Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia

Acciones que implementa el Gobierno de México para prevenir el ingreso de la Marchitez por *Fusarium*- Foc R4T

Francisco Ramírez y Ramírez[1*]

[1]Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Insurgentes Sur No. 489, Piso-7, CP. 06100. Colonia Hipódromo, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México.

***Autor de correspondencia:**
Francisco Ramírez y Ramírez
gestion.dgsv@senasica.gob.mx

Contribución:
Nota de Investigación

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 diciembre, 2025
Publicado:
30 abril, 2026

Cita:
Ramírez y Ramírez F. 2026. Acciones que implementa el Gobierno de México para prevenir el ingreso de la Marchitez por Fusarium- Foc R4T. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 3(1): 113 https://doi.org/10.62498/ARTC.26113

RESUMEN

La Marchitez de las musáceas por Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical-Foc R4T), es una plaga ausente en México. Por lo anterior, como parte de la gestión de riesgo, el SENASICA elaboró el Análisis de Riesgo de Plagas, por medio del cual se determinó que Foc R4T es una plaga de Riesgo Medio, se identificaron las posibles vías de introducción y se establecieron las medidas fitosanitarias para mitigar el riesgo. En los puntos de ingreso al país se realizan actividades de inspección dirigidas a productos y subproductos de musáceas para su intercepción, retención y destrucción; incluyendo la inspección a turistas de manera directa y no intrusiva. Desde el 2011, se realizan muestreos para la detección oportuna de plantas sospechosas a Foc R4T, a partir de 2022 se priorizan mediante tecnología de modelos biogeoestadístico-climático y en 2025 a través de Sensores remotos (Dron e Imagen de Satélite), las muestras son analizadas mediante un protocolo de diagnóstico robusto y armonizado a nivel internacional. Además, se realizan actividades de vinculación para comunicar el riesgo que representa la plaga y eventos de capacitación en el reconocimiento de síntomas sospechosos. Adicionalmente, el SENASICA coordina un proyecto para la generación de variedades resistentes y manejo integrado de la plaga mediante el aislamiento y evaluación de organismos antagonistas. Las 1,726 muestras sospechosas a Foc R4T han resultado negativas.

Palabras clave: Prevención, Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, Detección oportuna, Marchitez de las musáceas por *Fusarium*, Innovación tecnológica

ABSTRACT

Fusarium wilt of Musaceae (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 -Foc TR4), is a pest absent in Mexico. Because of this, as part of risk management, SENASICA prepared the Pest Risk Analysis, through which it was determined that Foc TR4 is a Medium Risk pest, possible routes of introduction were identified and phytosanitary measures were established to mitigate the risk. At points of entry into the country, inspection activities are carried out for the interception, retention and destruction of musaceae products and by-products, including direct and non-intrusive inspection of tourists. Since 2011, sampling has been carried out for the timely detection of Foc TR4-suspect plants. From 2022 onwards, priority will be given to biogeostatistical-climatic modeling technology, and in 2025 to remote sensing (drone and satellite imagery). The samples are analyzed using a robust, internationally harmonized diagnostic protocol. In addition, outreach activities are carried out to communicate the risk posed by the pest and training events in the recognition of symptoms. Additionally, SENASICA coordinates a project for the generation of resistant varieties and integrated pest management through the isolation and evaluation of antagonistic organisms. All 1,726 samples suspected of Foc TR4 have tested negative.

Keywords: Prevention, Phytosanitary epidemiological surveillance, Early detection, *Fusarium* wilt of Musaceae, Technological innovation

Copyright: © 2026 por los autores. Licencia Acorbat Internacional. Este artículo es de acceso libre y distribuido bajo los términos de Acorbat Internacional

INTRODUCCIÓN

Análisis de Riesgo de Plagas (ARP)

En 2019, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), elaboró el estudio de ARP para Foc R4T, donde se determinó que su condición en México es Ausente: la plaga no se ha registrado; por lo que, cumple con la definición de plaga cuarentenaria. Se analizaron las vías de introducción consistentes en material vegetal propagativo, maquinaria agrícola usada, movilización por suelo adherido a zapatos de migrantes y científicos, artesanías y agua de lastre; se realizó la evaluación de riesgo, determinándose que es una plaga de Riesgo Medio para nuestro país; además, se determinaron las medidas de manejo más apropiadas para mitigar el riesgo, como, colocación de tapetes fitosanitarios en los puntos de ingreso al país, retención y destrucción de artesanías elaboradas con fibras de musáceas, y recomendar a las embarcaciones navieras que descarguen el agua de lastre a por lo menos 50 millas náuticas de litorales de México.

Inspección fitosanitaria en puntos de ingreso al país

En los puntos de ingreso al país (puertos, aeropuertos y fronteras), se realizan las siguientes acciones: a) inspección de productos y subproductos de musáceas, b) retención y destrucción de las mismas, c) revisión de embarcaciones marítimas y sellado de gambuzas, y d) monitoreo de mercancías en tránsito internacional, con la finalidad de interceptar productos y subproductos de musáceas. Además, se inspeccionaron embarcaciones turísticas, en donde se realizaron actividades para retener y destruir comisariatos y sellar las gambuzas y uso de tapetes fitosanitarios.

En ese sentido, durante el periodo 2018-2025, el SENASICA también llevó a cabo la inspección a turistas para detectar, retener y destruir productos y subproductos de musáceas mediante, al respecto se emitieron un total de 145,933 avisos preventivos sanitarios: inspección directa de equipaje (69,413), binomios caninos (62,372), Agencia Nacional de Aduanas de México (7,263), rayos X (3,804), Declarado (2,892), Guardia Nacional (188) y No especificado (1).

Vigilancia de la Marchitez de las musáceas por *Fusarium* en México

Desde el año 2011, se realizan acciones para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria de la marchitez de las musáceas por *Fusarium*, adicionalmente a partir del año 2019 a través de la Campaña contra Moko del plátano se coadyuva en la vigilancia de la plaga, de tal manera que durante el periodo de 2011-2025 se realizaron 540,350 encuestas y se inspeccionaron 23,125,848 plantas, se colectaron 1,726 plantas con síntomas sospechosos, que resultaron con diagnostico negativo a Foc R4T.

Para realizar dicha actividad, en 2023, México registró una plantilla de 85 técnicos que realizan acciones de vigilancia en el cultivo del plátano, en 17 estados de la República Mexicana; además de 17 técnicos de la Campaña de Moko de plátano.

Con la finalidad de optimizar la vigilancia de la plaga basado en una lógica dinámica y flexible en espacio y tiempo, desde septiembre de 2022, se elaboran boletines mensuales para los principales y en 2025 se emiten de forma digital para los 16 estados productores (8 en zona comercial), en donde se determinan 6 niveles de condiciones para el desarrollo y expresión de síntomas de la plaga, siendo estos: Alto, Medio, Medio Bajo, Bajo, Muy bajo y Sin condición (Figura 1), lo que permite optimizar el recurso humano y financiero para su detección oportuna.

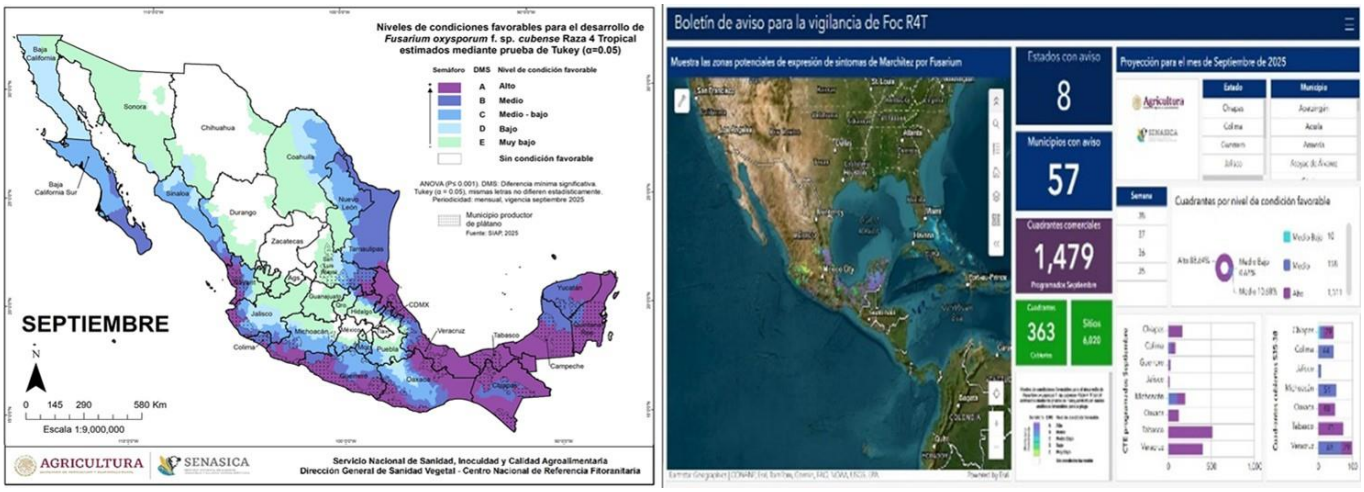


Figura 1. Estimación de condiciones favorables potenciales para la expresión de síntomas de Foc R4T en México para el mes de septiembre de 2025, por medio del modelo dinámico.

A partir de febrero de 2025, se implementó como innovación fitosanitaria el uso de Drones (DJI M3M) e Imágenes de Satélite (Sentinel 2) para la Vigilancia de la Marchitez de las musáceas por *Fusarium* para la identificación de anomalías (plantas con síntomas de amarillamiento o senescencia ocasionada por diversos factores: patógenos, estrés hídrico, deficiencia nutricional o por factores abióticos) en el cultivo del plátano. Se realizó una cobertura de 9,047 hectáreas, con un barrido multiespectral de 12.6 millones de plantas, en 11 municipios de 5 principales estados productores (Tabasco, Chiapas, Veracruz, Colima y Michoacán). Esto permitió el aumento de la cobertura diaria de la Vigilancia de 25 hectáreas a un 800 % con Dron (200 hectáreas) y un 9,600 % (2,400 hectáreas) con Imagen de Satélite, la optimización de recursos asignados y la toma de muestra dirigida a través de índices multiespectrales.

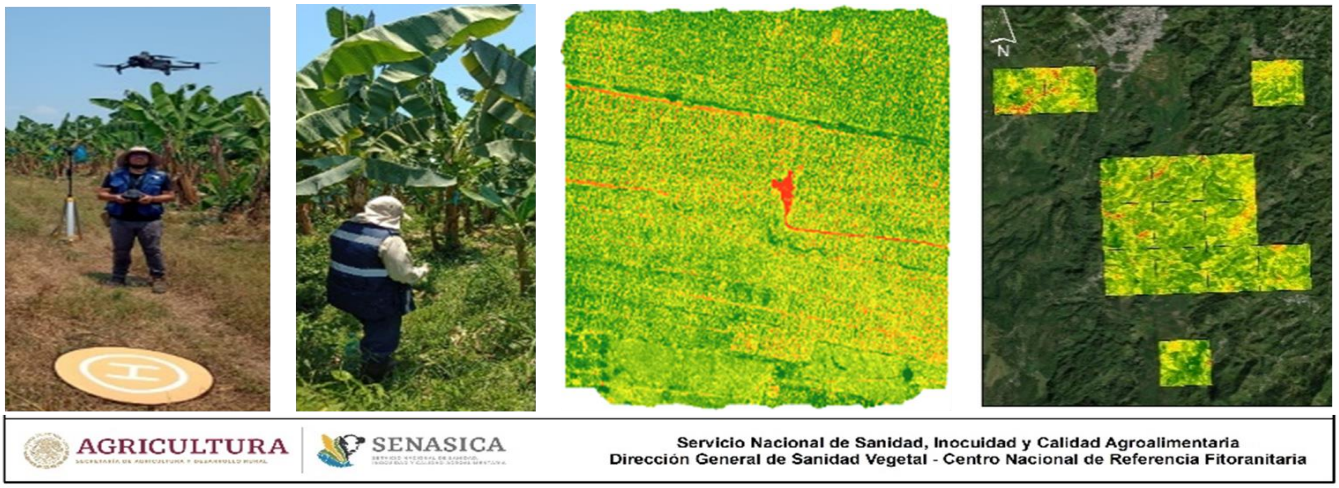


Figura 2. Identificación de anomalías en el cultivo del plátano en México mediante barridos multiespectrales con Dron DJI M3M e Imágenes de Satélite Sentinel 2 para el mes de abril y julio de 2025.

Diagnóstico Fitosanitario para Foc R4T México

En 2018, el SENASICA elaboró la primera versión del Protocolo de Diagnóstico Fitosanitario para Foc R4T armonizado con la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias NIMF 27 (CIPF, 2016), previo a esa fecha se realizaba el diagnóstico por morfometría y PCR usando los iniciadores reportados por Dita *et al*. (2010); a la fecha se han realizado dos actualizaciones del protocolo, una en 2022 y otra en 2023. Actualmente se cuenta con la Versión 3 de dicho documento, el cual está armonizado con la Comunidad Andina. El protocolo de diagnóstico desarrollado en México contempla lo siguiente: a) Diagnóstico por morfo-taxonomía, b) PCR punto final (varios iniciadores), c) Amplificación isotérmica LAMP, d) PCR tiempo real con sonda TaqMan, e) Ensayo PCR + RFLP, f) Secuenciación de fragmentos cortos (Tipo Sanger) y genoma completo (Next Generation Sequencing) y g) Análisis filogenético con herramientas de bioinformática (SENASICA, 2023).

En 2018, 2022 y 2023, el protocolo de diagnóstico se transfirió a los laboratorios aprobados por el SENASICA, con la finalidad de incrementar la capacidad de diagnóstico a nivel nacional. Así mismo, en octubre de 2022, se transfirió el protocolo desarrollado por SENASICA a 11 países de Centro y Sudamérica. Además, en 2025, la FAO tomó como referencia el protocolo de diagnóstico de México para emitir directrices tendientes a la prevención, preparación y respuesta frente a Foc R4T.

Plan de acción para la aplicación de medidas fitosanitarias contra la marchitez de las musáceas por *Fusarium*, plaga ausente de México

Desde el 2015, el SENASICA cuenta con un Plan de Acción para activar las medidas fitosanitarias tendientes a la contención de la plaga ante una eventual detección, para lo cual, se tomó como insumo el Plan de Acción del OIRSA (Dita *et al*., 2013), el cual fue adaptado considerando la biología de la plaga, específicamente la dispersión por arrastre de partículas de suelo contaminadas y propágulos a través de las escorrentías y salpique de agua de lluvia, además de animales y herramientas de trabajo contaminadas. El Plan de Acción actualizado incluye las actividades de: 1) delimitación, 2) exploración o muestreo, 3) cuarentena, 4) exclusión, 5) medidas de bioseguridad y 6) manejo / supresión de la plaga.

Vinculación y capacitación

Durante el año 2023, el SENASICA y el Comité Sistema Producto Plátano Nacional A.C. realizaron siete eventos de vinculación y capacitación dirigidas a productores, industria y técnicos vinculados con el cultivo de plátano en Tabasco, Colima, Chiapas, Veracruz, Nayarit y Jalisco, con la finalidad de dar a conocer las acciones que realiza el SENASICA para la prevención de la marchitez por *Fusarium*, así como capacitación sobre el reconocimiento de síntomas y signos de las plagas prioritarias del cultivo de plátano. Participaron 579 personas, entre productores, técnicos, investigadores de universidades y centros de investigación, estudiantes, funcionarios de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y de los estados y municipios. Además, se impartieron 10 capacitaciones presenciales en las instalaciones del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, dirigidas a técnicos del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria de los 32 estados.

En 2021 se realizaron capacitaciones virtuales sobre el reconocimiento de síntomas y daños causados por la marchitez de las musáceas por *Fusarium*, dirigidas a técnicos de campo de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal, productores y personal de la Dirección General de Sanidad Vegetal. Participaron 289 técnicos operativos de los estados de Chiapas, Puebla, Michoacán, Tabasco, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, San Luis potosí, Nayarit, Jalisco, Quintana Roo y Colima. En 2023, a través de la plataforma educativa del Programa de Vigilancia (VEFEDUC), se impartieron dos módulos sobre el reconocimiento de síntomas sospechosos a marchitez por *Fusarium*, cogollo racimoso del banano, marchitez bacteriana y moko del plátano, a un total de 329 asistentes.

En 2024 se realizó el taller de capacitación para la toma y envío de muestras con síntomas sospechosos a Foc R4T y el simulacro de medidas de bioseguridad con 233 participantes y en 2025 se impartió el curso principales plagas en el cultivo de plátano con 217 participantes

De 2020 a 2025 se ha participado en cursos, congresos, simulacros y eventos de capacitación internacional realizados en Panamá, Guatemala, Colombia, Nicaragua, Brasil, Austria, China, para potencializar la capacidad de respuesta ante una eventual introducción de Foc R4T.

Simulacros de accionabilidad ante una detección eventual de Foc R4T

De 2015 a la fecha se han realizado ocho simulacros de accionabilidad, siete de forma presencial y uno virtual, con los objetivos de 1) Evaluar la operatividad del Plan de acción ante un brote de Foc R4T elaborado por México, 2) Capacitar al personal técnico y 3) Actualizar el Plan de acción.

Investigación

Colecta, aislamiento y evaluación de organismos antagonistas. En el año 2022, el SENASICA inició un proyecto con el objetivo de desarrollar una tecnología sustentable a futuro para el manejo de Foc R4T basado en la salud del suelo, el cual contempla: i) aislamiento de organismos antagonistas de muestras de suelo en sitios donde se cultiva plátano en los estados de Colima, Tabasco, Chiapas, Michoacán, Veracruz y Nayarit, ii) ensayos de bioprotección con los aislamientos de mayor capacidad antagonista en vitroplantas susceptibles a Foc Raza 1 y Raza 2, en condiciones de invernadero y iii) evaluación en campo. Como resultado se han obtenido las cepas *Trichoderma asperellum* CHE-CNRCB 1245 y *T. afroharzianum* CHE-CNRCB 1259 con antagonismo de 65 % y 68.81 %, respectivamente.

Generación de variedades tolerantes. En el marco del Proyecto lnterregional "Fortalecimiento de las capacidades de los Estados Miembros para combatir la marchitez del banano (TR4)", el SENASICA en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, están desarrollando un proyecto para la generación de variedades resistentes / tolerantes a la marchitez de las musáceas por *Fusarium*. El proyecto tiene una duración de 5 años (2022-2026), los avances contemplan el desarrollo y actualización del protocolo de investigación, identificación de genotipos a irradiar y estudios de radiosensibilidad *in vitro* de meristemos de plátano oaxaqueño y plátano macho cv Schifle.

Retos a corto y mediano plazo

Los retos a corto y mediano plazo son: 1) Desarrollar nuevas tecnologías para la detección temprana de la enfermedad, 2) Obtener de una variedad tolerante a Foc R4T, 3) Generar un esquema de manejo integrado para "convivir" con dicha plaga, 4) Mayor concientización de los productores sobre la amenaza de las plagas del banano.

Consideraciones finales

Como resultado de las acciones de exclusión y prevención se ha evitado la introducción de Foc R4T, protegiendo las 87,393 hectáreas establecidas con cultivo de plátano, que producen 2,670,290 toneladas, con un valor de la producción de 11,722,149,890 pesos (SIAP, 2024).

Se ha protegido la fuente de ingresos que representa el cultivo del plátano para los productores y trabajadores del sector, que genera 100,000 empleos directos y 164,000 empleos indirectos (CSPPN, 2023).

México cuenta con personal técnico capacitado del Comité Sistema Producto Plátano Nacional A.C., Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal y del SENASICA, así como, con medidas preventivas basadas en riesgo asociadas a las vías de introducción de Foc R4T y con un Plan de Acción para implementarse ante un brote de la plaga, de ser el caso.

Agradecimientos

Al Comité Sistema Producto Plátano Nacional A.C., y a todas aquellas instituciones y personas que realiza actividades tendientes a la prevención de la plaga.

REFERENCIAS

CIPF. 2016. Protocolos de diagnóstico para las plagas reglamentadas. Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias 27. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). https://www.fao.org/3/cb2615es/cb2615es.pdf. Consulta el 6 de febrero de 2026.

CSPPN. 2023. Ficha informativa del cultivo de plátano en México. Comité Sistema Producto Plátano Nacional A.C. 2 p.

Dita MA, Waalwijkb C, Buddenhagenc IW, Souza MT, Kema GHJ. 2010. A molecular diagnostic for Tropical Race 4 of the banana Fusarium wilt pathogen. Plant Pathology, 59: 348-357. https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3059.2009.02221.x. Consulta el 6 de febrero de 2026.

Dita RMA, Echegoyén RPE, Pérez VLF. 2013. Plan de contingencia ante un brote de la Raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en un país de la región del OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). San Salvador, El Salvador. 155p.

SENASICA. 2018. Protocolo de diagnóstico *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Marchitez por Fusarium). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 28p. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/812367/Prot_Fusarium_oxysoorum_f.sp.cubense_Raza_4_Tropical_compressed.pdf. Consulta el 06 de febrero de 2026.

SIAP. 2024. Anuario Estadístico de la producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/. Consulta el 06 de febrero de 2026.