a la concentración y dosis indicadas. Esta solución será utilizada

para todas las actividades en las que se requiera desinfección (pediluvios, atomizadores). La solución debe ser preparada cada día.

- Atomizador
 - Cubre botas plásticas
 - Guantes desechables
 - Pintura en aerosol roja o fluorescente (de preferencia) u otro tipo de distintivo para marcar plantas
 - Cinta de seguridad (peligro o cuarentena)
 - Pediluvio portátil
 - GPS
 - Cámara fotográfica
2. Deberá coordinar con el productor el ingreso a su propiedad para realizar los recorridos por el cultivo.
 3. Al iniciar las actividades de prospección, los inspectores desinfectarán su calzado en el pediluvio portátil, durante 30 segundos en la solución desinfectante descrito en el punto 1 de la sección 6.3.
 4. La superficie a prospectar está determinada por el tamaño del cultivo, dentro de una zona de alto riesgo, en donde se realizarán los recorridos considerando lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla No. 4 Superficie de prospección

Superficie total	Superficie de prospección
Menor a 1 ha	Total
1 a 5 ha	1 ha
Mayor a 5 y menor a 12 ha	2 ha
Mayor de 12 ha	1 ha cada 4 ha

5. Priorizar las áreas críticas de la finca, ya que representan un mayor riesgo de apareamiento de un brote, principalmente cuando las fincas a prospectar son muy grandes (mayores a 30 ha) y no es posible realizar los recorridos en toda la superficie; las siguientes áreas son consideradas críticas:
 - a) Área de ingreso a la finca;
 - b) Áreas de cultivos colindantes con vías, caminos internos o con alta circulación vehicular y de personal;
 - c) Áreas aledañas al cable vía;
 - d) Áreas aledañas a fuentes de agua, canales de drenaje o susceptibles a encharcamientos e inundaciones;
 - e) Áreas cercanas al centro de acopio o empaque;
 - f) Áreas que no tienen barreras físicas con fincas vecinas;
 - g) Áreas donde con renovación de plantación en los últimos 6 meses por problemas fitosanitarios
 - h) Siembras nuevas
 - i) Áreas que recibieron visitas de expertos nacionales o internacionales
6. Solicitar al productor información o registro de la finca, como manejo agronómico y fitosanitario del cultivo, movimiento de vehículos, personal interno y visitantes, procedencia del material de propagación y si la finca recibió visitas procedentes del extranjero y cuándo, con el fin de analizar la probabilidad de contacto con personas de países donde la plaga está presente.
7. Los recorridos se realizarán a pie, paralelamente al camino, cable vía, canal de drenaje primario o secundario o alrededor del centro de empaque (Figura 2), procurando tener visibilidad clara de hasta

5 plantas a cada lado. En el caso de canales de drenaje terciarios, se puede priorizar aquellos que tengan mayor flujo de agua. Las plantas que muestren amarillamiento o necrosis en los bordes, franjas cloróticas o marchitez en las hojas bajas, serán inspeccionadas detenidamente en busca de más síntomas externos asociados a Foc R4T (Anexo 1, Ficha técnica).



Figura 2: Recorridos de vigilancia en cultivos de musáceas priorizando las áreas del lugar de producción

8. Si durante el recorrido se detectan plantas con síntomas sospechosos de Foc R4T, el inspector fitosanitario debe seguir el procedimiento establecido para atender un hallazgo inicial de un evento sospechoso.

6.4 Hallazgo inicial de un evento sospechoso

El inspector fitosanitario que al realizar la prospección de musáceas identifique una o varias plantas con presencia de sintomatología asociada a Foc R4T, debe realizar lo siguiente:

- a) Marcar con una letra "F" en el pseudotallo de la planta sospechosa con pintura en aerosol. Figura 3.



PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

Figura 3: Marcación de pseudotallo de una planta sospechosa

- b) Registrar las coordenadas de la planta en el aplicativo móvil de la Agencia.
- c) Tomar varias fotografías a la planta afectada: de toda la planta, con las plantas circundantes, hojas con síntomas de amarillamiento, del pseudotallo (sobre todo si hay rajaduras en la base), del racimo (si lo hay) y del área afectada.
- d) Colocar cinta de seguridad 10 m alrededor de la planta sospechosa, formando un cuadrante de 20m x 20m. Figura 4
- e) Registrar el número de plantas del área afectada, número de hijuelos que podrían trasplantarse (colinos) y los racimos y su estado de madurez, con el fin de evitar que el productor movilice material vegetal fuera del área afectada (inventario).



Figura 4: Delimitación del área afectada

- f) Desinfectar el calzado y alejarse de la planta.
- g) Informar al personal autorizado y especializado de la Agencia de la presencia de un evento sospecho, para que proceda con la toma de muestras en un periodo de tiempo no mayor a 24 horas, siguiendo el protocolo establecido.
- h) Informar al propietario de la finca o al administrador del cultivo, que se encontró una planta sospechosa (o varias) por lo cual se implementarán “MEDIDAS FITOSANITARIAS DE PREVENCIÓN” hasta contar con el resultado del análisis de laboratorio que descarte o confirme la presencia del hongo. Estas medidas son:
 - i. Restringir el ingreso de personas a esta área, ni siquiera para realizar labores agrícolas.
 - ii. Restringir el movimiento de animales, vehículos, equipamiento desde y hacia el sitio afectado.
 - iii. Prohibir la movilización de suelo, material vegetal, incluyendo los racimos.
 - iv. Limitar el riego y aguas de escorrentía al y desde el sitio afectado.
 - v. Prohibir la movilización de herramientas, equipos y otros materiales de la zona afectada a menos que sean descontaminados (lavados y desinfectados).
- i) El personal especializado enviará la muestra de tejido vegetal de la planta sospechosa al laboratorio de la Agencia, tomado en cuenta el procedimiento establecido en el ítem 7.2 y 7.3.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

- j) El laboratorio de la Agencia entregará los resultados del análisis de las muestras, para el diagnóstico oficial de Foc R4T mediante biología molecular, en un plazo de 48 horas, en el caso de:
- Resultado negativo para Foc R4T, el inspector fitosanitario debe informar inmediatamente al productor y levantará las medidas fitosanitarias de prevención establecidas.
 - Resultado positivo para Foc R4T, el inspector debe activar el Plan de acción de Foc R4T.

6.5 Informe ante el hallazgo inicial de un evento sospechoso

El inspector fitosanitario de la Agencia deberá informar inmediatamente al Director Distrital y éste a su vez a la Coordinación General de Sanidad Vegetal; mientras a la par se elabora un informe que documente el hallazgo inicial de un evento sospecho, el mismo será remitido a la brevedad posible a la Coordinación General de Sanidad Vegetal a través del órgano regular correspondiente, con la finalidad de que se analice la información y se tomen las acciones oportunas. El informe debe contener la siguiente información:

- a) Nombre del sitio de producción, incluyendo el lote donde se realizó la prospección
- b) Ubicación geográfica
- c) Hospedantes infestados en el lugar (tipo de hospedantes), nombre científico y variedad
- d) Estado fenológico del hospedante infestado
- e) Extensión e impacto del daño y nivel de incidencia de la plaga
- f) Cómo fue detectada la plaga (aviso fitosanitario o vigilancia específica)
- g) Origen del material propagativo utilizado recientemente para resiembra
- h) Movimiento de personas, productos, equipos y medios de transporte
- i) Posibles mecanismos de diseminación dentro del área
- j) Condiciones climáticas y del suelo
- k) Condiciones de las plantas infestadas
- l) Prácticas agronómicas del cultivo (edad del cultivo)
- m) Detalles de medidas que se hayan tomado en el lugar de la incursión o brote de la plaga (tratamiento o destrucción del material hospedante, establecimiento de restricciones y medidas provisionales de cuarentena)

Esta información permitirá realizar un primer diagnóstico y determinar las posibles vías por las cuales la plaga fue introducida al país, así como mitigar el riesgo de nuevas introducciones y la identificación de potenciales opciones de exclusión; es necesario considerar el origen geográfico de la plaga tomando en cuenta el origen del material vegetal, país re-exportador y país de tránsito.

6.6 Procesamiento de la información de Vigilancia Fitosanitaria

La información recopilada mediante las prospecciones en los cultivos, es levantada en el aplicativo móvil de vigilancia fitosanitaria o en el medio que para tal efecto se determine y registrada en bases de datos. Esta información es la base para la elaboración de informes y mapas en relación al monitoreo de la plaga, con el fin de:

- Determinar la situación de la plaga.
- Elaborar informes que sustenten la implementación del control oficial de la plaga, campañas y emergencias fitosanitarias.
- Apoyar la ejecución del control oficial de la plaga.
- Sustentar las declaraciones de áreas libres y de baja prevalencia, lugares libres de plagas y sitios libres de la plaga, si fuera necesario.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

- Informar la condición de la plaga al país y a organizaciones internacionales, cuando lo requieran.

Sección 7. Identificación de Foc R4T

7.1 Metodología para la toma de muestras

Únicamente los técnicos fitosanitarios de la Agencia, que han sido especializados en reconocimiento de síntomas y toma de muestras para Foc R4T, pueden ingresar al área afectada, para coleccionar la muestra que permitirá el diagnóstico oficial de esta plaga, siguiendo estrictamente los procedimientos de bioseguridad y movilización del material afectado.

Si en la finca se encuentran varias plantas con sintomatología similar cercanas entre sí, se puede tomar una sola muestra. Si las plantas están distantes y aisladas, se debe tomar una muestra de cada planta sintomática.

7.1.1 Materiales

- Solución desinfectante de acuerdo al punto 5.3
- Cinta de seguridad (preferiblemente roja)
- Overol desechable
- Protectores de botas desechables
- Guantes desechables
- Plástico negro resistente de aproximadamente 2x2 m
- Atomizadores
- Pediluvio portátil
- Navaja o cuchillo
- Papel absorbente (servilletas gruesas o toallas de papel cortadas)
- Bolsas de papel (opcional)
- Bolsas plásticas pequeñas
- Bolsas de cierre hermético
- Frascos viales
- Etiquetas
- Cinta adhesiva ancha
- Cooler – caja refrigerante
- Gel refrigerante
- Cámara fotográfica
- GPS
- Insecticida de contacto (a manera de repelente)
- Fundas de basura
- Marcador indeleble y esfero

El inspector fitosanitario, deberá asegurarse de disponer de todas las herramientas necesarias para ejecutar esta labor. El material deberá estar limpio y ordenado antes de proceder al muestreo y desinfectar antes e inmediatamente después de cada toma de muestra.

El material de empaque como fundas y papel absorbente deberá ser nuevo y encontrarse listo previamente. El papel absorbente o bolsa de papel se doblará y colocará dentro de la bolsa de plástico de cierre hermético, junto con la bolsa plástica pequeña etiquetada.

7.2 Medidas de bioseguridad para la toma de muestras

Para proceder a la toma de muestra del tejido vegetal, de preferencia, se debe contar con dos técnicos especializados (el colector y un asistente) a fin de que puedan apoyarse mutuamente en el proceso, para evitar contaminación del sitio. Si esto no es posible, el técnico colector debe desinfectar continuamente todos los materiales conforme los utilice.

- Antes de ingresar al área afectada, los técnicos desinfectarán su calzado por 30 segundos en el pediluvio portátil y la solución desinfectante recomendada por la Agencia.



Figura 5: Desinfección del calzado

- Se desinfectarán el calzado y se colocarán el equipo de bioseguridad: overol, guantes y protectores de botas antes de ingresar al área.
- Se debe colocar una lámina de plástico resistente para cubrir el suelo adyacente a la planta sospechosa, debajo del lugar del pseudotallo donde se va a recolectar la muestra. Esta lámina sirve para colocar todos los materiales a usarse e impedir que los fluidos de la planta o residuos vegetales que podrían liberarse al momento de la toma de muestra lleguen al suelo (Figura 6A).
- Los técnicos colocarán todos los materiales necesarios al alcance para realizar el procedimiento (Figura 6 B y C). La etiqueta previamente llena, debe contener datos como: provincia, cantón, parroquia, sitio de recolección, coordenadas, cultivo hospedero, código de muestra, fecha de recolección y nombre del recolector. El código de la muestra es generado por el aplicativo móvil de la Agencia.
- El técnico colector deberá estar parado dentro del plástico protector durante todo el proceso. El asistente puede estar dentro del plástico o fuera de este, pero a una distancia que le permita acercarse a los materiales al técnico colector.



Figura 6A: Preparación del sitio para la toma de muestras (Department of Agriculture and Fisheries-Biosecurity of Queensland, 2016)



Figura 6B y C: Preparación del sitio para la toma de muestra (Department of Agriculture and Fisheries-Biosecurity Queensland, 2016).

7.3 Método de muestreo por corte de ventana

Se considera que este proceso de muestreo es el menos destructivo, permite observar los síntomas internos en la planta y tomar la muestra con bajo riesgo de dispersión del patógeno.

La muestra debe consistir en fragmentos de pseudotallo con vasos vasculares necrosados (filamentos), que indican la colonización del sistema vascular causada por el patógeno. El procedimiento es el siguiente:

- Desinfectar la herramienta de corte (cuchillo o navaja) con la solución desinfectante.
- Retirar restos de hojas o residuos de vainas o chantas del pseudotallo, para aclarar el área donde se va a realizar la incisión. Estos residuos vegetales deben colocarse sobre el plástico.
- Localizar la primera hoja bajera que presente síntomas de amarillamiento o necrosis y seguir la vaina foliar hacia abajo en el pseudotallo, donde es más probable encontrar haces vasculares obstruidos y, por tanto, es el lugar más apropiado para realizar el corte.
- Realizar un corte rectangular en el pseudotallo de más o menos 10 cm de largo por 5 cm de ancho, aproximadamente a 50 cm de altura desde de la base de la planta. Evitar realizar el corte en áreas donde exista descomposición avanzada del tejido de la planta, de acuerdo a la Figura 7.



Figura 7: Ubicación del corte de ventana

- e) Continuamente limpiar con papel toalla los fluidos de la planta para que no lleguen al suelo. Se recomienda realizar el corte inferior con una inclinación hacia abajo, a fin de que la mayor parte de fluidos queden retenidos en el pseudotallo.
- f) Si en el primer corte no se encuentran haces vasculares necrosados, se puede tomar una muestra adicional más abajo y ligeramente diagonal al primero.
- g) Retirar la primera capa de pseudotallo y colocarla sobre el plástico evitando el contacto con el suelo y conservarla hasta el final del proceso.
- h) Extraer los fragmentos cortados de tejido interno necrótico (muestra). No se requiere una muestra muy grande, en tanto que contenga los hilos necróticos visibles; tampoco debe recolectarse muestras de tejido demasiado dañado.
- i) Envolver en papel absorbente y colocar dentro de la bolsa de papel y ésta dentro de la bolsa plástica previamente etiquetada. Todo esto se colocará en una bolsa de cierre hermético bien sellada, procurando que no quede mucho aire en el interior.
- j) Alternativamente, se puede recortar fragmentos de tejido con hilos necróticos (de 30 a 50 gramos) y colocarlos en un frasco vial. Después colocarlo en una bolsa plástica etiquetada. (Figura 8)



Figura 8: Recorte de fragmentos de tejido vegetal y empaque de la muestra

- k) Las muestras de tejido no deben tener contacto con el suelo debido al riesgo de propagar la plaga y/o contaminar la muestra. Es importante recalcar que el técnico colector no debe tocar las bolsas de plástico, será el acompañante el responsable de su manipulación. Una vez empacada la muestra, se la colocará en un recipiente individual (cooler) con gel refrigerante. El recipiente será asegurado con cinta o con un sello que especifique que es material de riesgo. (Figura 9)



Figura 9: Empaque de la muestra

- l) Una vez extraídas las muestras, colocar los fragmentos vegetales residuales dentro del agujero y volver a poner la primera capa de pseudotallo en el lugar original para taparlo.
- m) Rociar con insecticida el corte y cubrir envolviendo con cinta adhesiva. Esto tiene el objetivo de no dejar expuestos tejidos de la planta muestreada para evitar o reducir la esporulación del patógeno, el contacto de insectos u otros animales, así como la exposición a la lluvia y el viento. Si se realizaron varios cortes en el pseudotallo, es necesario que todos sean sellados de esta manera.
- n) Volver a rociar insecticida en el pseudotallo y alrededor de la base, con el fin de repeler a los insectos que pueden acercarse. (Figura 10)



Figura 10: Protección del área de toma de muestras

- o) Desinfectar nuevamente todos los materiales antes de guardarlos.
- p) El técnico se retirará el overol de seguridad y los cubre botas antes de salir del plástico protector, cuidando que las botas no toquen el plástico. Además, recogerá todos los residuos vegetales resultantes y los desechos de materiales al centro del plástico y los colocará en una bolsa de basura. Ni los desechos ni la bolsa de basura deben tocar el suelo en ningún momento y deben incinerarse lo más pronto posible en el área de disposición de residuos de la finca o en otro lugar adecuado, aislado del área de cultivo.
- q) Al salir del área afectada, deberán limpiar y desinfectar muy bien el calzado en el pediluvio portátil.
- r) Las muestras deben mantener la cadena de frío ($5 \pm 3^{\circ}\text{C}$) desde el sitio de muestreo hasta el laboratorio y deben ser enviadas al mismo en máximo a las 24 horas del muestreo. Las cajas deberán etiquetarse de manera que se indique que son muestras de Foc R4T de carácter urgente.
- s) La orden de trabajo debe especificar claramente que se trata de una muestra sospechosa de Foc R4T y que requiere atención prioritaria y urgente por parte del laboratorio. Adicionalmente, los técnicos deben comunicarse vía telefónica con la Coordinación de Sanidad Vegetal e informar del envío de la muestra, quien a su vez notificará a la Coordinación de Laboratorios para el procesamiento urgente.

7.4 Protocolo de Diagnóstico

7.4.1 Aislamiento del hongo

El aislamiento del patógeno será usado en casos específicos mas no para cada toma de muestra.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO	

Materiales

- Autoclave.
- Microscopio óptico.
- Cabina de flujo laminar.
- Refrigerador.
- Incubadora.
- Balanza analítica.
- Micropipeta 100 - 1000 µl.
- Micropipeta 20 - 200 µl.
- Bisturí.
- Pinzas.
- Cajas Petri esterilizadas.
- Papel filtro.
- Puntas autoclavables.
- Papel aluminio.
- Papel absorbente.
- Asa de Driglaski.
- Vasos de precipitación 500 ml.

Procedimiento

1. Iniciar con la observación de signos y síntomas que presente la muestra de material vegetal.
2. Realizar un lavado previo en agua destilada estéril para eliminar impurezas.
3. Cortar varios pedazos pequeños (5 mm²) de tejido de secciones destinadas a cultivo, del margen de la lesión, utilizando un bisturí flameado, evitar escoger tejido necrótico. En el caso de destinar las muestras a cámara húmeda, se puede colocar fragmentos de 5 a 7 cm.
4. Colocar los fragmentos de tejido en una solución de hipoclorito de sodio al 2% en un vaso de precipitación para esterilizar la superficie de las secciones destinadas a cultivo, esta desinfección se lo realizará durante 20 seg., con movimientos circulares constantes.
5. Enjuagar con agua destilada estéril tres (3) veces.
6. Secar los fragmentos en papel absorbente estéril.

Aislamiento en medios de cultivo.

- a) Para este proceso será necesario el uso de medios de cultivo específicos para hongos filamentosos (Potato Dextrose Agar acidificado - PDA, Malt Extract Agar–MEA).
- b) Disponer de los fragmentos estériles y secos.
- c) Insertar cuatro (4) fragmentos o explantes en medio de cultivo dispensado dentro de una caja de Petri, los explantes se dispondrán opuestos de dos en dos. Este paso se lo hará por duplicado.
- d) Incubar a la oscuridad por 8 días a 24 ± 2°C.
- e) En caso de requerir purificación del cultivo, repicar las colonias de interés utilizando palillos de madera estériles e inocular en el centro de una caja de Petri que contenga medio de cultivo seleccionado.

La observación microscópica se realiza mediante una impronta realizada con cinta adhesiva transparente y disponerla sobre una gota de azul de lacto-fenol, ácido láctico o azul de algodón, la misma debe estar en contacto con el microorganismo adherido a la cinta, esto se realiza en una placa portaobjetos.

Para la identificación del hongo fitopatógeno a género se lo realiza mediante morfología utilizando claves taxonómicas, para este proceso se toma como referencia las claves de *Barnett y Hunter* (1972).

7.4.2 Extracción de ADN de tejidos vegetales y aislados fúngicos

La extracción de ADN para la identificación de Foc R4T puede realizarse con diferentes metodologías, a continuación, se describirá la usada por el laboratorio de la Agencia.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Extracción de ADN (Adaptado de Quick-Start Protocol DNeasy Plant Mini Kit – QIAGEN®, 2016)

Materiales y equipos requeridos

- Micropipetas monocal de volumen ajustable de 0.1-2.5 µl; 0.5 -10 µl; 2-20 µl; 10-100µl, 20-200µl; 100-1000µl
- Vórtex
- Microcentrífuga
- Centrifuga para microtubos
- Congelador
- Ultracongelador
- Refrigeradora de 5 ±3°C
- Termobloque
- Cabina de bioseguridad tipo 2
- Microtubos de 1,5 ml y 2 ml, de DNAsas y RNAsas.
- Puntas de pipetas con y sin filtro desechables para micropipetas de volumen variable (10 ul, 20 ul, 100 ul, 200 ul, 1000 ul) libres de DNAsas y RNAsas.
- Fundas de autoclavado
- Basureros con identificación de basura común y de riesgo biológico
- Guantes de nitrilo
- Morteros y pistilos
- Espátulas
- Gradillas
- Marcadores indelebles
- Nitrógeno líquido
- Kit de extracción

Procedimiento

1. Tomar una porción de muestra con síntomas característicos y colocarla en un mortero, previamente enfriado con nitrógeno líquido.
2. Verter sobre la muestra nitrógeno líquido y macerar hasta obtener un polvo fino.
3. Tomar ≤ 100 mg de la muestra previamente homogenizada.
4. Añadir 400 µl de buffer AP1y 4 µl de RNase A. Vortex e incubar durante 10 min a 65°C. Invertir el tubo 2-3 veces durante la incubación. Nota: No mezclar Buffer AP1 y RNase A antes de usar.
5. Añadir 130 µl de buffer P3. Mezclar e incubar durante 5 min en hielo.
6. Centrifugar el lisado por 5 min a 1400 rpm.
7. Pipetear el lisado en la columna QIAshredder spin colocada en un tubo de colección de 2ml. Centrifugar por 2 min a 14000 rpm.
8. Transferir el fluido a un nuevo tubo de 2ml, sin destruir el pellet si se presenta. Añadir 1.5 volumen (750 µl) de buffer AW1 y mezclar suavemente.
9. Transferir 650 µl de la mezcla a la columna DNeasy Mini spin colocada en un tubo de colección de 2ml. Centrifugar por 1 min a 8000 rpm. Descartar el fluido. Repetir este paso con la mezcla restante.
10. Colocar la columna dentro de un nuevo tubo de colección de 2ml. Añadir 500 µl de buffer AW2 y centrifugar por 1 minuto a 8000 rpm. Descartar el fluido.
11. Añadir otros 500 µl de buffer AW2. Centrifugar por 2 minutos a 14000 rpm. Nota: Remover la columna del tubo de colección cuidadosamente sin que ésta tenga contacto con el fluido.
12. Transferir la columna a un tubo de 1.5 ml.
13. Añadir de 50 a 100 µl de buffer AE. Incubar por 5 minutos a temperatura ambiente. Centrifugar por 1 min a 8000rpm.
14. Opcionalmente repetir el paso 13.
15. Verificar la calidad del ácido nucleico extraído mediante espectrofotometría o electroforesis.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Nota: Una vez obtenido el ADN de la muestra deberá ser almacenado a $5 \pm 3^{\circ}\text{C}$ si serán utilizados inmediatamente, caso contrario deberán ser almacenadas a $-80 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

7.4.2 Identificación de Foc R4T mediante PCR

7.4.2.1 PCR tiempo real según Aguayo *et al.*, 2017

Materiales y equipos requeridos

- Centrífuga de tubos y placas de 96 pocillos
- Pipetas y puntas de filtro correspondientes para volúmenes de 1-1000 μl
- Placas y sellos para PCR o tubos para PCR tiempo real
- Termociclador PCR en tiempo real
- Agua libre de nucleasas
- Vortex
- Micropipetas monocanal de volumen ajustable de (0.5 -10, de 10-100, 100 a 1000 μl) con precisión y exactitud verificada
- Cabina de bioseguridad tipo 2 y PCR
- Microtubos de 1,5 ml, 2 ml libres de DNasas y RNasas
- Puntas de pipetas con y sin filtro desechables para micropipetas de volumen variable (10 μl , 20 μl , 100 μl , 200 μl , 1000 μl) libres de DNasas y RNasas.
- de DNasas y RNasas.
- Crioviales plásticos de 1.5 ml
- Guantes de nitrilo
- Gradillas
- Marcadores indelebles

A continuación, en la Tabla No. 5, se presentan las secuencias de los primers y sondas usados para la amplificación de Foc R4T (Aguayo *et al.*, 2017) y del control interno 18S del ADN (planta u hongo, *Ioos et al.*, 2009).

Tabla No. 5 Secuencia de primers y sondas

Región blanco	Nombre	Secuencias (5'-3')	Fragmento esperado
Gen hipotético (W2987)	Primer FWB-TR4 F	5'- CGGTCTCGGCCAAATCTGATT - 3'	- 180pb -
	Primer FWB-TR4 R	5'- ACGACTTATCTAGCGGTTGATGTG - 3'	
	Sonda FWB-TR4 P	5'- ACCCTTCAACTCCACTC GATCGCA - 3'	
18S ribosomal (planta u hongo), control interno	18S uni F	5'- GCAAGGCTGAAACTTAAAGGAA - 3'	- 150pb -
	18S uni R	5'- CCACCACCCATAGAATCAAGA - 3'	
	18S uni P	5'- ACGGAAGGGCACCAC CAGGAGT - 3'	

Parámetros PCR tiempo real para un volumen final de 20 μL

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubeense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Tabla No. 6 Parámetros de concentración de reactivos para Foc R4T

Reactivo	Concentración final
H2O	-
Mix tiempo real	1X
Primer FWB-TR4 F	0.3 µM
Primer FWB-TR4 R	0.3 µM
Sonda* FWB-TR4 P	0.3 µM
ADN Molde	10-50 ng
Volumen final	20 µL

* FAM

(-): NA

Tabla No. 7 Parámetros de concentración de reactivos para control interno 18S

Reactivo	Concentración final
H2O	-
Mix tiempo real	1X
Primer 18S uni F	0.3 µM
Primer 18S uni R	0.3 µM
Sonda* 18S uni P	0.3 µM
ADN Molde	10-50 ng
Volumen final	20 µL

* JOE

(-): NA

Ambos ensayos (Foc R4T y 18S) se pueden realizar simultáneamente en una sola ejecución de PCR en tubos separados.

Tabla No. 8 Perfil térmico de amplificación

N° de ciclos	Temperatura °C	Tiempo min:seg
1	95	10:00
45 veces	95	00:10
	60 (Captación de fluorescencia)	00:40
1	40	00:10

Los resultados se aceptarán cuando:

- a. Controles para FocR4T y 18S:
 1. El control positivo de Foc R4T presente una curva de amplificación de forma sigmoidea con valores de Ct ≤ 35.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO		

2. El control positivo para 18S presente una curva de amplificación de forma sigmoidea con valores de Ct \leq 40
 3. Los controles negativos, tanto de Foc R4T y 18S, no presenten curva de amplificación, es decir, Ct = 0
- b. Muestras a diagnosticar:
1. Una muestra resultará positiva cuando presente una curva de forma sigmoidea con un valor de Ct \leq 40 para Foc R4T y 18S.
 2. Una muestra resultará negativa cuando no presente curva de amplificación, es decir, Ct = 0 para Foc R4T y presente una curva de amplificación de forma sigmoidea con un valor de Ct \leq 40 para 18S.

Los resultados se rechazarán cuando no se cumpla con cualquiera de los criterios de aceptación mencionados anteriormente.

7.4.2.2 PCR convencional según Dita *et al.*, 2010

Materiales y equipos requeridos

- Termociclador
- Micropipetas monocanal de volumen ajustable de (0.5 -10, de 10-100, 100 a 1000 μ l) con precisión y exactitud verificada
- Vórtex
- Microcentrífuga
- Cabina de bioseguridad tipo 2 y PCR
- Cámaras de electroforesis
- Transiluminador o Fotodocumentador
- Microtubos de 1,5 ml, 2 ml, 0,2 ml libres de DNAsas y RNAsas.
- Puntas de pipetas con y sin filtro desechables para micropipetas de volumen variable (10 μ l, 20 μ l, 100 μ l, 200 μ l, 1000 μ l) libres de DNAsas y RNAsas
- Crioviales plásticos de 1.5 ml.
- Guantes de nitrilo
- Gradillas
- Marcadores indelebles

A continuación, en las siguientes Tablas No. 9, 10 y 11, se presenta las secuencias para la amplificación de Foc R4T, parámetros de PCR y perfil térmico de amplificación:

Tabla No. 9 Secuencias de amplificación Dita *et al.*, 2010

Región blanco	Nombre	Secuencias (5'-3')	Fragmento esperado
Inter-genic Spacer (IGS) and Internal Transcribed Spacer (ITS) of ribosomal operon	Foc TR4-F	5'-CACGTTTAAGGTGCCATGAGAG-3'	463 pb
	Foc TR4-R*	5'-GCCAGGACTGCCTCGTGA-3'	

*Versión corregida

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO		

Tabla No. 10 Parámetros de concentración de reactivos para un volumen final de 25µl

Reactivo	Concentración inicial	Concentración final	1 Rx
H ₂ O			13.75
Buffer PCR	5X	1X	5
MgCl ₂	25mM	1.5mM	1.5
dNTP's	10mM	0.2mM	0.5
Primer Foc TR4-F 5'-CACGTTTAAGGTGCCATGAGAG-3'	25µM	0.5µM	0.5
Primer Foc TR4-R 5'-GCCAGGACTGCCTCGTGA-3'	25 µM	0.5µM	0.5
Enzima Taq DNA polimerasa	5U/µl	1.25 U/50µl	0.25
Volumen final de reacción			22

Volumen final de la reacción 25µl: 22 µl PCR mix + 3 µl ADN.

Tabla No. 11 Perfil térmico de amplificación

Nº de ciclos	Temperatura °C	Tiempo min:seg
1	95	05:00
30 veces	95	01:00
	60	01:00
	72	01:00
1	72	10:00
1	12	∞

7.4.2.3 PCR convencional según Li *et al.*, 2013

Materiales requeridos

- Termociclador
- Micropipetas monocanal de volumen ajustable de (0.5 -10, de 10-100, 100 a 1000 µl) con precisión exactitud verificada
- Vórtex
- Microcentrífuga
- Cabina de bioseguridad tipo 2 y PCR
- Cámaras de electroforesis
- Transiluminador o Fotodocumentador
- Microtubos de 1,5 ml, 2 ml, 0,2 ml libres de DNAsas y RNAsas.
- Puntas de pipetas con y sin filtro desechables para micropipetas de volumen variable (10 µl, 20 µl, 100 µl, 200 µl, 1000 µl) libres de DNAsas y RNAsas
- Crioviales plásticos de 1.5 ml
- Guantes de nitrilo
- Gradillas
- Marcadores indelebles

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubeense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

A continuación, en las Tablas No. 12, 13 y 14, se presentan las secuencias de los primers para la amplificación de Foc R4T, parámetros de PCR y perfil térmico de amplificación:

Tabla No. 12 Secuencia de primers Li *et al.*, 2013

Región blanco	Nombre	Secuencias (5'-3')	Fragmento esperado
Gen hipotético	W2987-F	5'-TGCCGAGAACCACTGACAA-3'	452 pb
	W2987-R	5'-GCCGATGTCTTCGTCAGGTA-3'	

Tabla No. 13 Parámetros de concentración de reactivos para un volumen final de 25 µl

Reactivo	Concentración inicial	Concentración final	1 Rx
H2O			13.75
Buffer PCR	5X	1X	5
MgCl ₂	25mM	1.5mM	1.5
dNTP's	10mM	0.2mM	0.5
Primer W2987-F	25µM	0.5µM	0.5
Primer W2987-R	25 µM	0.5µM	0.5
Enzima Taq DNA polimerasa	5U/µl	1.25 U/50µl	0.25
Volumen final de reacción			22

Volumen final de la reacción 25µl: 22 µl PCR mix + 3 µl ADN.

Tabla No. 14 Perfil térmico de amplificación

Nº de ciclos	Temperatura °C	Tiempo min:seg
1	95	02:00
30 veces	94	00:40
	55	00:40
	72	01:00
1	72	10:00
1	12	∞

7.5 Confirmación del Diagnóstico

La Agencia para el diagnóstico de Foc R4T, ha establecido como metodología la utilización de PCR en tiempo real que será desarrollado en el laboratorio Nacional de Referencia – Tumbaco, el cual trabaja bajo

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

parámetros de la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025, la misma que confirma la competencia técnica del laboratorio y de su personal, ya que cumplen con los requisitos de un sistema de gestión internacional.

Adicionalmente la Agencia cuenta con alianzas estratégicas que permitirán incrementar la capacidad de diagnóstico a través de los laboratorios de INIAP y CIBE quienes utilizarán PCR convencional y PCR en tiempo real respectivamente. La Agencia en cooperación con INIAP y CIBE son los entes oficiales autorizados para el diagnóstico de Foc R4T, y en caso de que un laboratorio privado requiera analizar muestras vegetales de musáceas para diagnóstico de Foc R4T, deberá formar parte de la red de laboratorios de la Agencia de acuerdo a la normativa vigente.

Para la confirmación de diagnóstico ante el primer brote de Foc R4T se correrán pruebas confirmatorias adicionales, tanto en el laboratorio Nacional de referencia como en los laboratorios aliados nacionales y se enviarán muestras a laboratorios cooperantes internacionales para secuenciación y pruebas adicionales (VCG's, patogenicidad, etc). Todos los resultados deberán ser emitidos de forma confidencial a la Agencia. Para la emisión de resultados en el caso de detectarse la plaga, el ente oficial para difundir dichos resultados será la Agencia, debiéndose tomar en cuenta la Resolución 157 aprobada en el mes agosto del año 2019.

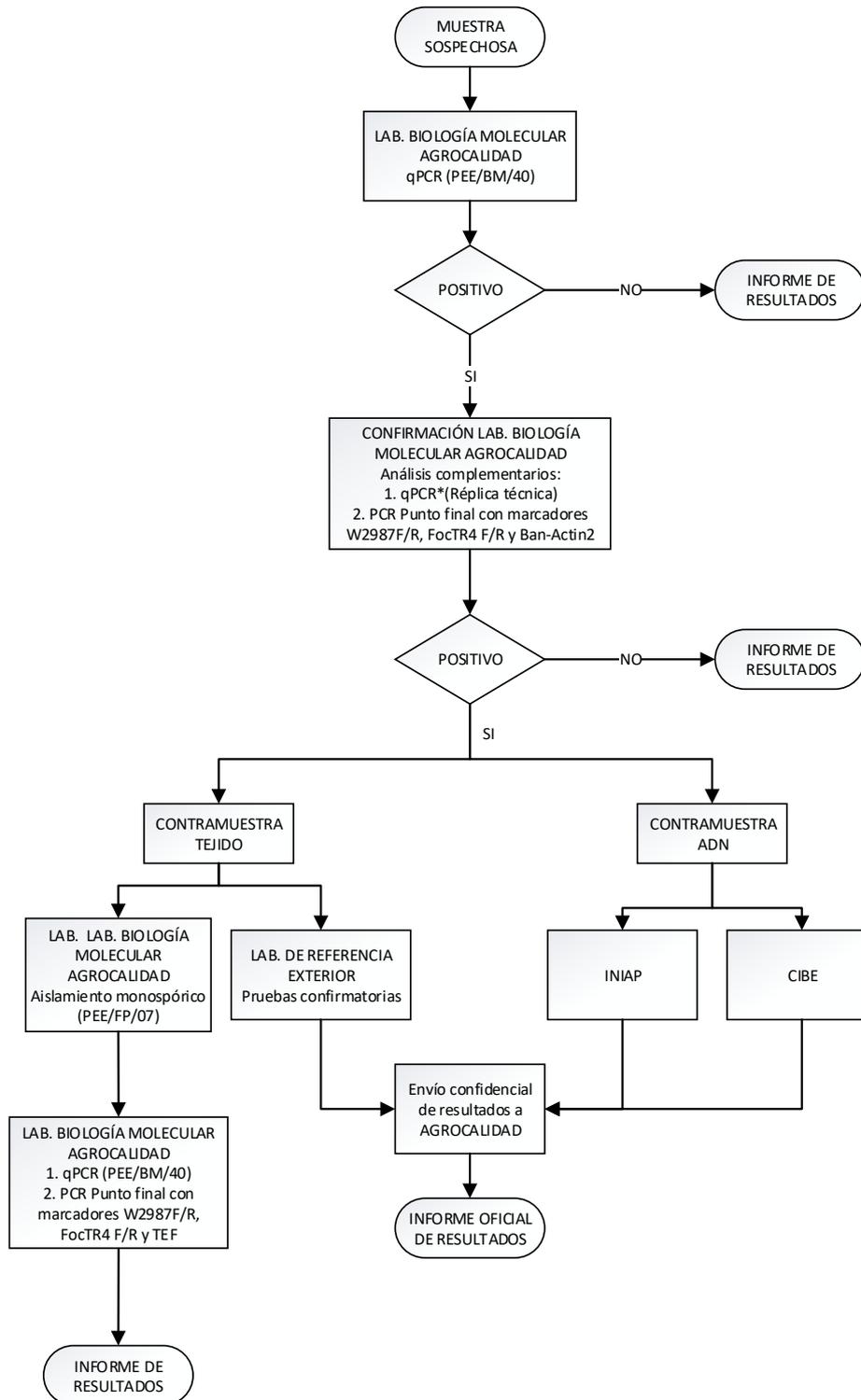


Figura 11: Diagrama para confirmación de primera muestra positiva para *Fusarium oxysporum* sp. *ubense* Raza 4 tropical.

**PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*
Raza 4 Tropical (Foc R4T)**

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Sección 8. Procedimientos de control

Ante la confirmación de un brote de Foc R4T en el territorio nacional, la Agencia a través de resolución técnica dispondrá el control oficial de la plaga y a través de informe técnico recomendará a la Autoridad Agraria Nacional la necesidad de declaratoria de Emergencia Fitosanitaria, considerando que Foc R4T es una plaga de alto riesgo para la producción de musáceas.

La Agencia para el control oficial de Foc R4T, en coordinación con las instituciones públicas y privados involucrados en la cadena agroproductiva de las musáceas, coordinará e implementará las medidas fitosanitarias de supresión, contención o erradicación:

- a) Medidas de supresión, contención o erradicación en el área infestada
- b) Vigilancia en el área en peligro
- c) Control de la movilización hacia las áreas reglamentadas y dentro de las mismas
- d) Medidas fitosanitarias durante la importación si constituyen vías de dispersión de la plaga
- e) Socialización, difusión y capacitación
- f) Establecimiento de puntos de control interno
- g) Declaración de áreas, lugares o sitios bajo cuarentena
- h) Aplicación de tratamientos fitosanitarios a artículos reglamentados
- i) Inspección de vehículos de carga y transporte de pasajeros en presencia del propietario o conductor, así como embalajes y materiales de acomodamiento, encomiendas y equipajes de pasajeros en caso de ser necesario
- j) Decomiso de plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados que no cumplan con los requisitos establecidos para su movilización
- k) Otras acciones que sean necesarias para el control de la plaga objetivo, previa justificación técnica

Sección 9. Normativa técnica

La Agencia con la finalidad tener un respaldo legal que permita implementar y ejecutar las medidas fitosanitarias para la prevención del ingreso de la plaga, así como también para el accionar ante un eventual brote de Foc R4T, identificará acciones que requieran reglamentación, mismas que serán elaboradas y aprobadas mediante resoluciones técnicas.

9.1 Medidas fitosanitarias a reglamentar

Los ámbitos considerados para la reglamentación fitosanitaria nacional, que permitan la exclusión, contención y/o erradicación de la plaga ante un posible brote, se detallan a continuación:

- a) Medidas fitosanitarias en puntos de control de ingreso e internos.
- b) Requisitos fitosanitarios para la importación de material vegetal de propagación.
- c) Medidas fitosanitarias para los lugares de producción.
- d) Ingreso a propiedades con el propósito de inspección en caso de un brote de Foc R4T.
- e) Detección de plantas sospechosas y toma muestras de ellas.
 - a) Establecimiento y mantenimiento de áreas bajo cuarentena en los lugares donde ocurran los brotes.
 - b) Emisión de notificaciones fitosanitarias para la destrucción de plantas y materiales vegetales infectados.
 - c) Eliminación de malezas en el lugar del brote.

**PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*
Raza 4 Tropical (Foc R4T)**

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- d) Restricción del movimiento de plantas, productos, equipos, vehículos y otras fuentes potenciales de contaminación y dispersión.
- e) Establecimiento y mantenimiento de áreas libres, lugar de producción y sitios de producción libres para movimiento de fruta que se encuentre en el interior de un área cuarentenada.
- f) Requerimientos a los propietarios de los sitios afectados, para que implementen las medidas fitosanitarias de cuarentena y de erradicación.
- g) Otras medidas fitosanitarias que sean necesarias para el control de la plaga objetivo, previa justificación técnica.

Para la declaración de emergencia fitosanitaria por parte de la Autoridad Agraria Nacional, la Agencia elaborará un informe técnico en conformidad a lo establecido en la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, el mismo que deberá contener lo siguiente:

- a) Situación de la plaga en un área determinada o en la totalidad del territorio nacional, según el caso;
- b) Delimitación del área afectada;
- c) Informe de laboratorio que ratifique la detección o brote de la plaga cuarentenaria o de importancia económica;
- d) Niveles de incidencia, severidad y/o población de la plaga en el área afectada; y,
- e) Recomendaciones de las medidas fitosanitarias a aplicar según la plaga.

En el caso de declaratoria de emergencia fitosanitaria toda persona natural o jurídica, pública o privada, tendrá la obligación de permitir el ingreso a los inspectores fitosanitarios o personal autorizado a cualquier propiedad, con el fin de implementar las medidas establecidas, en concordancia con en el Artículo 76 de Reglamento de la Ley de Sanidad Agropecuaria así como la implementación de las medidas técnicas, preventivas o de ejecución dictadas dentro del plazo establecido, caso contrario será sancionado de acuerdo a la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria.

9.2 Evaluación del cumplimiento

La reglamentación fitosanitaria nacional vigente requiere un seguimiento y evaluación que permita mantener la misma o realizar una modificación para cumplir con el objetivo del Plan de Contingencia y el Plan de Acción, erradicación – confinamiento o los de supresión – contención, de acuerdo al escenario del brote que se presente en el territorio nacional.

El presente Plan de Contingencia, y el Plan de Acción específico redactado y puestos en marcha, serán evaluados, revisados y actualizados, si fuera pertinente al menos una vez al año, y siempre que sea necesario para su adaptación a la normativa vigente y a la evolución del riesgo de la plaga en el territorio ecuatoriano.

Foc R4T es una plaga cuarentenaria no presente en Ecuador, por lo cual para la evaluación de la normativa fitosanitaria nacional vigente se tomará en cuenta los siguientes indicadores:

- Porcentaje de superficie cultivada de musáceas libre de Foc R4T
- Porcentaje de lugares de producción con medidas fitosanitarias implementadas
- Número de vehículos livianos y pesados desinfectados
- Número de maquinaria agrícola y caminera desinfectada
- Kilogramos de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados decomisados

Sección 10 Organigrama para la Ejecución

La coordinación para la ejecución e implementación de las acciones contempladas en el presente Plan, se realizará en función del siguiente organigrama:

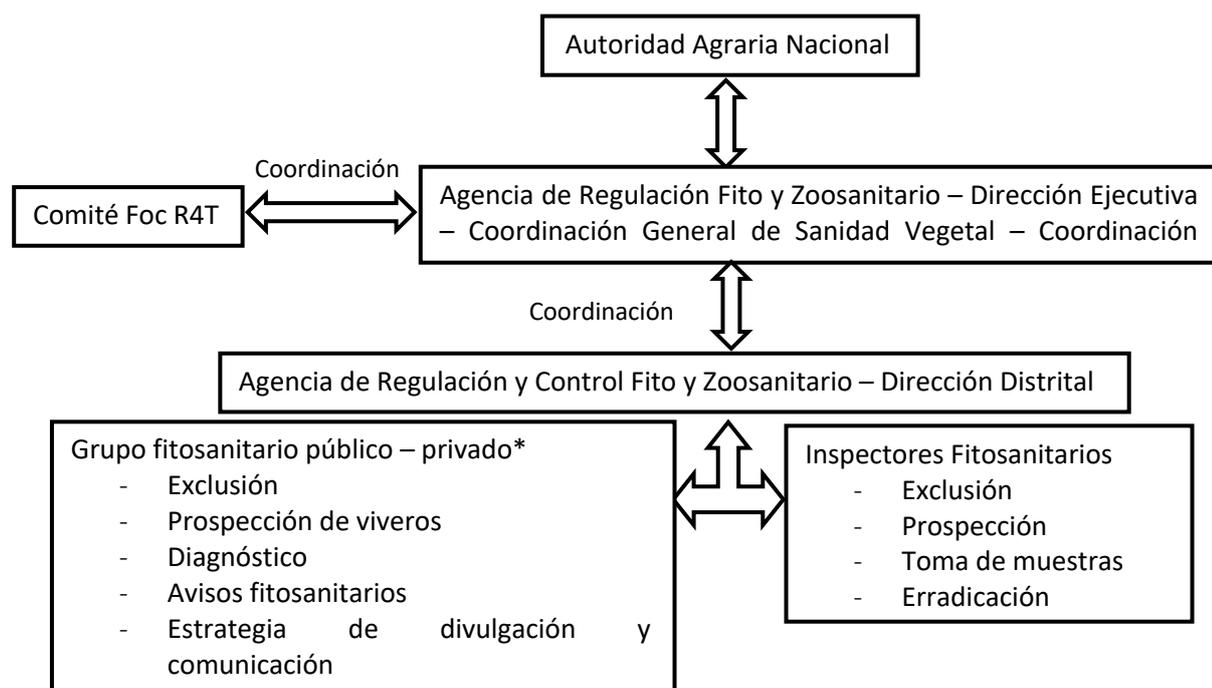


Figura 12: Organigrama para la coordinación de la implementación y ejecución del Plan de acción

*El grupo fitosanitario público – privado, se encuentra conformado por los técnicos de la Autoridad Agraria Nacional en territorio, técnicos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, universidades y todo el personal con el cual la Agencia establezca cooperación para la ejecución del Plan de acción y de contingencia, con la delegación de funciones específicas previa capacitación.

10.1 Responsabilidades de los actores

10.1.1 Autoridad Agraria Nacional

- Declarar la de emergencia fitosanitaria previo informe de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, de considerarlo pertinente.
- Presidir el Comité Interinstitucional Foc R4T, para la toma de decisión en relación con el empleo de acciones de erradicación – confinamiento o supresión – contención
- Designar un portavoz responsable para la comunicación interna y externa, así como para las notificaciones oficiales
- Gestionar recursos económicos que permitan gestionar una incursión de la plaga.
- Participar en la Mesa Técnica de Trabajo N° 6 (MTT6) y articular acciones con otras instituciones estatales para el control de Foc R4T

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

10.1.2 Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario

- Planificar, coordinar y direccionar los laboratorios de la Agencia, así como la coordinación y seguimiento de los laboratorios miembros de la red.
- Evaluar la información del brote y recomendar las medidas que deben tomarse (erradicación - confinamiento, supresión - contención, manejo de la plaga).
- Elaborar el informe técnico motivador de la declaratoria de emergencia fitosanitaria.
- Coordinar la implementación del Plan de acción y de contingencia para Foc R4T.
- Designar los responsables de cada una de las tareas contempladas en la estructura operativa.
- Establecer normativa para el control de la movilización y transporte de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados que representen un riesgo de diseminación y propagación de plagas que afecten el estatus fitosanitario.
- Elaborar y establecer la normativa fitosanitaria nacional que permita la ejecución del plan de Foc R4T, acción acordada con el Comité Foc R4T.
- Establecer los mecanismos y acuerdos necesarios para mantener los mercados de exportación, a través de la certificación de lugares y sitios de producción de ser necesarios.
- Determinar la extensión del brote.
- Analizar las posibilidades para la erradicación, calcular los costos asociados.
- Dirigir la aplicación de las medidas fitosanitarias entre las cuales pueden estar bioseguridad en sitios de producción, confinamiento – erradicación, supresión – contención.
- Movilizar y administrar los recursos para llevar a cabo la erradicación.
- Establecer comunicación con otras organizaciones públicas o privadas concernidas.
- Implementar las medidas fitosanitarias establecidas en el presente Plan.

10.1.3 Comité Interinstitucional Foc R4T

- Diseño de nuevas estrategias de prevención o la optimización de las acciones contempladas en el Plan de Contingencia, en coordinación con la Agencia.
- Evaluar la información del brote y contribuir en las medidas que deben tomarse (erradicación - confinamiento, supresión - contención, manejo de la plaga) en conjunto con la Agencia.
- Participar activamente en la ejecución de las medidas fitosanitarias determinadas en la normativa vigente y en los procesos de capacitación inherentes a las mismas.
- Coordinar con el sector de musáceas la conformación de fondos de emergencia que faciliten la implementación del Plan de acción.

10.1.4 Ministerios, viceministerios, subsecretarías y entidades estatales (GAD's)

- Contribuir en la socialización y cumplimiento de la normativa fitosanitaria vigente.
- Apoyar en las campañas de capacitación y divulgación.
- Participar activamente en estrategias de prevención, erradicación - confinamiento, supresión - contención, manejo de la plaga.
- Apoyar en los controles fitosanitarios en puntos de entrada y puntos de control internos para prevenir el ingreso o dispersión de la plaga.
- Emitir avisos fitosanitarios a la Agencia por la detección de posibles brotes de la plaga o incumplimiento de la normativa.
- Facilitar la implementación de medidas fitosanitarias.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- Facilitar la divulgación de comunicados oficiales y cadenas nacionales sobre la situación de la plaga en el país.
- Implementar estrategias a nivel local para evitar el establecimiento y diseminación de la plaga.
- En coordinación con la Agencia implementar medidas fitosanitarias a nivel provincial.

10.1.5 Entidades privadas, concesiones

- Implementar y velar por el mantenimiento de medidas fitosanitarias en sus establecimientos.
- Acatar las disposiciones en cuanto a reglamentación fitosanitarias para la prevención, erradicación - confinamiento, supresión – contención.
- Permitir la divulgación y difusión de medidas y recomendaciones fitosanitarias concernientes a Foc R4T.

10.1.6 Productores

- Implementar las medidas fitosanitarias dispuestas por la Agencia.
- Cumplir con la normativa fitosanitaria vigente.
- Emitir avisos fitosanitarios a la Agencia ante la detección de posibles brotes de la plaga.
- Permitir el ingreso a los inspectores de la Agencia.
- Participar de los eventos de capacitación realizados por la Agencia.
- Capacitación continua a sus colaboradores.
- Facilitar a técnicos de la Agencia la información sobre el monitoreo de cultivo.

Sección 11. Comunicación, Divulgación y Capacitación

11.1 Estrategias de comunicación y divulgación

El Plan de contingencia será publicado en la página Web de la Agencia, www.agrocalidad.gob.ec, INIAP, www.iniap.gob.ec y del Ministerio de Agricultura, www.mag.gob.ec.

La Agencia en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados, la Autoridad Agraria Nacional y otras entidades afines deberá establecer un plan integral de divulgación sobre la plaga Foc R4T y las acciones relevantes que se están realizando a nivel nacional. Para ello se podrá utilizar los medios de comunicación más eficientes que se consideren viables (fichas técnicas de la plaga, talleres informativos, carteles, información en la página Web, redes sociales, radio, televisión, etc.). El objetivo del plan de comunicación y divulgación es informar de forma clara y oportuna:

- Las medidas fitosanitarias y las precauciones a tomar.
- Las acciones tomadas para minimizar el impacto y generar confianza.
- La presencia de la plaga no tiene ningún riesgo a la salud humana.
- Acerca de la toma de decisiones mismas que tienen que ser eficientes y oportunas.
- Las vías de diseminación de la plaga, mismas que pueden ser a través de material de propagación, suelo adherido a herramientas agrícolas, zapatos y vehículos.
- Sobre la importancia de que los actores de la cadena agroproductiva se empoderen de las acciones a tomar para minimizar el riesgo de diseminación y establecimiento de la plaga.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Esta información debe ser ampliamente distribuida a todos los grupos de interés implicados, en los cuales se incluye técnicos de las diferentes entidades públicas, técnicos y responsables de los viveros, centros de jardinería, asociaciones, productores, exportadores, academia, institutos de investigación, consumidores, etc.; con el objetivo de lograr el mayor número de personas involucradas en la prevención del ingreso de la plaga. Para ello, se facilitará toda la información necesaria para el conocimiento de la plaga, de los daños y síntomas que causa, y de los métodos necesarios para la identificación rápida de plantas afectadas.

En los puntos de entrada que existe gran afluencia de personas nacionales y extranjeras, la Agencia en coordinación con las instituciones de control fronterizo y aquellas que administran estos espacios implementará la divulgación y comunicación de las medidas fitosanitarias que se aplican a través de los medios de comunicación más eficientes, que se consideren viables para obtener la colaboración y aceptación por parte de las personas que ingresan al Ecuador.

En caso de la confirmación de un brote se deberá activar el plan de divulgación para resaltar las medidas que están siendo tomadas y las maneras de prevenir la dispersión posterior de la plaga. Los posibles medios de divulgación pueden incluir notas de prensa, notificaciones oficiales, información en la página Web, información a través de redes sociales, radio, televisión, etc. La Agencia ha dispuesto información sobre Foc R4T en su página Web, para dar a conocer la situación en nuestro país de la plaga. Ante la presencia de un brote en el contexto de la comunicación se realizará lo siguiente:

- Activar el plan de comunicación
- Designar a un vocero para atender a los medios de comunicación.
- Establecer flujos y herramientas de comunicación interna.
- Tener un listado de los actores de la cadena agroproductiva.
- Tener un listado de los medios de comunicación
- Banco de mensajes clave y difusión que lleve información clara y oportuna.

El contexto de los mensajes clave sobre Foc R4T contendrá:

- Síntomas y diseminación de la plaga.
- Énfasis en las medidas de bioseguridad en sitios de producción
- Área afectada
- Acciones inmediatas tomadas
- Medidas restrictivas en el área de cuarentena
- Medidas restrictivas fuera del área de cuarentena
- Normativa
- Mensajes para minimizar el impacto en el consumo nacional y las exportaciones
- Acciones para la recuperación

El portavoz designado por la Autoridad Agraria Nacional será el responsable de la comunicación externa, incluida la comunicación con la prensa. Dicho portavoz será el responsable de hacer declaraciones oficiales y notas de prensa, contactos con los medios de comunicación, notificando e informando al sector, comunicando con los grupos de interés externos interesados y notificaciones oficiales.

11.2 Notificaciones Oficiales

La Agencia como Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF), desde el establecimiento del Plan de contingencia hasta que el programa de erradicación o contención sea oficialmente confirmado, en

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

cumplimiento de la Normativa Internacional Fitosanitaria, notificará el cambio del estatus fitosanitario del país en marco de la NIMF N° 17, que describe los requisitos para notificar la presencia, el brote y la dispersión de plagas así como las pautas para notificar el éxito en la erradicación de plagas y el establecimiento de Áreas Libres de Plagas.

La notificación fitosanitaria deberá contener la identidad de la plaga con el nombre científico, la fecha de la notificación, el o los hospedantes o artículos afectados (según el caso), la condición de la plaga según la NIMF N° 8, la distribución geográfica de la plaga y la naturaleza del peligro inmediato o potencial u otra razón que justifique la notificación.

La Agencia utilizará uno de los siguientes sistemas a continuación para realizar la notificación fitosanitaria, el primero a través del portal Fitosanitario de la CIPF, segunda, por comunicación directa a los puntos de contacto oficiales y tercero, publicaciones en el sitio web oficial de la Agencia.

11.3 Formación del personal

La Agencia en coordinación con organizaciones nacionales e internacionales involucradas en materia de sanidad vegetal, promoverá la realización de cursos de formación del personal para fortalecer la capacidad técnica de la Agencia, en los siguientes temas:

- Identificación de síntomas de plagas y enfermedades de musáceas y deficiencias nutricionales
- Diferencias de síntomas entre moko, Foc, bacteriosis, afectación de picudo y otras plagas de importancia
- Toma de muestras y cadena de custodia
- Implementación y evaluación de la bioseguridad en sitios de producción
- Diagnóstico, técnicas moleculares y de aislamiento
- Control de la movilización interna de material de propagación
- Manejo agronómico del cultivo
- Medidas fitosanitarias para la contención, supresión y/o erradicación

11.4 Capacitación actores de la cadena agro productiva.

La Agencia en coordinación con las instituciones públicas y privadas vinculadas en la cadena agroproductiva de musáceas y de control; establecerá capacitaciones constantes que permitan la sensibilización frente a la amenaza que representa Foc R4T, fortalecimiento de la capacidad técnica de los productores y técnicos de campo; los programas de capacitación se basarán en los siguientes aspectos:

- Cobertura
- Regionalización
- Material de capacitación y divulgación aprobado por un grupo multidisciplinario
- Metodologías de capacitación en diferentes niveles
- Antropología, tradición oral

A través de la realización de las siguientes actividades:

- a) Días de campo

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- b) Simulacros
- c) Cursos virtuales
- d) Capacitaciones presenciales u otras metodologías

Sección 12. Cooperación internacional y coordinación interinstitucional

La producción de musáceas en Ecuador se caracteriza por ser extensiva y con pequeños productores de menos de 30 ha que requiere para la operatividad del Plan de Contingencia en el ámbito nacional la coordinación entre el sector público y privado que permita adunar esfuerzos en áreas claves.

La prospección de detección y las medidas de control serán coordinadas con el sector privado representado por asociaciones de productores, exportadores, academia y del sector público como los Gobiernos Autónomos Descentralizados, Ministerio del Interior y Ministerio de Defensa entre otras entidades y organismos que persigan fines similares.

Las alianzas con las instituciones de investigación y la academia serán importantes para la identificación de la plaga, confirmación de diagnóstico, desarrollo de nueva metodología de diagnóstico, manejo y control, comportamiento de la plaga, metodología de muestreo, acciones de bioseguridad, estudios de impacto comunicacional, divulgación del material informativo de la plaga, entre otros.

En el ámbito internacional: organizaciones nacionales de protección fitosanitaria (ONPF) de otros países, organizaciones regionales de protección fitosanitaria (ORPF), Secretaría de la CIPF, FAO, Bioversity International y otras organizaciones regionales e internacionales de cooperación, tanto agrícolas como financieras, son aliados estratégicos para fortalecer la capacidad técnica de la Agencia mediante acuerdos o convenios de cooperación.

Sección 13. Activación del Plan de Acción

13.1 Declaratoria de Área Bajo Cuarentena

Ante sintomatología característica de la enfermedad (plantas sospechosas) se implementará MEDIDAS FITOSANITARIAS DE PREVENCIÓN (numeral 6.4 literal g) sobre la propiedad o área afectada, entre ellas establecer un área bajo cuarentena, tomando en cuenta el procedimiento de zonificación.

Una vez recibido el confirmatorio, mediante resolución se realizará la Declaratoria de Área Bajo Cuarentena, en la misma que se implementarán medidas de contención, supresión y/o erradicación, estas medidas serán evaluadas con la finalidad de modificar el área bajo cuarentena o la revocatoria de la misma.

13.2 Zonificación

Hasta obtener la confirmación del diagnóstico por el laboratorio de referencia es necesario zonificar el área afectada; desde la planta que se presume con marchitamiento por *Fusarium* se traza un cuadrante de 20 m x 20 m y se procede a delimitar las zonas como se muestra a continuación:

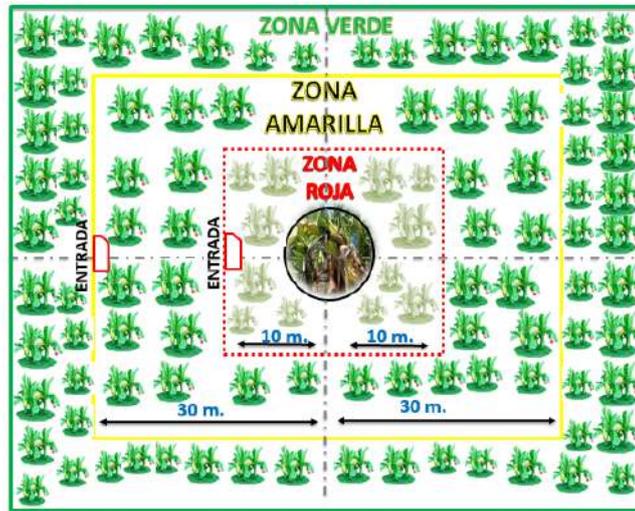


Figura 13: Esquema de zonificación ante un posible brote de Foc R4T.

Al centro la planta afectada. La zona roja representa el área donde está la(s) planta(s) afectada(s). La zona amarilla es el área de seguridad o amortiguamiento. La zona verde corresponde al área restante que no ha sido afectado.

El ingreso a estas zonas es restringido y deberá considerar las prácticas establecidas a continuación:

- Disponer de entradas únicas con pediluvio, los cuales deben contar con una solución desinfectante a base de amonio cuaternario de cuarta o quinta generación; u otro producto determinado por la Agencia, para la desinfección del calzado de las personas autorizadas.
- Mantenimiento periódico de los pediluvios para eliminar las partículas de suelo
- La solución desinfectante debe ser periódicamente renovada de acuerdo con las recomendaciones de la Agencia.
- No mover ningún tejido vegetal de las zonas roja y amarilla.
- Aislar la zona verde, mediante cercado u otro tipo de barrera, estableciendo puntos de acceso únicos al área con desinfectantes para manos y calzados.

13.3 Manejo de la primera ocurrencia positiva (1 Brote)

Una vez confirmada la presencia de Foc R4T, se procederá a extender la cuarentena a todo el lote de producción y de ser necesario a todo el lugar de producción.

Cabe indicar que las acciones a tomar podrán ser consensuadas con el **Comité de Foc R4T** quienes podrán fortalecer la estrategia de control más viable “erradicación – confinamiento” o “supresión – contención”

Tabla No. 15 Posibles escenarios ante incursiones o brotes de Foc R4T

Factores a favor de la erradicación – confinamiento	Factores a favor de la supresión-contención
Las medidas disponibles para la erradicación-confinamiento de Foc R4T pueden aplicarse en el área del brote.	No es factible la aplicación eficaz de medidas para la erradicación-confinamiento.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

El sitio o área del brote es de fácil acceso y permite una adecuada y eficaz aplicación de las medidas de control tendientes a la erradicación-confinamiento y posterior vigilancia de la plaga para verificar si ocurren rebrotes.	El sitio o área del brote es inaccesible o no permite que se apliquen medidas de erradicación o supresión de la plaga, no obstante medidas de contención podrían implementarse.
Se detectó solamente un brote y se tiene certeza (por investigación de antecedentes) que este brote es el resultado directo de una sola introducción al país (no ha ocurrido dispersión secundaria).	*Se detectaron varios brotes en lugares distantes, por lo que es muy probable que se trate de una dispersión después del establecimiento de la plaga en el país. No fue posible establecer la ruta, vía o procedencia de la plaga.
El área del brote, se encuentra aislada por barreras naturales y hay certeza de que la plaga no ha sido dispersada por cualquier medio factible fuera de la misma (la plaga se encuentra confinada)	*El área del brote, no se encuentra completamente aislada. Hay probabilidad de escape de la plaga a otras áreas (ya sea por acceso a personal y animales circulando por el área o por escorrentías a fuentes de agua de riego).

*En este caso las medidas de supresión-contención podrían no ser eficaces por lo que la adopción de medidas de manejo es un asunto a considerar. Fuente: OIRSA 2019

13.4 Procedimientos para el Manejo de brote de Foc R4T - “Erradicación – Confinamiento”

Una vez confirmada la presencia de Foc R4T por parte de los laboratorios de referencia se procede a implementar medidas fitosanitarias para erradicar la plaga.

13.4.1 Zona Roja

Zona afectada por la presencia de Foc R4T

Manejo de la zona Roja

En el día uno de implementación de las medidas de erradicación, el inspector de la Agencia en compañía de personal técnico del lugar de producción, realizarán las siguientes actividades, con un máximo de 6 personas:

- Delimitar el área de forma tal que se impida el ingreso a esta zona, incluyendo a aquellas plantas que se encuentran a 10 metros de la planta afectada (cuadrante 20 m x 20 m). Esta zona queda en cuarentena dentro de la finca y solo podrá ingresar el personal de la Agencia autorizado.
- Dejar una sola entrada a la zona roja con el fin de poner un pediluvio con solución desinfectante de amonio cuaternario u otro producto determinado por la Agencia.
- En el interior del área delimitada, siguiendo el perímetro del cuadrante 20 m x 20 m, se cava una zanja de 30 - 30 cm de profundidad; el suelo producto de la zanja deberá ser depositado en el interior de la zona roja. Esta zanja evitará la escorrentía superficial en caso de lluvias y al final del proceso de erradicación facilitará colocar un plástico o carpa al permitir sellar sus bordes con suelo. Si la pendiente es muy elevada se debe cavar zanjas que retengan la escorrentía en los puntos más bajos de la pendiente.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- d) Aplicar el fungicida del grupo benzimidazol (benomyl, thiabendazol) 10 gramos por planta al pseudotallo.
- e) Inyectar a cada tallo con 2,5 ml de insecticida.

Al tercer día (48 horas) de realizar las primeras actividades el técnico autorizado de la agencia en compañía de personal capacitado del lugar de producción, máximo 4, realizarán lo siguiente:

- a) Preparar solución desinfectante para el ingreso al área cuarentenada
- b) Inyectar una solución herbicida en el pseudotallo en forma helicoidal y a 50 cm de la base hacia arriba en todas las plantas de la zona roja. Se utilizará una solución de glifosato al 20 %. La dosis por planta se presenta en la Tabla 16

Tabla No. 16 Dosis de Glifosato recomendada

Tipo de planta	No. de sitios de inyección	Volumen Total
Planta madre	3	45 ml
Pseudotallo cosechado	3	20 ml
Hijos menos de 1m	2	20 ml
Hijos más de 1 m	3	30 ml
Hijos más de 2m	3	45ml

- c) Proceder a inyectar todas las plantas desde el extremo del perímetro hacia el centro, la o las últimas en eliminarse serán las plantas infectadas con síntomas. Se debe eliminar los otros hospedantes de la plaga existentes en la zona usando herbicida. No se debe bajo ninguna circunstancia, cortar las plantas y dejar los tejidos expuestos.

A los 10 o 15 días después de la aplicación del herbicida, el personal de la Agencia en compañía de técnicos capacitados del lugar de producción, máximo 4, realizaran lo siguiente:

- a) Preparar solución desinfectante para el ingreso al área cuarentenada
- b) Cortar las cepas, hojas y pseudotallos a ras de suelo en fragmentos de 60 – 80 cm, evitando el salpique durante el corte.
- c) Picar las hojas y los tallos de todas las plantas.
- d) Colocar los residuos de la planta afectada en fundas plásticas y colocar 1 kg de urea bien distribuida.
- e) Los residuos del resto de plantas (sin síntomas) se dejan en el suelo y aplicar un herbicida e insecticida.
- f) Realizar un orificio en los cormos remanentes y colocar 200 gramos de urea.
- g) Esparcir 1 kg de urea/m² sobre el área afectada.
- h) Cubrir el sitio con plástico resistente a fin de aislar el área

Consideraciones en la Zona Roja

- a) Todo el personal debe utilizar equipo de bioseguridad (overol desechable, botas, cubre-botas, guantes) y herramientas exclusivas para la zona roja.

**PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*
Raza 4 Tropical (Foc R4T)**

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- b) No extraer plantas afectadas, ni sacarlas de la zona roja.
- c) Todo insumo utilizado debe quedar en el sitio o ser incinerado en el sitio (recipiente metálico).
- d) Después de la erradicación queda prohibido el ingreso al área.
- e) Realizar una evaluación del área erradicada.

13.4.2 Zona Amarilla

Zona de seguridad o de amortiguamiento que sirve para reducir la posibilidad de dispersión de la plaga al resto de la plantación.

Manejo de la zona amarilla

El mismo día que se realizan acciones en la zona roja (día uno) se debe implementar acciones en la zona amarilla, las cuales incluyen:

- a) Marcar la zona con cinta a 20 metros alrededor de la zona roja con el fin de evitar el paso de personal no autorizado al lote.
- b) Se delimitará una sola entrada y salida a la zona en la cual además se colocará un pediluvio con solución desinfectante.
- c) Solo se debe permitir el ingreso a esta zona a las personas conocedores del plan de manejo de la plaga.
- d) En esta zona queda prohibido el paso de vehículos y personas.
- e) Restringir el movimiento de animales.
- f) Inspeccionar el cultivo cada 2 semanas (vigilancia).
- g) Controlar totalmente malezas con herbicidas a fin de eliminar hospedantes de Foc R4T en el suelo.
- h) Evitar causar heridas innecesarias en las plantas con implementos de trabajo o maquinaria.

El lugar de producción deberá establecer personal específico que realice actividades culturales en esta zona, así como la implementación de las medidas fitosanitarias recomendadas por la Agencia, la producción de esta zona no podrá ser cosechada.

13.4.3 Zona verde

Corresponde al área restante de la finca que no ha sido afectada por Foc R4T. De esta zona se puede comercializar el producto siempre y cuando el lugar de producción destine personal específico e implemente las medidas fitosanitarias establecidas por la Agencia.

Manejo de la zona verde

- a) Inspeccionar permanentemente el cultivo para detectar la presencia de plantas con síntomas de la plaga.
- b) Para el caso de resiembras, utilizar material propagado en centros autorizados y registrados en la Agencia, mediante tecnologías in vitro.
- c) En esta zona se deberá implementar todas las medidas de prevención (bioseguridad) para prevenir el ingreso de Foc R4T a los sitios de producción, misma que ha sido emitida por la Agencia.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

En las fincas o sitios que sean abandonados o semi abandonadas y se determine la presencia de Foc R4T se procederá a eliminar las plantas afectadas, por cuenta de personal oficial y se actuará conforme lo determina la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria.

13.5 Procedimientos para “Supresión – Contención” de Foc R4T

Si por las condiciones del o de los brotes no es viable aplicar los procedimientos descritos para la erradicación-confinamiento, se optará por la supresión - contención de la plaga. La definición de la estrategia dependerá del número y localización de los brotes, así como de los factores que condicionan las vías de dispersión de la plaga (OIRSA, 2019).



Figura 14: Ejemplos de escenarios de distribución espacial de Foc R4T después de la erradicación de un primer brote de la plaga.

O Planta sin síntomas de Foc R4T; ■ Planta con síntomas de Foc R4T; ■ Planta Erradicada. Fuente: OIRSA, 2019. A: No se reporta más plantas con síntomas de Foc R4T durante más de 18 meses. B: Un segundo brote con algunas plantas localizadas cerca al primer brote erradicado (se debe volver a establecer el esquema de erradicación con nuevos límites). C: Existe más de un brote de Foc R4T pero localizados y con pocas plantas que presentan síntomas de la plaga. D: Se ha detectado varios brotes distribuidos aleatoriamente en el sitio de producción.

OIRSA (2019) estipula que dependiendo del grado de incidencia y distribución de las plantas afectadas se debe optar por:

- a) Continuar con la plantación (Escenario A – B) y aplicar medidas de manejo orientadas a la supresión y contención.
- b) Eliminar la plantación (Escenario C -D) completamente y proceder al barbecho o rotación de cultivos no hospedantes de Foc R4T.

Existen procedimientos y acciones para supresión-contención que pueden ser aplicados a todos los escenarios presentados como se describe a continuación en la Tabla 17.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Tabla No. 17 Acciones de supresión - contención

Implementación de buenas prácticas agrícolas que eviten o reduzcan la dispersión de la plaga	Control de circulación de agua contaminada
Limitar el movimiento entre lotes de la plantación	Limpieza de canales
Control de insectos plagas	Drenaje
Manejo de malezas	Nutrición y salud del suelo
Manejo de personal único por lote	Manejo de herramientas

No obstante, existen procedimientos y acciones para supresión-contención que pueden ser aplicados según la incidencia y distribución espacial de la plaga, los cuales se describe a continuación:

Tabla No. 18 Acciones de supresión – contención de acuerdo a escenarios

PROCEDIMIENTOS / ACCIONES	ESCENARIOS			
	A	B	C	D
Medidas de prevención (bioseguridad) que eviten o reduzcan la dispersión de plagas	SI	SI	SI	SI
Prospección, detección de plantas afectadas y erradicación de plantas incluyendo plantas asintomáticas alrededor de plantas afectadas	SI	SI	NO	NO
Prospección, detección de plantas afectadas y erradicación de éstas	NO	SI	NO	NO
Uso de agentes de control biológico y prácticas orientadas a la salud del suelo	SI	SI	NO	NO
Erradicación de la plantación, barbecho, rotación con cultivos no hospedantes de Foc R4T	NO	NO	SI	SI

Fuente: Adaptado de OIRSA, 2019

13.6 Medidas fitosanitarias aplicables en zonas colindantes donde se ha reportado la plaga

13.6.1 Vigilancia Fitosanitaria

A través de prospecciones de delimitación, la Agencia podrá determinar las localidades y lugares con mayor probabilidad de ser infectados debido a incursiones iniciales de Foc R4T, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- i. Si el brote está cerca de un cauce, existe la posibilidad que este se haya originado a partir de otro brote ubicado aguas arriba; por lo que, en estos casos, todas las áreas de la cuenca o sub-cuenca aguas arriba tendrían alguna probabilidad de contener un brote y deberían ser prospectadas mediante encuestas de delimitación o monitoreo.
- ii. Si el o los brotes se ubican cerca de caminos o carreteras, las áreas con hospedantes en la ruta o rutas de estos podrían considerarse como áreas con probabilidad de haber sido infectadas.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- iii. Las áreas en las que se comparte la mano de obra, uso de maquinaria agrícola o se efectúa el intercambio (movilizado en una o en ambas direcciones) de material de propagación de musáceas y heliconáceas con el lugar de producción o campo donde ocurra la incursión o brote.
- iv. Intensificar los monitoreos de delimitación en épocas de mayor precipitación.

Los propietarios, representantes legales o responsables de predios o viveros, ubicados en zonas bajo control fitosanitario, deberán realizar prospecciones periódicas bajo la supervisión de personal oficial de la Agencia. Asimismo, deberán permitir el acceso a los predios, al personal oficial para verificar la presencia o ausencia de Foc R4T.

13.6.2 Movilización

Cuando se declare Áreas Bajo Cuarentena, la movilización de las plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados, estarán sujetos a control a través del Permiso Fitosanitario de Movilización (PFM) en donde se consignan los requisitos fitosanitarios que los operadores deben cumplir antes y durante la movilización.

Los operadores registrados e interesados en movilizar plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados sujetos al control de movilización, pueden solicitar el PFM a través de las siguientes modalidades:

- a. Acudir a las oficinas de la Agencia más cercana al sitio de origen desde el cual se movilizarán los productos vegetales o remitir un correo electrónico;
- b. Acudir a las oficinas de las personas naturales o jurídicas registradas y habilitadas para la emisión de los permisos fitosanitarios de movilización o remitir un correo electrónico;

Los requisitos fitosanitarios de movilización se establecerán en base a los resultados obtenidos en el ARP de Foc R4T. La Agencia realizará controles aleatorios a los operadores en puntos de control internos.

13.6.3 Eliminación de nuevos brotes

En caso de confirmar un nuevo foco se procederá a activar el Plan de acción para esa área, y se implementarán las actividades que se orientan a la erradicación del nuevo foco detectado.

La Agencia coordinará la intervención al tratarse de los primeros brotes; no obstante, los propietarios, representantes legales o responsables de predios, viveros de musáceas o jardines ornamentales, deberán contribuir activamente a eliminar las plantas infectadas y las existentes en la zona roja en base al procedimiento vigente.

En caso de requerirse la aplicación de productos químicos que hayan demostrado la eficacia en el control de Foc R4T, si el producto no existiere en el país se aplicará el artículo 78 del Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)		Edición No: 1
PROCESO: SANIDAD VEGETAL		Fecha de Aprobación: 16/07/2020
		SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

13.6.4 De la plantación y replantación de predios considerados libres de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical

Para replantar o establecer nuevas plantaciones, el productor deberá utilizar plantas de propagación in vitro provenientes de laboratorios y viveros registrados en la Agencia.

En los sitios del predio en el que se hayan implementado medias de erradicación, no deberán ser replantados hasta que el patógeno no se lo haya declarado como endémico; en caso de que productor decida cambiar el tipo de especie a cultivar, las medidas fitosanitarias de bioseguridad se deberán mantener.

Sección 14. Referencias Bibliográficas

- a) Aguayo, J., Mostert, D., Fourrier-Jeandel, C., Cerf-Wendling, I., Hostachy, B., y Viljoen, A., (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(2): e0171767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171767>
- b) Agrios, G. (2005). Plant Pathology (Quinta ed.). California: Elsevier Academic Press
- c) Barnett, H.L, Hunter, B.B. (1972) Illustrated Genera of Imperfect Fungi. California University of Pennsylvania, California, Fourth Edition.
- d) Dita, M. y Pérez, L. (2019). Plan de Contingencia ante un brote de la Raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en un país de la región OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.
- e) Dita, M., Echegoyén, P. y Pérez, M. (2013). Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.
- f) Dita, M., Waalwijk, C., Buddenhagen, IW., Souza, MT Jr. y Kema, GHJ. (2010). A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana fusarium wilt pathogen. Plant Pathology 59(2):348±57.
- g) FAO. (2019). Banana Market Review 2018. Recuperado el 5 de octubre de 2019 de http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Bananas/Documents/Banana_Review_Update_December_2018.pdf
- h) loos, R., Fourrier, C., Iancu, G. y Gordon, TR. (2009). Sensitive Detection of *Fusarium circinatum* in Pine Seed by Combining an Enrichment Procedure with a Real-Time Polymerase Chain Reaction Using Dual-Labeled Probe Chemistry. Phytopathology.99(5):582±90. doi: 10.1094/PHYTO-99-5-0582 PMID: 19351254
- i) Li, M., Shi, J., Xie, X., Leng, Y., Wang, H. y Xi, P. (2013). Identification and application of a unique genetic locus in diagnosis of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4. Canadian Journal of Plant Pathology. 35(4):482±93.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- j) Martínez, G., Rey, J., Pargas, R. y Manzanilla, E. (2020). Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano. *Agronomía Mesoamericana*. 31(1):259-276.
- k) Mostert, D., Molina, AB., Daniells, J., Fourie, G., Hermanto, C. y Chao, C-P. (2017). The distribution and host range of the banana *Fusarium* wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, in Asia. *PLoS ONE* 12(7): e0181630. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181630>
- l) Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2013). *Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de Fusarium oxysporum f. sp. Cubense* en un país de la Región de OIRSA.
- m) Programa Nacional de Prevención de HLB Plan de Contingencia, HLB Citrus Greening. (2017). Recuperado el 10 de noviembre de 2019 de: <http://www.huanglongbing.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Plan-de-Contingencia-HLB.pdf>
- n) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España. (2019) Programa nacional para la aplicación de la normativa fitosanitaria, PLAN DE CONTINGENCIA DE *Xylella fastidiosa* (Well y Raju), Recuperado el 10 de noviembre de 2019 de: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidadvegetal/xylella_fastidiosa_contingencia_julio_2019_tcm30-512206.pdf
- o) Quick-start Protocol DNeasy® Plant Mini Kit. (2016) Versión marzo.
- p) Nguyen, T., Tran-Nguyen, L., Wright, C., Trevorrow, P. y Grice, K. (2019). Evaluation of the Efficacy of Commercial Disinfectants Against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Race 1 and Tropical Race 4 Propagules. *Plant Disease* 103:721-728. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-18-0453-RE>
- q) Tropical Race 4 (2020) *Musapedia, the banana knowledge compedium*. Recuperado el 17 de febrero de 2020 en <http://www.promusa.org/Tropical+race+4+-+TR4>

Sección 15 Anexo 1

FICHA TÉCNICA

Fusarium oxysporum f. sp. *cupense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

(E. F. Sm.) W. C. Snyder & H.N. Hansen, (1940)



Fuente: OIRSA, 2018.

1. IDENTIDAD DE LA PLAGA

1.1. Nombre científico

Fusarium oxysporum f. sp. *cupense* Raza 4 Tropical

1.2. Nombre común

Marchitez por Fusarium de las musáceas (OIRSA, 2019)

1.3. Clasificación taxonómica (NCBI, 2020)

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Nectriaceae

Género: *Fusarium* (género anamórfico)

Especie: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* (Foc)

Código EPPO: FUSAC4 (EPPO, 2020)

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Fourie *et al.* (2001), Koenig *et al.* (1997), Bentley *et al.* (1998), O'Donnell *et al.* (1998) y Groenewald *et al.* (2006) confirmaron los orígenes polifiléticos de Foc, por tanto, se dividió el taxón en linajes, sugiriendo que tanto la coevolución como la transferencia horizontal de genes configuraron la historia evolutiva de este patógeno.

Se han reconocido 4 razas de Foc R4T (Ploetz, 2015):

- Raza 1, responsable que desató la epidemia que afectó a Gros Michel y que también ataca al maqueño (subgrupo AAB), Seda, manzana (AAB) y Pisang Awak (ABB).
- Raza 2, que afecta a las bananas de cocción como Bluggoe (ABB).
- Raza 3, que afecta a *Heliconia* spp.
- Raza 4, que se divide en Raza 4 subtropical (SR4), que afecta a Cavendish y a los hospederos susceptibles a las razas 1 y 2 en los subtrópicos (Foc SR4 ataca a cultivares de banano Cavendish en regiones subtropicales de Taiwán, Islas Canarias, Sudáfrica y Australia), en presencia de condiciones predisponentes como la exposición a bajas temperaturas. La Raza 4 Tropical (R4T), afecta a los mismos hospederos de SR4, pero en ausencia de las condiciones predisponentes, es decir, Foc R4T es patogénico tanto en condiciones tropicales como subtropicales.

Puesto que Foc es una especie genéticamente heterogénea y posiblemente ha tenido varios orígenes, la compatibilidad vegetativa se usa para clasificar en grupos, los aislamientos que comparten el mismo alelo de los genes que controlan la formación de un heterocarión (una célula con dos núcleos distintos). Dado que los alelos en cada locus (la ubicación del gen en el cromosoma) deben ser idénticos para que los aislados sean compatibles vegetativamente, se supone que los aislados dentro de un VCG se derivan clonalmente.

Según Ploetz (2015) citado por Dita (2018), hasta la fecha se conocen al menos 24 VCGs para Foc, que pueden afectar a *Musa acuminata*, *M. balbisiana*, *M. schizocarpa* y *M. textilis* (Musaceae: Zingiberales)

La región con la mayor diversidad de VCG es Asia: 11 VCGs en las cinco regiones productoras de banano de China continental, 3 VCGs en la provincia de Lampung y 5 VCG en Sumatera Occidental de Indonesia (ProMusa, 2019). Los VCG 01213/16 de Foc R4T son algunas de varias poblaciones de cepas distintas de Foc que pueden atacar a Cavendish (Pegg, Coates, O'Neil, & Turner, 2019).

Recientes estudios filogenéticos (N. Maryani, 2018) realizados en Indonesia, centro origen de las especies silvestres y cultivadas de musáceas, las cuales co-evolucionaron con Foc, revelaron nueve linajes genéticos independientes para Foc y un nuevo grupo en las especies del complejo *Fusarium oxysporum*. Pruebas de patogenicidad realizados con aislados del linaje 1, denominado *Fusarium odoratissimum* N. Maryani, Lombard, Kema & Crous, sp. nov. (MycoBank MB826800), por el peculiar olor de los cultivos, resultaron ser patogénicas para Cavendish y Gross Michel, clasificadas anteriormente como Foc R4T.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

1.4. Hospedantes

Los principales hospederos de Foc R4T son las especies de *Musa* y *Heliconia*. Foc R4T es fuertemente patogénico para la variedad Cavendish (AAA) de banano (*Musa acuminata*), comercialmente importante, pero además es particularmente preocupante porque afecta a las otras especies y variedades susceptibles a las otras razas de Foc [Cheng et al., 2019 citado por (CABI, 2020)]. En el Cuadro 1, se presentan los principales hospederos de Foc R4T.

Cuadro 1. Hospederos de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cupense* Raza 4 Tropical.

Especie hospedera	Nombre común	Familia
Hospederos principales:		
<i>Heliconia caribaea</i> ¹	Heliconia	Heliconaceae
<i>Heliconia mariae</i> ¹	Heliconia	Heliconaceae
<i>Heliconia psittacorum</i> ¹	Heliconia	Heliconaceae
<i>Musa</i> sp.	Musáceas	Musaceae
<i>Musa acuminata</i>	Banano	Musaceae
<i>Musa balbisiana</i>	Plátano	Musaceae
<i>Musa textilis</i>	Abacá	Musaceae
<i>Musa schizocarpa</i> ²	Banana silvestre (con semillas)	Musaceae
Hospederos secundarios:		
<i>Paspalum fasciculatum</i> ³	Gramalote	Poaceae
<i>Panicum purpurascens</i> ³	Zacate pará	Poaceae
<i>Commelina diffusa</i> ³	Siempre viva	Commelinaceae

¹ CABI, 2020. menciona que las heliconias *Heliconia caribaea*, *Heliconia mariae* y *Heliconia psittacorum* (Heliconaceae) son hospederos de Foc R4T, sin embargo, la población de patógenos que causa el marchitamiento en *Heliconia* spp., descrito como raza 3, de acuerdo con Dita y otros (2019), ya no se considera parte de Foc.

² (Ploetz, 2015)

³ Waite and Dunlap (1953) citado por (Dita, Baquero, Heck, Mizubuti, & Staver, 2018)

**PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp.
 cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T)**

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

<i>Chloris inflata</i> ⁴ sin. <i>Chloris barbata</i>	Zacate borrego	Poaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i> ⁴	Leche vana, lechosa, leche de sapo	Euphorbiaceae
<i>Tridax procumbens</i> ⁴	Maleza	Asteraceae
<i>Cyanthilium cinereum</i> ⁴	Maleza	Asteraceae
<i>Cyperus iria</i> ⁵	Maleza	Cyperaceae
<i>Cyperus rotundus</i> ⁵	Maleza	Cyperaceae
<i>Fimbristylis koidzumiana</i> ⁵	Maleza	Cyperaceae
<i>Gnaphalium purpureum</i> ⁵	Maleza	Asteraceae

2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA MUNDIAL (Pest Lens, 2020)

Hasta 1989, solo se reportó que Foc afectaba a Cavendish en regiones subtropicales. Sin embargo, una nueva variante que afecta severamente a los cultivares Cavendish en los trópicos se informó en 1990.

Foc R4T estuvo restringida al Este y partes del sudeste asiático y el Territorio del Norte de Australia durante más de 20 años, pero informes recientes confirmaron su presencia en Jordania, Omán, Mozambique, Vietnam, Laos y Myanmar e Israel. En Australia, Foc R4T se detectó en el Territorio del Norte desde 1997, pero se notificaron nuevos brotes en Queensland en 2015.

En el año 2018, se confirmó oficialmente la presencia de Foc R4T en India (Damodaran, y otros, 2018) así como la presencia de la plaga en Reino Unido, en un invernadero del Proyecto Edén en Cornwall, Inglaterra (ITV News, 2018).

Posteriormente, en julio de 2019 se confirmó la presencia de la plaga en Colombia – Sud América (Pest Lens, 2020).

⁴ (Hennessy C. G., 2005)

⁵ Su *et al*, 1986 citado por (Pegg, Coates, O'Neil, & Turner, 2019)

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Cuadro 2. Distribución de *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* raza 4 tropical a nivel mundial.

CONTINENTE	PAÍS
ÁFRICA	Mozambique, Mayotte (departamento francés de ultramar) *.
AMÉRICA	Colombia.
ASIA	China, Filipinas, India, Indonesia, Israel, Jordania, Laos, Líbano, Malasia, Myanmar, Omán, Pakistán, Tailandia, Turquía y Vietnam.
EUROPA	Reino Unido
OCEANÍA	Australia (Territorios del Norte y Tully - Queensland).

Fuente: (Pest Lens, 2020)

* (EPPO, 2020).

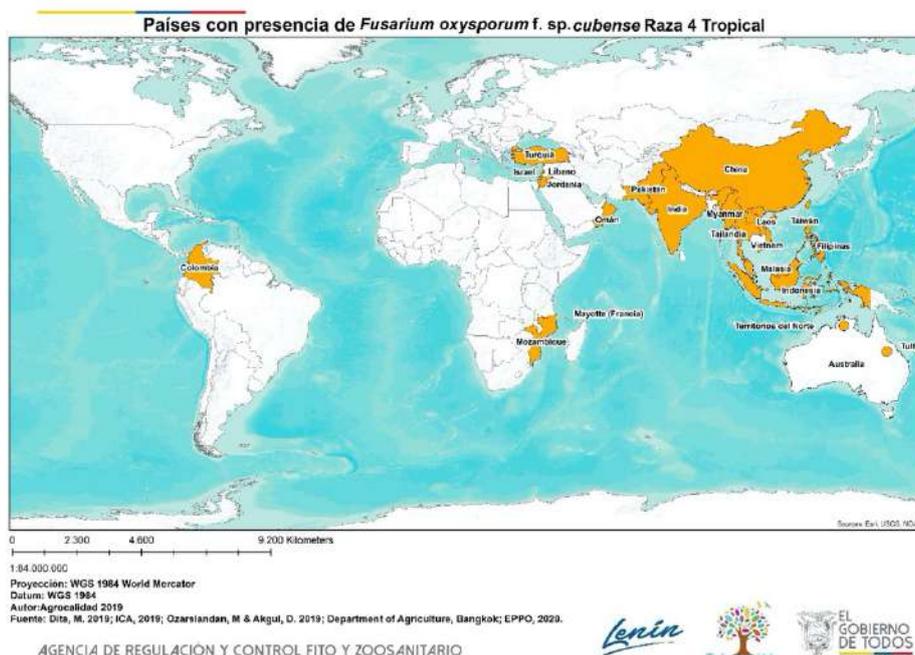


Figura 1.- Distribución de *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* raza 4 tropical a nivel mundial.

Fusarium oxysporum f. sp. *ubense* Raza 4 Tropical es una plaga cuarentenaria no presente en el país incluida en la Resolución 122 (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, 2017) y a través del Sistema de

Vigilancia Fitosanitaria no se reporta la presencia de la plaga en el Ecuador (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, 2020).

3. CICLO DE VIDA

3.1 Descripción biológica

Foc R4T se reproduce asexualmente y hasta el momento no se ha observado el estado sexual de este hongo (ProMusa, 2019). Dentro de la planta, el hongo produce 3 tipos de esporas asexuales: macro y micro conidios y clamidosporas.

Los macro conidios son abundantes, falcados a casi rectos, de paredes delgadas, con tres a cinco septos (usualmente 3) y miden 27 - 55 x 3.3 - 5.5 μm . La célula apical es usualmente atenuada o en forma de gancho en algunos aislamientos. Las células basales tienen de forma de pie. Los macroconidios se forman en monofiálides o en esporoquios ramificados y en menor extensión, desde monofiálides en hifas.

Los microconidios (5-16 x 2.4-3.5 μm), usualmente sin septos, pueden ser ovales, elípticos o reniformes y se forman abundantemente en falsas cabezas en monofiálides cortas. Las clamidosporas (7-11 μm de diámetro), son formadas abundantemente en hifas o en conidios, aisladas o en cadenas, usualmente en pares, pero su formación puede ser más lenta en algunos aislamientos (Dita, Baquero, Heck, Mizubuti, & Staver, 2018).

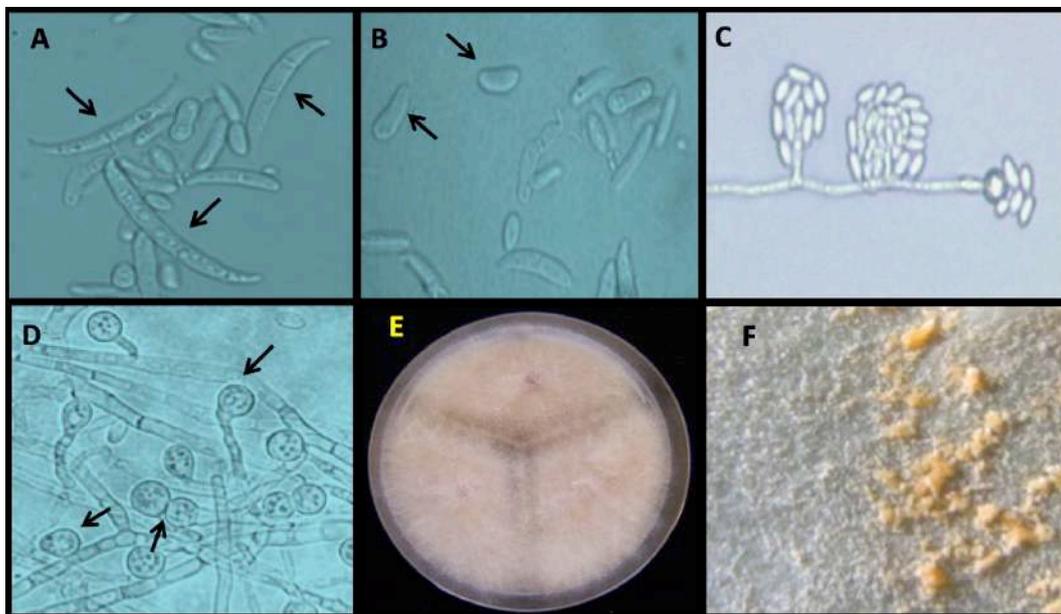


Figura 2. Estructuras reproductivas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*. (A) Macroconidios, (B) Microconidios, (C) Fiálides y microconidios agrupados en falsas cabezas. (D) Clamidosporas. (E) Foc R4T en medio de cultivo PDA, (F) Esporoquios de color naranja formados en la superficie medio de cultivo PDA (Dita, Baquero, Heck, Mizubuti, & Staver, 2018).

El hongo penetra a la planta a través de las raíces terciarias, posteriormente pasa al sistema vascular del rizoma y pseudotallo e invade los vasos del xilema; el hongo produce conidios los cuales son llevados a lo largo de los haces vasculares donde inician nuevas zonas de infección, ocasionando su obstrucción y como consecuencia se reduce el movimiento del agua y nutrientes.

En estados más avanzados de la enfermedad el hongo crece fuera del sistema vascular, en el parénquima adyacente, produciendo grandes cantidades de conidios y clamidósporas; estas últimas retornan al suelo cuando la planta muere y permanecen en dormancia. El ciclo se repite cuando las clamidosporas germinan e infectan a otra planta (Moore, 1995). Se ha reportado que las clamidosporas de Foc pueden sobrevivir hasta 40 años, lo que sugiere que su presencia en residuos vegetales de musáceas, es la responsable de su permanencia en suelo infestado y permiten que el patógeno sobreviva en condiciones inhóspitas por décadas, sin la presencia de la musácea hospedera viva. Además, la colonización asintomática de las raíces de malezas por especies del complejo Foc es un fenómeno común (Ploetz, 2015).

3.2 Ciclo de vida (Dita, Baquero, Heck, Mizubuti, & Staver, 2018)

En la Figura 3 se puede apreciar el proceso de infección y desarrollo de la enfermedad causada por Foc:

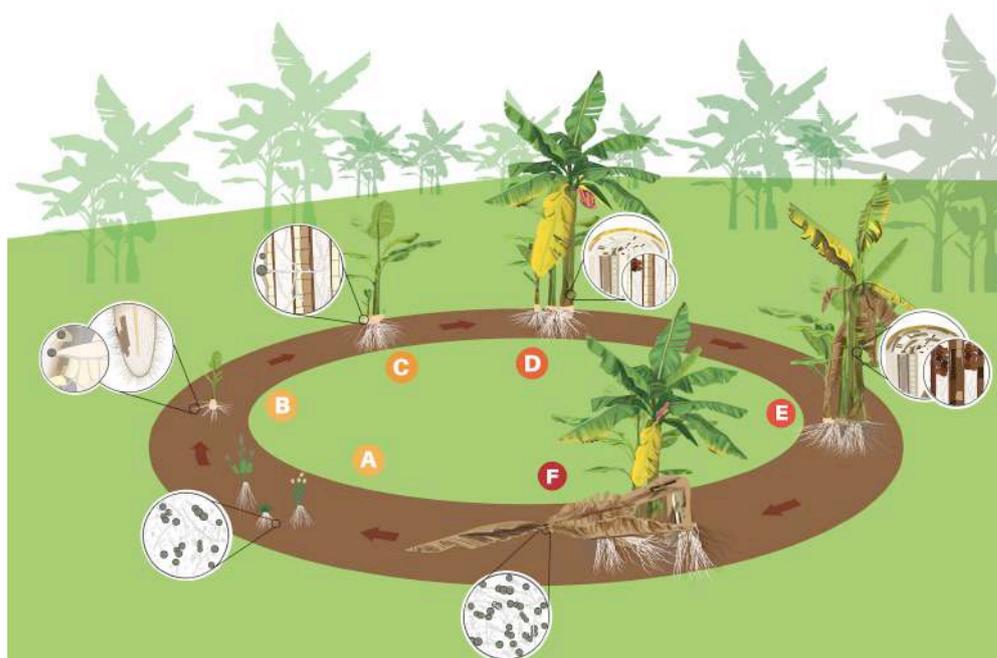


Figura 3. Ciclo de vida de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) en musáceas (Dita, Baquero, Heck, Mizubuti, & Staver, 2018).

(A) Las esporas (micro y macro conidios y clamidosporas) descansan en el suelo o en hospederos alternativos como las malezas.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

(B) Las clamidosporas germinan estimuladas por los exudados de las raíces y los tubos germinales penetran en las raíces de la planta.

(C) Foc crece a través de la corteza hasta 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 distribuyen rápidamente a través de la planta a través del sistema de transpiración. El micelio bloquea los tejidos vasculares y se observan los primeros síntomas de amarillamiento 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 hija, que fue contaminada por la planta madre a través de la conexión vascular, muestra síntomas iniciales. La planta madre finalmente se cae y el ciclo de la enfermedad comienza nuevamente

3.3. Condiciones favorables para el desarrollo de la plaga

La temperatura óptima para el desarrollo de Foc R4T es de 25-28 °C; el crecimiento se inhibe cuando la temperatura es cercana a 33 °C y no es favorable por debajo de 17 °C (Nelson, 1981).

El pH del suelo, que está influenciado por muchos factores, es una variable fundamental en el desarrollo de la enfermedad. Los niveles de severidad más altos de Foc se asocian constantemente con valores de pH más bajos. Las prácticas que reducen los valores de pH del suelo, como la aplicación de urea y amonio como fuentes de nitrógeno (N) se han asociado históricamente con epidemias severas. Los datos disponibles hasta el momento indican que los valores de pH más bajos y las fuentes de N a base de amonio aumentan el ataque del patógeno. Sin embargo, estudios realizados mencionan el cambio de pH en suelos supresores de Foc, tuvo poco efecto sobre la severidad de la enfermedad (Dita, Baquero, Heck, Mizubuti, & Staver, 2018).

Adicionalmente, la severidad de la enfermedad aumenta cuando, después de un periodo de sequía en el cual la planta se encuentra en estrés hídrico, aumenta la humedad del suelo por lluvia o riego. El exceso de humedad en el suelo, en terrenos arcillosos con mal drenaje favorece su desarrollo y dispersión; los terrenos ácidos y pobres en calcio reúnen condiciones adecuadas para el desarrollo del hongo (Moore, 1995).

4. SÍNTOMAS

La Marchitez por *Fusarium* es considerada como una clásica enfermedad de marchitamiento vascular, al causar la interrupción del sistema de translocación de agua y nutrientes, provocar síntomas foliares sistémicos y el colapso final de las plantas afectadas. El patógeno invade el tejido vascular (xilema) de las plantas a través de las raíces provocando su decoloración y marchitamiento (Sotomayor, 2012).

Los síntomas externos producidos por Foc R4T se caracterizan por:

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp.
ubense Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- Amarillamiento uniforme que inicia en las hojas más adultas a lo largo del margen foliar, continúa hacia la nervadura central (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 2019.)



- Las hojas quedan completamente marchitas y de color café hasta cubrir las hojas enteras (SENASICA, 2018).



- Agrietamiento en la base del pseudotallo (SENASICA, 2017)

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp.
ubense Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Edición No: 1

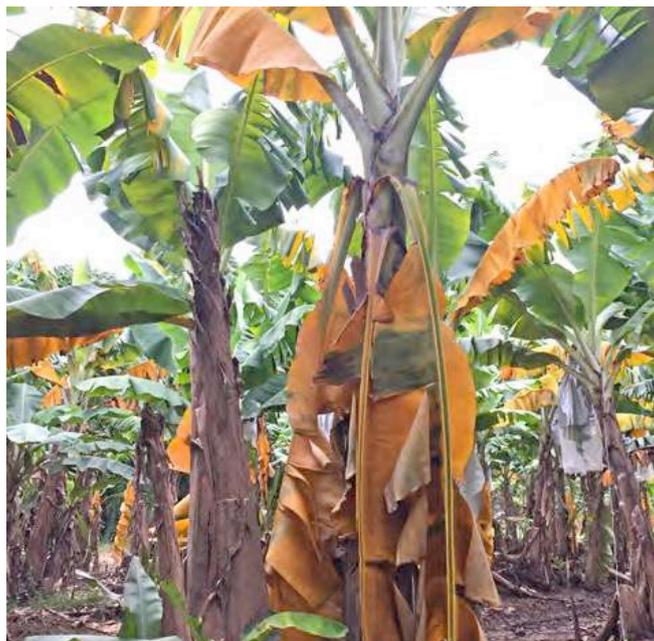
Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO



- Las hojas se doblan en la unión del peciolo con el pseudotallo y quedan colgadas de la planta, tomando la apariencia de una falda hawaiana (Department of Agriculture and Fisheries, Queensland , s.f.)



Los síntomas internos de Foc R4T se caracterizan por:

- El taponamiento de los haces vasculares, observado desde el interior del pseudotallo de coloración rosa, a café oscuro (Department of Agriculture and Fisheries, Queensland , s.f.)

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN,
DETECCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* f.sp.
cupense Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Edición No: 1

Fecha de Aprobación: 16/07/2020

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

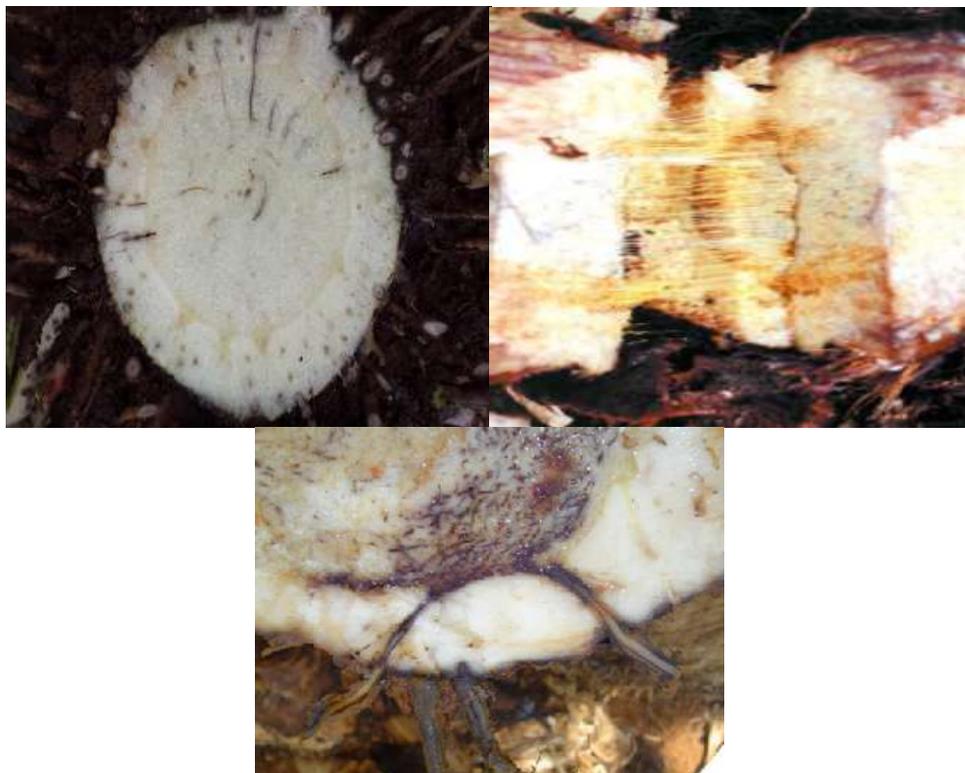


Al realizar un corte vertical del pseudotallo se observan líneas continuas de color café rojizo que corresponden a los haces vasculares infectados (SENASICA, 2017).



- Al realizar un corte transversal del cormo se observa la coloración amarilla del cilindro central, la coloración rojiza de los haces vasculares y la formación de filamentos amarillos (SENASICA, 2017).

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO



4.1. Medios de dispersión

Foc R4T se puede diseminar fácilmente a través de las siguientes vías (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, 2019):

- Material de propagación contaminado (incluyendo de la planta madre a los colinos)
- Suelo contaminado
- Por personas, a través del movimiento de tierra adherida a vehículos, equipos, maquinaria, herramientas, zapatos, etc.
- Agua contaminada
- Entre plantas, por contacto de raíz a raíz distancias cortas
- Por animales silvestres y domésticos, incluyendo insectos plaga
- Por fenómenos naturales tales como lluvias e inundaciones.

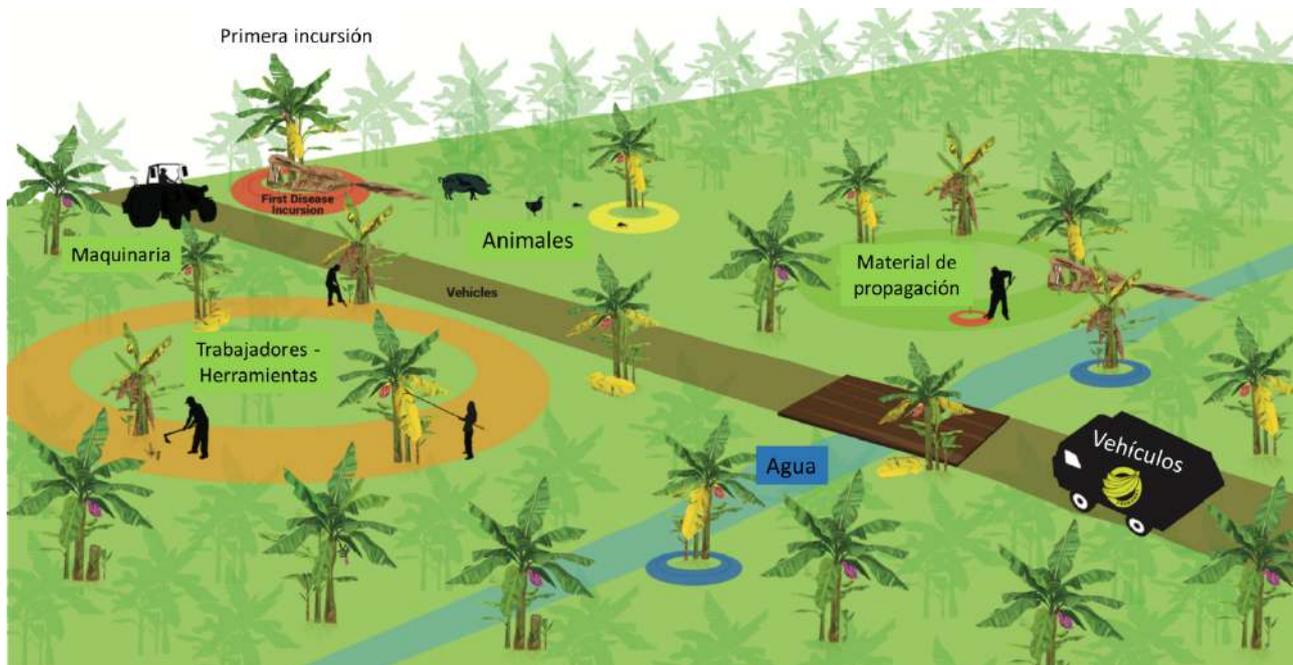


Figura 5. Factores asociados a la propagación del Foc en musáceas. Estos factores pueden operar por separado o en asociación para dispersar la plaga a cortas o largas distancias (Dita, Baquero, Heck, Mizubuti, & Staver, 2018).

4.2. Vectores asociados a la dispersión de Foc R4T

Foc R4T es un patógeno que puede ser transmitido por el suelo, por lo que los factores que mueven las esporas dentro del suelo, o el suelo en sí, pueden contribuir a la propagación en cultivos infectados. Varios animales habitan en las plantaciones de musáceas, incluidos aves e insectos, como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). Al parecer, es poco probable que Foc R4T sea transportado por insectos alados, pero los picudos se movilizan en el suelo y son potencialmente capaces de vectorizar hongos patógenos (Meldrum, T., Tran-Nguyen, & A., 2013).

En un estudio realizado por Meldrum *et. al.* (2013), en cultivos de banano en Australia, confirmaron mediante análisis de PCR que el 10 % de adultos *C. sordidus* contenían esporas viables en sus exoesqueletos, lo que infiere que puede actuar como un vector. Por lo tanto, el control de este insecto en las plantaciones de banano puede ayudar a minimizar la propagación de Foc R4T.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO



Figura 6. Picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*) (CABI, 2020)

En Australia, el acceso de animales silvestres a los cultivos de banano, principalmente de cerdos ferales los cuales, debido a sus hábitos de enfriar su cuerpo cubriéndolo con barro y desplazarse por doquier, ha provocado la dispersión del hongo, por lo cual el organismo de bioseguridad desarrolló normativa y procedimientos específicos para la captura y manejo de estos animales, en lugares donde la plaga se encuentra bajo control oficial (Biosecurity Queensland, 2016).

4.3. Recomendaciones.

Para evitar que *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical no afecte a la bananera, se puede realizar lo siguiente (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, 2019):

- Sembrar material de propagación en sitios registrados por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario.
- Revisar el cultivo constantemente para detectar plantas enfermas.
- No movilizar material de siembra de plantas afectadas (colinos, rebrotes o hijos).
- Usar herramientas exclusivas en la finca.
- Desinfectar las herramientas permanentemente con la utilización de amonio cuaternario de cuarta o quinta generación u otro producto determinado por la Agencia.
- Desinfectar el calzado y los vehículos que ingresan a la finca utilizando amonio cuaternario u otro producto determinado por la Agencia.
- Evitar el ingreso de animales domésticos al cultivo.
- No movilizar plantas enfermas ni los desechos en canales de riego y drenaje.
- Es importante estar informado y asistir a las capacitaciones.

5. IMPACTO

La producción comercial de banano ha estado sujeta a técnicas de cultivo intensivo desde finales del siglo XIX, con el surgimiento del comercio a gran escala desde los países productores de banano de América Central y el Caribe hacia Estados Unidos y Europa. Para satisfacer la creciente demanda en mercados de importación en su mayoría lejanos, los productores identificaron la variedad Gros Michel como la más adecuada para la propagación del monocultivo y las largas rutas de transporte.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Para 1955, el volumen global de exportación de bananos de los productores centroamericanos había alcanzado aproximadamente 3 millones de toneladas, convirtiendo a los bananos en la fruta fresca más exportada a nivel mundial, por delante de los cítricos y las manzanas, con una participación en el volumen del 40 por ciento en el comercio mundial de frutas frescas. Facilitado por estas mismas técnicas de monocultivo y rutas de transporte, a mediados de la década de 1950, la Raza 1 de Foc había causado un daño tan enorme a la producción de Gros Michel que la industria de exportación se vio obligado a cambiar toda su producción a la variedad Cavendish resistente al marchitamiento de *Fusarium*. Se calcula que las pérdidas totales en ese momento ascendían a un equivalente actual de USD 2,3 mil millones. Dada la persistencia de décadas del hongo en el suelo, el banano Gros Michel continúa prácticamente ausente de mercado mundial de exportación hasta el día de hoy (Altendorf, 2019).

Si bien no hay estimaciones globales disponibles, las cifras de algunos países indican que la enfermedad ha afectado a alrededor de 15.700 hectáreas (ha) de plantaciones de banano (de un total de 440.000 ha) en Filipinas, y alrededor del 70 por ciento de las plantaciones en las provincias chinas de Guangdong y Hainan. Las pérdidas económicas anuales causadas por Foc R4T se estimaron en USD 121 millones en Indonesia, USD 253 millones en Taiwán y USD 14 millones en Malasia. En la granja infectada en Mozambique, Foc R4T causó daños tan severos a la plantación de 1.500 ha dentro de 4 años. En la primera detección de la enfermedad, la granja se vio obligada a cesar sus operaciones (Altendorf, 2019).

En la economía ecuatoriana, la producción y comercialización de banano juega un papel importante ya que representa el segundo rubro en importancia después del petróleo (CFN, 2017). Según datos del catastro nacional (MAG, 2020), en el Ecuador existen aproximadamente 178.461 ha cultivadas de banano; la mayor producción de banano se concentra en las provincias de Guayas (21%), Los Ríos (32%) y El Oro (25%) (MAG a, 2018), mientras que la mayor producción de plátano se localiza en las provincias de Manabí (40%), Santo Domingo (14%) y Los Ríos (7%), con una superficie total sembrada de 127.239 ha.

En el caso de que este hongo ingrese al país, afectaría a la producción nacional de musáceas debido a su agresividad y capacidad de diseminación, su efecto en la economía del país sería devastador. Ecuador es considerado como el principal exportador de banano, con el 27% de la oferta mundial, representando el 15% del total de las exportaciones. En el año 2019, el país exportó aproximadamente 6,5 millones de TM con un valor FOB de USD 3 mil millones (AEBE, 2020), constituyéndose en uno de los principales contribuyentes al fisco nacional y sustento de alrededor 117 mil trabajadores directos del sector bananero y 118 mil del sector platanero y sus familias (MAG a y b (2018)).

6. BIBLIOGRAFÍA

- AEBE. (2020). *Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador*. Obtenido de http://www.aebe.com.ec/wp-content/uploads/2020/03/AE_EstadisticasPublicas_Dic-19.pdf
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario. (2017). *Plagas cuarentenarias no presentes en el Ecuador*. Quito, Ecuador. Obtenido de PLAGAS CUARENTENARIAS NO PRESENTES EN ECUADOR

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (2019). Obtenido de http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/1-Tr%C3%ADptico_FOCR4T2019-OUT2-convertido-2.pdf
- Akgül, Ö. M. (2020). Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-09-19-1881-PDN>
- Altendorf, S. (11 de 2019). *FAO Food Outlook*. Obtenido de http://www.fao.org/3/ca6911en/CA6911EN_TR4EN.pdf
- Biosecurity Queensland. (2016). *Trapping feral pigs on the Cassowary Coast: A practical Guide*. Queensland, Australia.
- CABI. (2020). *cabi.org*. Recuperado el 17 de 02 de 2020, de <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/15495>
- CABI. (2020). *Crop Protection Compendium*. Obtenido de <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/59074053#1af7b1d3-05b0-4bf2-945e-3d6f724939ef>
- CABI. (2020). *Crop Protection Compendium*. Obtenido de <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/59074053#1af7b1d3-05b0-4bf2-945e-3d6f724939ef>
- CFN. (2017). *Corporación Financiera Nacional*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>
- Damodaran, T., Mishra, V., Jha, S., Gopal, R., Rajan, S., & Ahmed, I. (27 de 11 de 2018). *American Phytopathological Society*. doi:<https://doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1263-PDN>
- Department of Agriculture and Fisheries, Queensland . (s.f.). Obtenido de biosecurity.qld.gov.au
- Dita, M. M. (2018). *Frontiers in Plant Science*. doi:10.3389/fpls.2018.01468
- Dita, M., Baquero, M., Heck, D., Mizubuti, E., & Staver, C. (2018). *Frontiers in Plant Science*. doi:10.3389/fpls.2018.01468
- Dita, M., Baquero, M., Heck, D., Mizubuti, E., & Staver, C. (19 de 10 de 2019). *Frontiers in Plant Science*. Obtenido de [file:///C:/Users/user/Downloads/MAD_Fusarium%20Wilt%20of%20Banana%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/MAD_Fusarium%20Wilt%20of%20Banana%20(1).pdf)
- EPPO. (2020). *EPPO Global Database*. Recuperado el 10 de 02 de 2020, de <https://gd.eppo.int/taxon/FUSAC4/reporting>
- Fourie, G., Steenkamp, E., Ploetz, R., Gordon, T., & Viljoen, A. (2001). Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum* formae. En *Infection, Genetics and Evolution* 11 (págs. 533–542). doi:10.1016/j.meegid.2011.01.012
- Hennessy, C. G. (2005). Weed hosts of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* tropical race 4 in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 115–117. Recuperado el 12 de 02 de 2020, de www.publish.csiro.au/journals/app
- Hennessy, C. W. (2005). Weed hosts of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* tropical race 4 in. *Australasian Plant Pathology*, 34 - 115. doi:<https://doi.org/10.1071/AP04091>
- INIAP. (s.f.). *INIAP. s.f. Banano, plátano y otras musáceas. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. . Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- ITV News. (09 de 11 de 2018). *ITV News*. Recuperado el 18 de 03 de 2020, de <https://www.itv.com/news/2018-11-09/scientists-scramble-to-save-the-banana-from-extinction/>
- Kenneth, P. L. (2019). The epidemiology of *Fusarium* wilt of banana. *Frontiers in Plant Science*. doi:10.3389/fpls.2019.01395
- MAG a. (2018). *Sistema de Información Pública Agropecuaria*. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/bananos/boletines-situacionales-banano-ecuador>
- MAG b. (2018). *Sistema de Información Pública Agropecuaria SIPA*. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/platano/boletines-situacionales-platano-ecuador>

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- MCPEIP. (2017). *Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca*. Obtenido de <https://www.comercioexterior.gob.ec/wp-content/uploads/2017/12/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- Meldrum, R., T., D. L., Tran-Nguyen, & A., A. E. (2013). Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium*. *Australasian Plant Pathology*. doi:10.1007/s13313-013-0214-2
- Moore, N. Y. (1995). *Fusarium wilt of banana*. In: *Musa Disease Fact Sheet N.5*. En INIBAP (Ed.). Montpellier, France.
- N. Maryani, L. L. (05 de 07 de 2018). Phylogeny and genetic diversity of the banana *Fusarium* wilt. *Studies in Mycology*, 155-194. doi:<https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.06.003>.
- NCBI, (. C. (2020). *Taxonomy Browser*. Recuperado el 10 de 02 de 2020, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=61366&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>
- Nelson, P. T. (1981). *Fusarium: diseases, biology and taxonomy*. Pennsylvania : Pennsylvania State University.
- OIRSA. (s.f.). *Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria*. Obtenido de http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Re
- OIRSA, O. I. (2019). *Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de fusarium oxysporum f.sp. cupense en un país de la región del OIRSA*. San Salvador, el Salvador.
- OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2019). *Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de Fusarium oxysporum f. sp. cupense*. San Salvador, El Salvador. Obtenido de www.oirsa.org
- Özarlandan, M., & Akgül, D. (2020). Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-09-19-1881-PDN>
- Pegg, K., Coates, L., O'Neil, W., & Turner, D. (2019). The epidemiology of *Fusarium* wilt of banana. *Frontiers in Plant Science*. doi:10.3389/fpls.2019.01395
- Pest Lens. (14 de 02 de 2020). *Pest Report*. Obtenido de <https://pestlens.info/pestReport.cfm?pestID=3344>
- Ploetz, R. (2015). *Fusarium Wilt of Banana*. En T. A. Society, & T. r. University of Florida (Ed.), *Phytopathology* (págs. 1512 - 1521). doi:<http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO/04+15-0101-RVW>
- ProMusa. (14 de 12 de 2018). *ProMusa*. Recuperado el 18 de 03 de 2020, de <http://www.promusa.org/blogpost580-TR4-present-in-the-UK>
- ProMusa. (2019). *Fusarium oxysporum f. sp.* Recuperado el 14 de 02 de 2020, de ProMusa: <http://www.promusa.org/Fusarium+oxysporum+f.+sp.+cupense#footnote3>
- SENASICA. (2017). *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agropecuario*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/217227/11_Gu_a_de_S_
- Sotomayor, I. (2012). *La raza Tropical 4 de Mal de Panamá, amenaza potencial para la industria bananera del Ecuador*. Quevedo, Ecuador: INIAP.

PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical (Foc R4T)	Edición No: 1
	Fecha de Aprobación: 16/07/2020
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

CONTROL DE CAMBIOS

Fecha anterior	Cambios o modificaciones	Fecha del cambio	Autor
02-10-2013	<p>La sección 1 se cambia de Control, expedición, revisión y distribución del documento a Tabla de contenidos.</p> <p>La sección 2 se cambia de Tabla de contenidos a Control, expedición, revisión y distribución del documento.</p> <p>La sección 3 se cambia de Antecedentes a Introducción.</p> <p>La sección 4 se cambia de Responsabilidades a Información de la Plaga.</p> <p>La sección 5 se cambia de Coordinación interinstitucional a Procedimientos de exclusión.</p> <p>La sección 6 se cambia de Información de la Plaga a Vigilancia Fitosanitaria.</p> <p>La sección 7 se cambia de Procedimientos de prevención a Metodología para la toma de muestras.</p> <p>La sección 8 se cambia de Métodos de detección a Procedimientos de control.</p> <p>La sección 9 se cambia de Medidas de erradicación a Normativa técnica.</p> <p>La sección 10 se cambia de Plan de Comunicación y Capacitación a Organigrama para la Ejecución.</p> <p>Inclusión de la sección 11, Comunicación, Divulgación y Capacitación.</p> <p>Inclusión de la sección 12, Cooperación internacional y coordinación interinstitucional.</p> <p>Inclusión de la sección 13, Activación del Plan de Acción.</p> <p>Inclusión de la sección 14, Referencias Bibliográficas.</p> <p>Inclusión de la sección 15, Anexos.</p> <p>Modificación y actualización del Anexo 1 Ficha técnica de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> Raza 4 Tropical.</p> <p>Eliminación de los Anexos 2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11</p>	16-7-2020	Natalia Aguirre