
Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical race 4.

Foc R4T o marchitamiento del banano.

Ficha técnica N°004-2023.



Elaborado por Unidad de Análisis de Riesgo.

Revisado por Gerencia Técnica de Sanidad Vegetal.

Revisado por Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.

Aprobado por Director Técnico de Sanidad Vegetal.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

CONTENIDO.

I.	IDENTIDAD DE LA PLAGA.....	4
1.1	Nombre científico.	4
1.2	Sinonimia.....	4
1.3	Nombre común.	4
1.4	Taxonomía.	4
II.	GUÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN.....	5
III.	ESTATUS FITOSANITARIO.	5
3.1	Situación de la plaga en Honduras.....	6
IV.	IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA.	6
V.	IMPACTO AMBIENTAL.	7
VI.	POTENCIAL DE IMPACTO ECONOMICO EN HONDURAS.....	7
VII.	DISTRIBUCION GEOGRAFICA.	9
VIII.	HOSPEDANTES DE LA PLAGA.....	10
IX.	DISTRIBUCION DE HOSPEDANTES DE LA PLAGA EN HONDURAS.....	11
X.	BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE LA PLAGA.	13
10.1	Ciclo de vida.	13
10.2	Morfología.	14
XI.	DAÑOS Y SÍNTOMAS.	15
XII.	EPIDEMIOLOGIA.....	17
XIII.	MEDIDAS FITOSANITARIAS.	20
XIV.	METODOLOGÍA DE MUESTREO.....	21
XV.	BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

CONTENIDO DE TABLAS.

Tabla 1: Distribución y reportes de presencia para FOC R4T a nivel mundial (CABI, 2023).	9
Tabla 2: Especies hospedantes de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense raza 4 tropical (CABI, 2023).	11
Tabla 3: Área de producción de banano, plátano y café con asocio de musáceas en Honduras (SENASA, 2023).....	12

CONTENIDO DE FIGURAS.

Figura 1: EXPORTACIONES FOB POR ACTIVIDAD ECONÓMICA.	8
Figura 2: Valor y cantidad de los principales productos de exportación durante el período (enero a junio) 2018-2022, según principales productos.	8
Figura 3: Distribución espacial de hospederos para Foc r4t en el territorio hondureño (SENASA, 2023).....	12
Figura 4: Ilustración de ciclo biológico para <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. cubense tropical raza 4.	13
Figura 5: Triangulo de la enfermedad Foc R4t.	18

GLOSARIO DE SIGLAS Y ACÓNIMOS.

NIMF: Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias.
CIPF: Compendio Internacional de Medidas Fitosanitarias.
SENASA: Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria.
USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
APHIS: Servicio de Inspección Sanitaria de Plantas y Animales.
OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agroalimentaria.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

I. IDENTIDAD DE LA PLAGA.

1.1 Nombre científico.

Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical race 4
(CABI, 2023).

1.2 Sinonimia.

Fusarium odoratissimum.
(CABI, 2023).

1.3 Nombre común.

FOC R4T.
(CABI, 2023).

1.4 Taxonomía.

- Dominio: Eucariota.
- Reino: Hongos.
- Filo: Ascomicota.
- Subfilo: Pezizomycotina.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

- Clase: Sordariomicetos.
- Subclase: Hipocreomicetidos.
- Orden: Hipocreales.
- Familia: Nectriáceas.
- Género: *Fusarium*.
- Especies: *Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical race 4.*

II. GUÍA PARA SU IDENTIFICACIÓN.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería con la agencia de regulación Fito y Zoosanitario MAGAP (2018), presenta la guía de identificación de Foc R4T en campo, diseñada para proporcionar a los productores de musáceas, la información requerida para facilitar la identificación y reporte de las plantas que muestran signos de Foc R4T.

La detección temprana a través de la vigilancia regular, es la forma más efectiva de contener a este patógeno y proteger las zonas productoras de musáceas.
<https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2019/07/FocR4T.pdf>

III. ESTATUS FITOSANITARIO.

Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical race 4 es un hongo Fito patógeno de importancia económica para la producción de banano y plátano, ocasionando pérdidas económicas significativas y perjudicando la seguridad alimentaria en todas aquellas regiones con presencia del patógeno y su hospedante, por lo que, actualmente en Honduras no se encuentra presente el hongo Fito patógeno Foc r4t, misma que se considera por la autoridad oficial de Honduras SENASA, como una plaga reglamentada cuarentenaria, según lo establece la

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias NIMF N°5 Glosarios de Términos Fitosanitarios (CIPF, 2022).

3.1 Situación de la plaga en Honduras.

En Honduras, basado en la vigilancia en zonas de producción de musáceas, como ser banano y plátano, según lo establece la **Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias NIMF N°6 Vigilancia** (CIPF, 2018), no se ha encontrado la presencia de esta plaga en el territorio hondureño, por lo que, tal como lo establece la **NIMF N°8 Determinación de la Condición de una Plaga en un Área** (CIPF, 2021) es una plaga ausente en Honduras.

IV. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA.

El marchitamiento por *Fusarium* se considera una de las enfermedades más destructivas que afectan a las musáceas Ploetz (2000). El banano se considera el producto agrícola primario más valioso del mundo y ocupa el octavo lugar entre los cultivos alimentarios más importantes del mundo y el cuarto más importante entre los países menos desarrollados del mundo Ploetz R. C., (2015). Es difícil establecer el impacto económico de la infección por TR4 en un cultivo, ya que depende del huésped que se ha infectado y de las condiciones ambientales en las que se produce la interacción. TR4 afecta a una variedad de variedades de banano, incluido el banano Cavendish económicamente importante, que comúnmente se cultiva en grandes monocultivos. La propagación de TR4 a estas plantaciones puede afectar toda la cosecha, causando un impacto financiero significativo para los productores y exportadores comerciales de banano (Monstert, y otros, 2017).

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Honduras, en el 2013, el banano ocupó el primer lugar en cuanto a volúmenes de exportación con 675,437 t, con un valor de 277,925 miles de dólares (faostat, 2016). Honduras es autosuficiente en el abastecimiento de fruta fresca para consumo humano, sin embargo, dispone de requisitos fitosanitarios para la importación de fruta de cualquier origen (Senasa, 2018).

V. IMPACTO AMBIENTAL.

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

VI. POTENCIAL DE IMPACTO ECONOMICO EN HONDURAS.

En Honduras han existido fenómenos naturales que han afectado la producción agrícola en el año 2020, de las cuales se mencionan los fenómenos naturales como ser el ETA e IOTA,

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

ocasionando pérdidas en exportaciones de banano de \$21.2 millones en las exportaciones de banano BCH (2021), sumado a esto, las pérdidas ocasionadas por Foc r4t en caso de ingresar y establecerse a Honduras, sumarían cifras significativas en producción y en cantidades exportadas de banano y plátano.

Figura 1: Exportaciones con por actividad económica.

0.0A-	0.5T	1.7E-	5.0T	1.2T	8.42	4.1E	5.18	Actividad
0.12-	4.1S	5.1S-	5.7		0.0T	1.14	8.3E	Banano
8.2A-	8.0-	8.5T-	1.0-		0.4T	0.0S	0.7S	Melones y sandías
0.0S-	4.2S	2.8-	7.5		0.0	1.1T	2.0T	Legumbres y hortalizas
8.0-	0.8	0.0	4.0		5.0T	5.0T	0.0	Otros

Exportaciones FOB por actividad económica / enero de cada año / en millones de \$.

Fuente: Sistema Automatizado de Rentas Aduaneras de Honduras (SARAH)/Administración Aduanera de Honduras (ADUANAS) y Factura y Declaración Única Centroamericana (FYDUCA)/Servicio de Administración de Rentas (SAR).

Según el Instituto Nacional de Estadística de Honduras INE (2022) en el periodo comprendido de Enero del 2018 a Junio del 2022, el valor del banano de exportacion cumple con una cantidad de \$119.79 como uno de los principales productos de exportación (Figura 2).

Figura 2: Valor y cantidad de los principales productos de exportación durante el período (enero a junio) 2018-2022, según principales productos.



Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

VII. DISTRIBUCION GEOGRAFICA.

Tabla 1: Distribución y reportes de presencia para FOC R4T a nivel mundial (CABI, 2023).

País.	Año de confirmación de presencia.	Distritos, estados o Provincias con presencia del patógeno.	Referencia.
Taiwán.	1989	Toda la superficie bananera.	(CABI, 2023). (Buddenhagen, 2009). (Ji Su, Chuan Hwang, & Hsiung ko, 1986). (Maryani, y otros, 2019).
Malasia.	1989	Zonas bananeras.	(AGROCALIDAD, 2023). (Maryani, y otros, 2019). (Buddenhagen, 2009).
Filipinas.	Sin registro de su primer reporte.	Zonas bananeras.	(Chuan Hwang & Hsiung Ko, 2004). (Molina, y otros, 2010).
China.	Sin registro de su primer reporte.	Zonas bananeras en (Fujian, Guangdong, Guangxi, Hainan, Yunnan).	(Zhang, y otros, s.f.) (CABI, 2023).
Australia	1997 (Erradicación) 2015 Nuevos brotes	Territorios del Norte Queensland.	(Daly, Walduck, & Darwin, 2006). (O'Neill, y otros, 2016).
Indonesia	1999 (publicación de la identificación de FOC R4T)	desde la provincia Aceh de Sumatra en el extremo oeste hasta la provincia de Papua en el extremo este	(Maryani, y otros, 2019). (CABI, 2023).
Omán	2013	A'Suwaiq, Saham y Sohar.	(Rodriguez M. , 2023). (Dita, Barquero, Diablos , Mizubuti, & Staver, 2018). (ONA, 2012). (AFM, 2012). (USU, 2012).
Jordania	2013	Valle de Jordán.	(Rodriguez M. , 2023). (EPPO, 2023). (García y otros 2014).
Pakistán	2015	Provincias de Sindh y Baluchistán.	(Rodriguez M. , 2023). (Ordoñez, y otros, 2015).

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

			(García y otros 2014).
Líbano	2013 (Primer hallazgo). 2015.	Mansouri y Berghliyah.	(Rodríguez M. , 2023). (Ordoñez, y otros, 2015). (García y otros 2014).
Mozambique	2013	Norte de Mozambique, provincia de Nampula en el distrito de Monapo.	(Rodríguez M. , 2023). (IPPC, 2013). (CGIAR, 2013).
Vietnam	2014 (Primeros síntomas). 2015 (segundo hallazgo). 2017	Provincias de Hanoi, Hung, Yen y Lao Cai.	(Rodríguez M. , 2023). (Colgado, y otros, 2017). (Hung et al., 2018). (Jun Zheng, y otros, 2018).
Laos	2018	Luang Namtha y Vientiane.	(Jun Zheng, y otros, 2018).
Myanmar	2018	Zonas bananeras.	(Rodríguez M. , 2023). (Jun Zheng, y otros, 2018).
Israel	2018	Llanura costera del bajo Carmelo, Galilea, Valle del Jordán.	(Maymon, y otros, 2018). (Rodríguez M. , 2023).
India	2018	Uttar Pradesh, Madhya Pradesh y Gujarat.	(Rodríguez M. , 2023).
Colombia	2019	Guajira	(Rodríguez M. , 2023). (García-Bastidas, y otros, 2019).
Perú	2021	Querecotillo	(Acuña, y otros, 2022). (CABI, 2023).
Venezuela	2023	Estados Aragua, Carabobo y Cojedes.	(IPPC, 2023).

En el presente cuadro, se muestran los reportes de presencia, fecha de publicación y áreas de contaminación por el patógeno *Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 4 tropical* en aquellos países con presencia del mismo, dicha información está actualizada hasta febrero del 2023.

VIII. HOSPEDANTES DE LA PLAGA.

El banano (*Musa spp.*) es un importante cultivo comercial y alimentario en los trópicos y subtrópicos. El marchitamiento por *Fusarium*, también conocido como enfermedad de Panamá, es causado por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*. Es una de las enfermedades más

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

destructivas de este cultivo y tiene un rango de hospedantes relativamente amplio. Su mayor impacto fue en los primeros comercios de exportación basados en 'Gros Michel'. Se utilizaron cultivares resistentes del subgrupo Cavendish para reemplazar a 'Gros Michel', pero ahora están sucumbiendo a una nueva variante del patógeno, la raza tropical 4 (TR4) (Ploetz R. C., University of Florida, 18905 SW 280th Street, Homestead, FL 33031-3314, USA, 2015).

Tabla 2: Especies hospedantes de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 4 tropical (CABI, 2023).

Nº	Nombre científico del huésped.	Nombre común del huésped.	Presencia en Honduras.	Utilidad comercial.
1	<i>Heliconia caribaea</i>	Bijagua o Plátano cimarrón.	Si	Ornamental, comercio interno.
2	<i>Heliconia mariae</i>	Platanillo.	Si	Comercio interno.
3	<i>Heliconia psittacorum</i>	Pico de loro, Flor de periquito, Flor de loro, plátano de loro, avecilla.	Si	Ornamental, comercio interno.
4	<i>Musa sp.</i>	Plátano o banano.	Si	Comercio interno y exportación.
5	<i>Musa acuminata</i>	Plátano silvestre.	Si	Comercio interno.
6	<i>Musa balbisiana</i>	Plátano macho	Si	Comercio interno.
7	<i>Musa textilis</i>	Caña de manila.	Si	Comercio interno.

IX. DISTRIBUCION DE HOSPEDANTES DE LA PLAGA EN HONDURAS.

En Honduras existen zonas de producción de banano, más que todo de la variedad CAVENDISH, con finalidad de exportación y venta local, actualmente, existe más de 20,000 Ha sembrada solo con banano, sumado a esto las áreas sembradas con plátano y café asociado con musáceas como control de sombra.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Tabla 3: Área de producción de banano, plátano y café con asocio de musáceas en Honduras (SENASA, 2023).

Nombre del vegetal	Área sembrada en Ha.
Café asociado con musáceas.	11,249
Banano.	22,066
Plátano.	836
TOTAL	34,151

En el cuadro anterior se presenta un estimado de las áreas de producción, que se encuentran registradas en el SENASA, de musáceas a nivel nacional (SENASA, 2023).

Cabe mencionar que existen más zonas de producción que no se encuentran registradas en el SENASA y que son productoras de musáceas ubicadas dentro del territorio hondureño, por ende

Figura 3: Distribución espacial de hospederos para Foc r4t en el territorio hondureño (SENASA, 2023).



Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

X. BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE LA PLAGA.

10.1 Ciclo de vida.

Las esporas (micro, macro conidios y clamidosporas) permanecen en el suelo o en hospedantes alternos como las malezas. Las esporas germinan estimuladas por los exudados de las raíces, y los tubos germinativos penetran en las raíces secundarias de los plátanos. **Foc R4T** crece a través de la corteza a la epidermis y el micelio invade el sistema vascular. Los conidios y clamidosporas se producen constantemente en los tejidos vasculares. Los conidios son distribuidos rápidamente por la planta a través del sistema vascular. El micelio bloquea los tejidos vasculares y los primeros síntomas de coloración amarillenta se observan en las hojas más viejas. **Foc R4T** coloniza y destruye más tejidos vasculares provocando un intenso marchitamiento. 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 de nuevo (Dita et al., 2022).

Figura 4: Ilustración de ciclo biológico para *Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4*.



**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

10.2 Morfología.

Las clamidosporas (estructuras de resistencia). Son estructuras esféricas, con pared gruesa de aspecto verrugoso y coloración clara, por lo general de color amarillo-marrón. Formadas en cadenas, grupos o en forma individual. Producidas por la planta de banano cuando está próxima a morir. Pueden persistir en el suelo por períodos de tiempo largos (hasta 30 años o más). La infección se inicia cuando germinan en respuesta a los exudados de las raíces de las plantas hospedantes, dando lugar al desarrollo de hifas (estructuras filamentosas largas y ramificadas conocidas comúnmente como micelio), son las que penetran en las raíces laterales o terciarias de la planta a la cual infectan ProMusa (2018). Su crecimiento en medios de cultivo artificiales se produce cuando éstos han envejecido y la disposición de nutrientes es pobre; este proceso puede tardar hasta dos meses para poder observarse, en cuyo caso pueden ser encontradas en la superficie del medio de cultivo o embebidas en este (Leslie & Summerell, 2006).

Los microconidios (estructuras de reproducción asexual). Consisten en una o dos células de forma oval o arriñonada, de color pálido y paredes delgadas, que nacen de las células conidiógenas a partir de monofialides cortas. Este tipo de espora es la que se produce con mayor frecuencia dentro de los vasos floemáticos de las plantas infectadas ProMusa (2018). En medio de cultivo, a las 48 horas de iniciada la incubación, aparecen crecimientos de colonias algodonosas de color blanco con micelio aéreo que producen abundantes microconidios (PROMUSA, 2022).

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

El marchitamiento por *Fusarium* es una enfermedad típica del marchitamiento vascular. El hongo invade el tejido vascular a través de las raíces causando decoloración y marchitamiento, y eventualmente matando a la planta. El progreso de los síntomas internos puede influir en la primera aparición de los síntomas externos. El fruto no presenta ningún síntoma (PROMUSA, 2022).

El síntoma interno característico del marchitamiento por *Fusarium* es la decoloración vascular, que varía de amarillo pálido en las primeras etapas a rojo oscuro o casi negro en etapas posteriores. Los síntomas internos se desarrollan primero en las raíces alimentadoras, que son los sitios iniciales de infección. El hongo se propaga al rizoma y luego al pseudotallo (PROMUSA, 2022).

Externamente, los primeros signos de enfermedad suelen ser el marchitamiento y el amarillamiento de las hojas más viejas alrededor de los márgenes. Las hojas amarillas pueden permanecer erectas o colapsar en el pecíolo. A veces, las hojas permanecen verdes, a excepción de las manchas en el pecíolo, pero aún se rompen. Las hojas colapsadas cuelgan del pseudotallo como una falda. Finalmente, todas las hojas se caen y se secan (PROMUSA, 2022).

XI. DAÑOS Y SÍNTOMAS.

El tiempo entre la infección de la raíz y el desarrollo de los síntomas puede oscilar entre 2 meses y varios años. La aparición de síntomas depende principalmente del nivel de inóculo,

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

el nivel de resistencia o susceptibilidad del huésped, así como de las condiciones ambientales (Pegg, Coates, O'Neill, & Turner, 2019)

El síntoma inicial de TR4 en el banano es el amarillamiento en los márgenes de las hojas más viejas, comenzando en la base del pecíolo. La decoloración se propaga a medida que avanza la enfermedad y comienza a aparecer en las hojas más jóvenes en el transcurso de 1 a 3 semanas. Eventualmente, las hojas pierden rigidez y se marchitan hasta el punto de colapsar en el pecíolo. En este punto, las hojas cuelgan hacia abajo, formando una "falda" alrededor de la planta. Las plantas eventualmente morirán, generalmente antes de la floración, lo que hace que la planta no pueda producir un racimo (CABI, 2023).

TR4, al igual que otras cepas de Foc, también provoca decoloración vascular. Esto comienza como una decoloración de color amarillo pálido y, a medida que avanza la enfermedad, se oscurece y aparece de color rojo oscuro a marrón oscuro o casi negro. La decoloración finalmente se extiende por todo el pseudotallo y el pedúnculo del fruto, y es más pronunciada en la densa vascularización del rizoma (CABI, 2023).

TR4 también puede causar otros síntomas, que incluyen abultamiento y división del pseudotallo y necrosis de la hoja de cigarro emergente. El desarrollo de síntomas de marchitez que no amarillean también se observa en algunos cultivares en presencia de marchitez por *Fusarium*. El síntoma se conoce como 'síndrome de la hoja verde' y muestra el comportamiento opuesto al amarillamiento típico, donde las hojas permanecen verdes hasta que finalmente los pecíolos se doblan y colapsan (R.H., 1962).

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

XII. EPIDEMIOLOGIA.

La epidemiología es el estudio de las epidemias, es decir, de las enfermedades que afectan transitoriamente a una población, como ser un cultivo u hospedantes de un patógeno, su significado deriva del griego Epi (sobre) demos o demia (Pueblos) (CCP, 2023).

En tal sentido, *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* es un patógeno invasivo conformado por el patógeno y el medio ambiente en que actúa, en el manejo de enfermedades. Se discute el concepto de epidemia en relación con los cultivos y los factores que inciden en su aparición y la cuantificación de los procesos en términos de la proporción de sobrevivencia, el período del proceso y la tasa de incremento de la epidemia. Se examina la influencia del ambiente y del hospedero en el ciclo de infección, los procesos infecciosos, la esporulación y diseminación de los hongos, su cuantificación en el aire y sus posibilidades de sobrevivencia. Se analizan los factores que inciden en el proceso policíclico de infección, el papel del pronóstico de enfermedades con base en variables como inóculo inicial, inóculo secundario y la eficiencia del inóculo. Se enuncian algunos principios generales para el manejo de enfermedades como son la reducción del inóculo inicial, la reducción de la tasa de infección y la reducción de la exposición de la planta a la enfermedad (Granja, 1996).

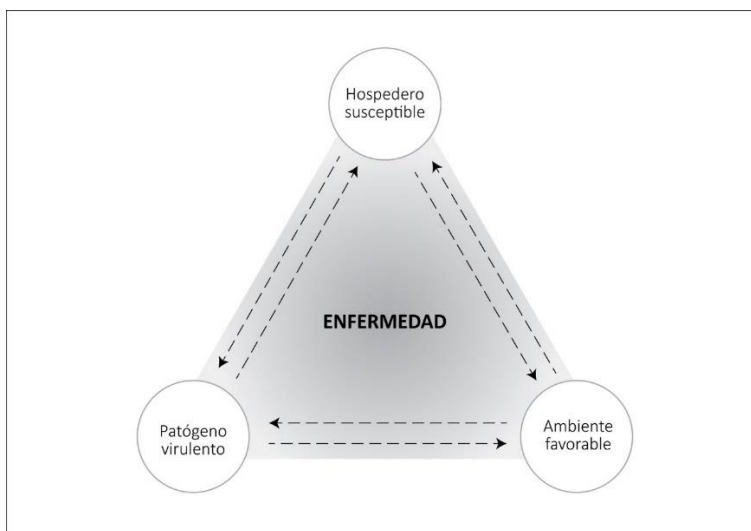
Rodriguez D. G., (2021) menciona que la supresión del patógeno Foc r4t en Colombia, se centra en factores epidemiológicos como ser (factores de dispersión, modelos predictivos y mapas de riesgo).

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

En Honduras existen condiciones climaticas optimas para que este patogeno ingrese, se establezca y propage por toda la zona, considerando temperaturas de 23 a 32 °C en todo el litoral atlantico, donde se produce la mayor cantidad de banano de exportacion en Honduras, asi como zonas inundables y escorrentillas que desembocan en los valles de la zona norte de Honduras, asi mismo, existen grandes cantidades de produccion de banano, platano y café asociado con musaeas, **Tabla 3**, en el territorio hondureño, contando de igual manera con intercambio internacional de productos y sub productos agricolas, incluyendo el banano, platano y café, asi como otros articulos, maquinarias y productos que son de riesgo ante la introduccio de este patogeno en territorios Hondureños, sobre todo aquellos que son originarios de paises con la presencia de Foc R4t.

Figura 5: Triangulo de la enfermedad Foc R4t.



Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Son 3 los factores que deben estar presentes al mismo tiempo para que una enfermedad pueda ocurrir, si cualquiera de estos tres factores falla, la enfermedad no puede ocurrir, estos factores son:

- Un huésped (musáceas)
- Un patógeno (Foc R4t).
- Un medio ambiente adecuado.

En el caso que este patógeno se introduzca a Honduras por cualquier medio biótico o abiótico, y por los factores que el territorio hondureño presenta, el patógeno puede establecerse y ocurrir sin el mayor de los problemas ya que:

1.- Agente patógeno: en caso de introducirse a Honduras el patógeno a través de mercado o tránsito internacional (Figura 3).

2.- Huésped: Contamos con zonas de producción de musáceas, principal hospedero de este patógeno, en Honduras distribuidas a nivel nacional (Figura 3).

3.- Ambiente: Las condiciones en Honduras son aptas para que la enfermedad ocurra, contando con temperaturas mínimas de 3°C y máximas de 40°C, con una precipitación pluvial promedio del 2017 al 2021 de 146.6 mm INE (2021), zonas inundables y zonas montañosas con presencia de musaceas, mismas que son un vehiculo de diseminacion del patogeno (Figura 6).

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

XIII. MEDIDAS FITOSANITARIAS.

Las medidas fitosanitarias son cualquier legislación, reglamentación o procedimiento oficial que tenga el propósito de prevenir la introducción o dispersión de plagas cuarentenarias o de limitar las repercusiones económicas de las plagas no cuarentenarias reglamentadas (CIPF, 2022).

Para el caso de *Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4*, existe el **ACUERDO C.D. SENASA 005-2020**, Hace referencia de la detección de este hongo fitopatógeno como una plaga cuarentenaria de importancia económica en todo el territorio nacional, determinando así, la presencia reportada por los territorios como lo es el caso de Filipinas, Taiwán, Australia, Indonesia, Malasia, China Continental, Omán, Jordania, Pakistán, Líbano, Mozambique, Vietnam, Myanmar, Israel, India, Colombia causando cuantiosas pérdidas en la economía de dichos países, adicionalmente en Inglaterra en ambiente de invernadero destinado a la investigación (SENASA, 2020).

En el mismo acuerdo, existe la prohibición o regulación al ingreso de material reproductivo de musáceas (Cormos, hijuelos, rizomas), material vegetativo de musáceas (hojas, tallos, otros), plantas ornamentales de heliconias, sustratos de fibra de coco, artesanías elaboradas a partir de productos de musáceas, herramientas, indumentaria, vestimenta calzado expuesta al patógeno, maquinaria agrícola y de construcción usada, llantas usadas, equipo potencialmente contaminado (como los utilizados para fines agrícolas, sistemas de riego, militares y para el movimiento de tierra), materiales científicos y de investigación, basura internacional, organismos y materiales capaces de albergar o dispersar este patógeno,

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

originarios y procedentes de países con presencia de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* Raza 4 Tropical.

De igual manera en el **ACUERO 002-98** del Departamento de Diagnostico, Vigilancia y Campañas Fitosanitarias, menciona en su **Artículo 92 al 95**, la elaboración de un análisis de riesgo de plagas para generar requisitos fitosanitarios, identificación exacta del agente causal, distribución, niveles de daños, pronóstico ante la posible introducción de a plaga y la toma de decisiones adecuadas para tal efecto, así mismo, el **ACUERDO N°1618-97** Reglamento de Cuarentena Agropecuaria **Artículo 55** establecerá las metodologías y procedimientos de control fitosanitario y zoosanitario, en los puertos, aeropuertos y pasos fronterizos. Cualquier decisión al respecto deberá estar sustentada por análisis de riesgo de plagas y enfermedades y fundamentada en evidencias biológicas. Las metodologías y procedimientos estarán determinadas en los correspondientes manuales de procedimientos técnicos, estas decisiones serán tomadas para aquellos productos, sub productos, artículos, maquinarias, o envíos que sean una amenaza de movilización para este patógeno sobre todo de aquellos orígenes con reporte de su presencia.

XIV. METODOLOGÍA DE MUESTREO.

- Muestreo a 5 de oro.

Realizar muestreo 5 de oro por Ha, donde se ubicarán 5 puntos realizando la revisión de 4 plantas por cada punto, quedando un total de 20 plantas.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Para aplicar esta metodología, se deberá ubicar en el centro del sitio de producción de 1 Ha, y realizar un cuadrante donde quedaran 5 puntos de muestreo, en cada punto se revisarán 4 plantas en etapa de floración y fructificación, revisando el Cáliz de la flor, cerciorándose que no se encuentre presencia de huevos y en el fruto que no se encuentren perforaciones.

Una vez revisados los 5 puntos o las 20 plantas seleccionadas del muestreo, se deberá sacar el porcentaje de daño de la siguiente manera.

Supongamos que, de las 20 plantas muestreadas, se encontraron 5 plantas con daños sospechosos de *Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4*, esta representaría el 25% de incidencia de la plaga en 1 Ha, lo que es un porcentaje crítico.

20 Plantas ----- 100%

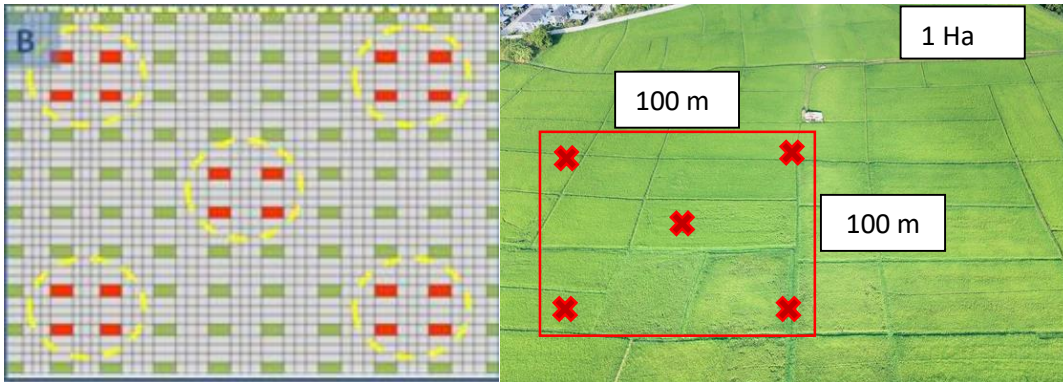
05 Plantas ----- X

$$X = \frac{05 \text{ Plantas}}{20 \text{ Plantas}} \times 100 \%$$

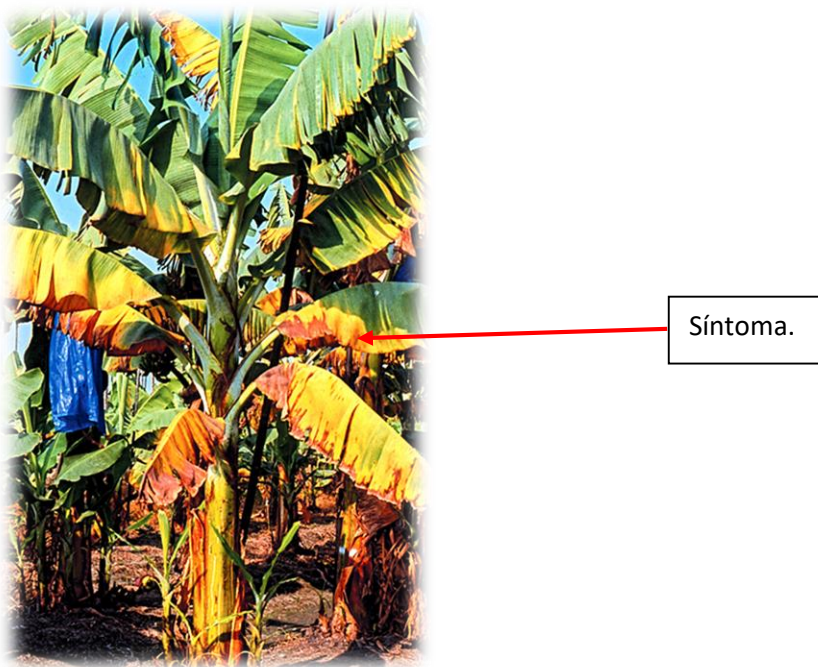
X = 25 % de área muestreada.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023



- Observaciones de muestreo en campo.



Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023



Síntoma y
signo.

- Etapa fenológica del cultivo para el muestreo.

Por el tipo de daño ocasionado por esta plaga, es necesario realizar muestreo mediante un examen visual, observando los síntomas en las plantas como ser el amarillamiento de los márgenes de las hojas más viejas, también causa decoloración vascular, TR4 también puede causar otros síntomas, incluyendo abultamiento y división del pseudotallo y necrosis de la hoja de cigarro emergente, En algunos cultivares también se observa el desarrollo de síntomas de marchitez sin amarilleamiento en presencia de marchitez por *Fusarium* (CABI, 2023).

- Partes de la planta a muestrear.

En base a la información del daño y los síntomas presentados ocasionados por *Fusarium oxysporum f.sp. cubense raza tropical 4* (Foc TR4), se debe realizar el muestreo en las siguientes partes de la planta:

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Hoja:



Bordes amarillos
en hojas de
banano.



Necrosis en haces
vasculares del tallo
de banano

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

XV. BIBLIOGRAFÍA.

- Acuña, R., Rouard, M., Leiva, M., Marques, C., Olortegui, J., Ureta, C., . . . Dita, M. (2022). *First Report of Fusarium oxysporum f. sp. cubense Tropical Race 4 Causing Fusarium Wilt in Cavendish Bananas in Peru*. Obtenido de The American Phytopathological Society
- AGROCALIDAD. (2023). *PREOCUPACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE FOC R4T EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Obtenido de https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/09/9.2._Preocupacion_ingreso_FOC._AGROCALIDAD.pdf
- Bastidas, G., Gualatuña, P., Escudero, J., Arteaga, I., & Ortiz, V. (2020). *Guía andina para el diagnóstico de Fusarium Raza 4 Tropical (R4T)*. Comunidad andina, 70.
- BCH. (2021). *Informe de Comercio Exterior de Mercancías Generales*. Obtenido de https://www.bch.hn/estadisticos/EME/Informe%20de%20Mercancias%20Generales/Informe%20de%20Comercio%20Exterior%20de%20Mercancias%20Generales%20a%20enero_2021.pdf
- Buddenhagen, I. (2009). *UNDERSTANDING STRAIN DIVERSITY IN FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CUBENSE AND HISTORY OF INTRODUCTION OF 'TROPICAL RACE 4' TO BETTER MANAGE BANANA PRODUCTION*. Obtenido de III Simposio Internacional sobre Banano: Simposio ISHS-ProMusa sobre avances recientes en la protección de cultivos de banano para una producción sostenible y mejores medios de vida: https://www.actahort.org/books/828/828_19.htm
- CABI. (2023). *Compendio de Protección de Cultivos*. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.59074053>
- CCP. (2023). *Universidad de Costa Rica*. Obtenido de La Epidemiología: https://ccp.ucr.ac.cr/cursos/epidemiologia/contenido/1_epidemiologia.htm
- Chuan Hwang, S., & Hsiung Ko, W. (2004). *Cavendish Banana Wilt Acquired Through Somaclonal Variation in Taiwan*. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.2004.88.6.580>

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica

Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.

FT-004-2023

- CIPF. (2018). *Compendio Internacional de Proteccion FItosanitaria*. Obtenido de NIMF N°6 Vigilancia: <https://www.fao.org/3/w7991s/w7991s.pdf>
- CIPF. (2021). *Compendio Internacional de Proteccion Fitosanitaria*. Obtenido de NIMF N°8 Determinación de la condición de una plaga en un área: <https://www.fao.org/3/x2968s/x2968s.pdf>
- CIPF. (2022). *Compendio Internacional de Proteccion FItosanitaria*. Obtenido de NIMF N°5 Glosario de Terminos Fitosanitarios: https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/es/2023/02/ISPM_05_2022_Es_Glossary_2023-02-03_PostCPM-16InkAmdtsLRGRev.pdf
- CIPF. (2022). *NIMF N°5 Glosario de Terminos FItosanitarios*. Obtenido de https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/es/2023/02/ISPM_05_2022_Es_Glossary_2023-02-03_PostCPM-16InkAmdtsLRGRev.pdf
- Colgado, T., Colgado, N., Mosters, D., Viljoen, A., Chao, C., & Molina, A. (2017). *First Report of Fusarium Wilt on Cavendish Bananas, Caused by Fusarium oxysporum f. sp. cubense Tropical Race 4 (VCG 01213/16), in Vietnam*. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-08-17-1140-PDN>
- Daly, A., Walduck, G., & Darwin. (2006). *Fusarium Wilt of Bananas (Panama Disease)*. Obtenido de (Fusarium oxysporum f. sp. cubense): https://dpiir.nt.gov.au/__data/assets/pdf_file/0011/233795/786.pdf
- Dita et al., 2. (2022). *PROTOCOLO DE DIAGNÓSTICO Fusarium oxysporum f. sp. cubense Raza 4 Tropical*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/765556/Protocolo_Foc_R4T.pdf
- Dita, M., Barquero, M., Diablos, D., Mizubuti, E., & Staver, C. P. (2018). *Marchitez del banano por Fusarium: conocimiento actual sobre epidemiología y necesidades de investigación para el manejo sostenible de enfermedades*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01468/full>
- EPPO. (2023). *EPPO Global Database*. Obtenido de First report of Fusarium oxysporum f. sp. cubense tropical race 4 in Jordan: <https://gd.eppo.int/reporting/article-3263>
- García-Bastidas, F., Quintero-Vargas, J., Ayala-Vasquez, M., Schermer, T., Seidl, M., Santos-Paiva, M., . . . Kema, G. (2019). *First Report of Fusarium Wilt Tropical Race 4 in Cavendish Bananas Caused by Fusarium odoratissimum in*

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica

Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.

FT-004-2023

- Colombia. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-09-19-1922-PDN>
- Granja, M. (1996). *Algunos aspectos generales sobre epidemiología vegetal [1996]*. Obtenido de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO1999002625>
- INE. (2021). *Boletín de precipitación pluvial 2017-2021*. Obtenido de [https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2022/09/Precipitacion-Pluvial-2021-2021.pdf](https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2022/09/Precipitacion-Pluvial-2017-2021.pdf)
- INE. (2022). *Instituto Nacional de Estadísticas*. Obtenido de ESTADÍSTICAS DE COMERCIO EXTERIOR MERCANCÍAS GENERALES PERÍODO ENERO–JUNIO 2018–2022: <https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2022/12/ESTAD%C3%8DSTICAS-DE-COMERCIO-EXTERIOR-ENERO-JUNIO-2018-2022-1.pdf>
- IPPC. (2013). *International Plant Protection Convention*. Obtenido de New banana disease found in Mozambique (*Fusarium oxysporum f.sp.cubense Tropical Race 4*): <https://www.ippc.int/es/countries/mozambique/pestreports/2013/09/new-banana-disease-found-in-mozambique-fusarium-oxysporum-fspcubense-tropical-race-4/>
- Ji Su, H., Chuan Hwang, S., & Hsiung ko, W. (1986). *Fusarial Wilt of Cavendish Bananas in Taiwan*. Obtenido de https://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1986Articles/PlantDisease70n09_814.pdf
- Jun Zheng, S., Garcia Bastidas, F. A., Li, X., Zeng, L., Bai, T., Xu, S., . . . Kema, G. (2018). *New Geographical Insights of the Latest Expansion of Fusarium oxysporum f.sp. cubense Tropical Race 4 Into the Greater Mekong Subregion*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.00457/full>
- Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). *The Fusarium laboratory Manual*. Obtenido de <file:///C:/Users/erick.ramos/Downloads/THEFUSARIUMLABORATORYMANUAL.pdf>
- MAGAP. (2018). <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2019/07/FocR4T.pdf>. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2019/07/FocR4T.pdf>
- Maryani, N., Lombardo, L., Poerba, Y., Subandiya, S., Cruz, P., & Kema, G. (2019). *Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt pathogen Fusarium oxysporum f. sp. cubense in the Indonesian centre of origin*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/scienc>

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnostico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica

Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.

FT-004-2023

- e/article/pii/S0166061618300307#bib32
- Maryani, N., Lomboard, L., Poarba, Y., Subandiyah, S., Crous, P. W., & Kema, G. (2019). *Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt pathogen Fusarium oxysporum f. sp. cubense in the Indonesian centre of origin*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166061618300307#bib14>
- Maymon, M., Shpatz, U., Harel, Y., Levy, E., Elkind, E., Teverovsky, E., . . . Freeman, S. (2018). *First Report of Fusarium oxysporum f. sp. cubense Tropical Race 4 Causing Fusarium Wilt of Cavendish Bananas in Israel*. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-05-18-0822-PDN>
- Molina, A. B., Williams, R., Hermanto, C., Suwanda, Komolong, B., & Kokoa, P. (2010). *Mitigating the threat of banana Fusarium wilt: understanding the agroecological distribution of pathogenic forms and developing disease management strategies*. Obtenido de http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/2507/1/ACIAR_FinalReport_Mitigating_the_threat_of_banana_fusarium_wilt_und_96783.pdf
- Monstert, D., B. Molina, A., Daniells, J., Fourie, G., Hermanto, C., Ping Chao, C., . . . Vijoer, A. (2017). *The distribution and host range of the banana Fusarium wilt fungus, Fusarium oxysporum f. sp. cubense, in Asia*. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181630>
- O'Neill, W., Henderson, J., Pattermore, J., O'Dwyer, C., Perry, S., Beasley, D., . . . Shivas, R. (2016). *Detection of Fusarium oxysporum f. sp. cubense tropical race 4 strain in northern Queensland*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13314-016-0218-1> y <https://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/5581/1/s13314-016-0218-1.pdf>
- Ordoñez, N., Garcia Bastidas, F., Laghari, H., Akkary, M., Harfouche, E., Awar, B., & Kema, G. (2015). *First Report of Fusarium oxysporum f. sp. cubense Tropical Race 4 Causing Panama Disease in Cavendish Bananas in Pakistan and Lebanon*. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-12-14-1356-PDN>
- Pegg, K., Coates, L., O'Neill, W., & Turner, D. (2019). *The Epidemiology of Fusarium Wilt of Banana*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01395/full>
- Ploetz, (2000). *Ploetz, RC Enfermedades fúngicas de la raíz, cormo y pseudotallo.--p. 143-172 (No. COLECCION GENERAL/634.7729*

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.

Ficha Técnica

Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.

FT-004-2023

- D611d). En: *Diseases of Banana, Abacá and Enset.*--Oxon, GB: CAB International,. Obtenido de <https://www.cabdigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.59074053>
- Ploetz, R. C. (2015). *Management of Fusarium wilt of banana: A review with special reference to tropical race 4.* Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219415000228>
- Ploetz, R. C. (2015). *University of Florida, 18905 SW 280th Street, Homestead, FL 33031-3314, USA.* Obtenido de Management of Fusarium wilt of banana: A review with special reference to tropical race 4: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219415000228?via%3Dihub>
- PROMUSA. (2022). *Marchitez por Fusarium del banano.* Obtenido de <https://www.promusa.org/Fusarium+wilt#Symptoms>
- R.H., S. (1962). *Marchitez por fusarial (enfermedad de Panamá) de bananos y otras especies de Musa.*
- Rodriguez, D. G. (2021). *Agrosavia.* Obtenido de Jornada de capacitación de la FAO sobre Fusarium R4T: <https://www.fao.org/3/cb8085es/cb8085es.pdf>
- Rodriguez, M. (2023). *El mayor enemigo de las musáceas parece haber llegado al continente americano.* Obtenido de Fusarium oxysporum f. sp. Cubense RT4 El mayor enemigo de las musáceas parece haber llegado al continente americano: <https://www.croplifela.org/es/plagas/estado-de-plagas/el-mayor-enemigo-de-las-musaceas-parece-haber-llegado-al-continente-americano>
- SENASA. (2020). *ACUERDOS CONSEJO DIRECTIVO AÑO 2020.* Obtenido de Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 4 tropical (Foc R4T) : <https://senasa.gob.hn/2022/10/27/acuerdos-consejo-directivo-ano-2020/>
- Zhang, X., Zhang, H., Xie, Y., Pu, J., Qi, Y., & Lu, Y. (s.f.). *MONITORING FUSARIUM WILT IN HAINAN PROVINCE AND PRELIMINARY PATHOGEN CHARACTERISATION.* Obtenido de https://www.actahort.org/books/897/897_64.htm

**Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA).
Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.
Departamento de Diagnóstico Vigilancia y Campañas Fitosanitarias.
Unidad de Análisis de Riesgo de Plagas.**

Ficha Técnica
Fusarium oxysporum f.sp. cubense tropical raza 4.
FT-004-2023

Elaborado por:

Revisado por:

Unidad de Análisis de Riesgo

Jefe del Depto. Diagnóstico, Vigilancia y
Campañas Fitosanitarias.

Revisado por:

Autorizado por:

Gerente Técnico de Sanidad Vegetal.

Director Técnico de Sanidad Vegetal.