

¡Plátano mexicano en riesgo!...

Las principales amenazas cuarentenarias de las musáceas

Mexican banana at risk!...
The main threats quarantine of the musaceae

Enrique Ibarra-Zapata¹
enrique.zapata@uaslp.mx

Carlos Arturo Aguirre-Salado²
carlos.aguirre@uaslp.mx

Gustavo Mora-Aguilera³
morag@colpos.mx

1 FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

2 FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS
POTOSÍ, MÉXICO

3 COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CAMPUS MONTECILLOS,
TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

Para citar este artículo:

Ibarra Zapata, E., Aguirre Salado, C. A., & Mora Aguilera, G. ¡Plátano mexicano en riesgo!. Las principales amenazas cuarentenarias de las musáceas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 12(32). <https://doi.org/10.31644/IMASD.32.2023.a01>

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es mostrar la condición fitosanitaria en un contexto espacial de las principales amenazas cuarentenarias para el plátano mexicano. Se consideraron las características y condición fitosanitaria de la Fusariosis de las Musáceas (FocR₄T), la Marchitez Bacteriana del Plátano (BXW) y el Cogollo Racimoso del Banano (BBTV), como enfermedades prioritarias señaladas por el Organismo Nacional de Protección Fitosanitaria Mexicano (SENASICA). Bajo el enfoque de la “*Segunda ley de Tobler*”, se analizó la superficie/producción de plátano en el mundo, la condición del estatus fitosanitaria (presente) de las amenazas cuarentenarias respecto a la república mexicana y en escala mayor (a nivel municipal) se demostró la condición espacial la superficie sembrada y producción de plátano en México. Se obtuvo un escenario de la condición productiva de los países plataneros (superficie sembrada y producción), en escala regional se determinó la existencia de dos territorios próximos a México con presencia de FocR₄T a 1,800 y 2,500 Km de distancia y un tercero con estatus oficial presente de BBTV a 4,200 km. En complemento, se obtuvo la distribución espacial de los municipios con presencia de hospedantes de importancia económica. Se concluye que México mantiene actividades preventivas sustentadas técnica y científicamente ante el posible ingreso de FocR₄T, BXW y BBTV, a través del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria de plagas cuarentenarias del plátano. Los resultados permiten poner en un plano espacial y actual el riesgo fitosanitario que representan las amenazas cuarentenarias para el sistema producto plátano, considerándose un insumo que permite coadyuvar en la toma de decisiones estratégicas ante riesgos fitosanitarios como los patógenos antes descritos.

Palabras clave:

Plátano; México; Amenazas cuarentenarias.

— *Abstract* —

The objective of this study was to show the phytosanitary status in a spatial context of the main quarantine threats to Mexican banana. The characteristics and phytosanitary status of Fusariosis of Musaceae (FocR4T), Banana Bacterial Wilt (BXW) and Banana Bushy Top (BBTV), as priority diseases identified by the Mexican National Plant Protection Agency (SENASICA), were considered. Under the approach of "Tobler's Second Law", the area/production of banana in the world was analyzed, the phytosanitary status (present) of the quarantine threats with respect to the Mexican Republic and on a larger scale (at the municipal level) the spatial condition of the area planted and production of banana in Mexico was demonstrated. A scenario of the productive condition of the banana producing countries (planted area and production) was obtained. On a regional scale, the existence of two territories close to Mexico with presence of FocR4T at 1,800 and 2,500 km of distance was determined, and a third one with present official status of BBTV at 4,200 km was determined. In addition, the spatial distribution of municipalities with the presence of economically important hosts was obtained. It is concluded that Mexico maintains technically and scientifically supported preventive activities against the possible entry of FocR4T, BXW and BBTV, through the Phytosanitary Epidemiological Surveillance Program for banana quarantine pests. The results allow us to place the phytosanitary risk posed by quarantine threats to the banana product system on a spatial and current level, and are considered an input that allows us to assist in strategic decision making in the face of phytosanitary risks such as the pathogens described above.

Keywords:

Banana; Mexico; Quarantine threats.

El plátano (*Musa paradisiaca*) es un cultivo de importancia económica y social en México, incluso, según García-Mata *et al* (2013) por su alto nivel de consumo se puede considerar como un bien necesario. El sistema producto plátano se encuentra bajo la amenaza latente de diferentes plagas de interés cuarentenario, de acuerdo con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) las principales amenazas son: la Fusariosis de las Musáceas (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen Raza 4 Tropical) (FocR4T) (SENASICA. 2019a), la Marchitez Bacteriana del Plátano (*Xanthomonas vasicola* pv. *musacearum* (Yirgou & Bradbury, 1968; Dye 1978) (BXW) (SENASICA. 2019b) y el Cogollo Racimoso del Banano (*Banana bunchy top virus*) (BBTV) (SENASICA. 2019c).

En México, estas enfermedades cuentan con una categorización de plagas cuarentenarias ausente, ya que no existen registros de su presencia en el país, sin embargo, de acuerdo con la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias No. 5 (FAO-IPPC-NIMF, 2009), potencialmente pueden ocasionar pérdidas económicas en cultivos hospedantes. Se consideran riesgos fitosanitarios con el potencial de causar reducciones importantes en la producción nacional del cultivo al ser consideradas “*plagas devastadoras*”, trayendo consigo afectaciones directas al cuarto alimento más importante en el mundo, después del arroz, el trigo y el maíz (Shankar y Mondal, 2016). Incluso, el plátano se considera uno de los productos más importantes para la seguridad alimentaria, así como una fuente importante en la generación de empleos (García-Bastidas *et al*, 2020).

La condición espacial involucra la interrelación entre elementos que se desarrollan en un contexto definido por entidades geográficas. Es decir, se establecen las propiedades espaciales a través de relaciones de división y medidas de proximidad, lo que permite cuantificar el alejamiento entre partes disjuntas de los objetos geográficos relacionados (Nedas *et al*, 2007), en este caso: Estatus fitosanitario “*presente*” vs áreas productoras de plátano en México. Teóricamente este proceso de asociación se basó en el enfoque de la Segunda Ley geográfica propuesta por Tobler (1999) que señala que “*todo fenómeno externo a un área afecta lo que sucede dentro*”, lo que permite resaltar la interacción entre los eventos que ocurren en un espacio determinado que pueden afectar otros territorios próximos o lejanos. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evidenciar la condición fitosanitaria en un contexto espacial de las principales amenazas cuarentenarias para el cultivo de plátano mexicano, sustentado en una revisión de literatura especializada.

EL CONTEXTO DEL CULTIVO DE PLÁTANO EN EL MUNDO

Durante 2020 existió una superficie sembrada de 5,493,932 hectáreas de cultivo de plátano en el mundo, distribuida en 123 países, de los cuales se obtuvo una producción de 113,212,452 toneladas del cultivo. Los países que reportaron la mayor superficie destinada al cultivo del plátano fueron: India (846,000 ha), seguido de Brasil, Tanzania, Filipinas y República Popular China que cuentan con más de 430 mil hectáreas bananeras c/u, cabe señalar que México se posicionó en el 15vo lugar, con una superficie sembrada de 78,322 ha de cultivo de plátano (Figura 1a).

En complemento, al considerar la producción de plátano, destacan los países como India con 25.72% de la producción, seguido de China con 11.77%, Indonesia (6.19%), Brasil (5.97%), Ecuador (5.77%) y Filipinas (5.15%), el resto de los países cuentan con menos de 3.42% cada uno, es pertinente resaltar que México se consideró como el 12vo lugar con 2,384,778 toneladas equivalente a 2.11% de la producción registrada en el año de referencia (Figura 1b).

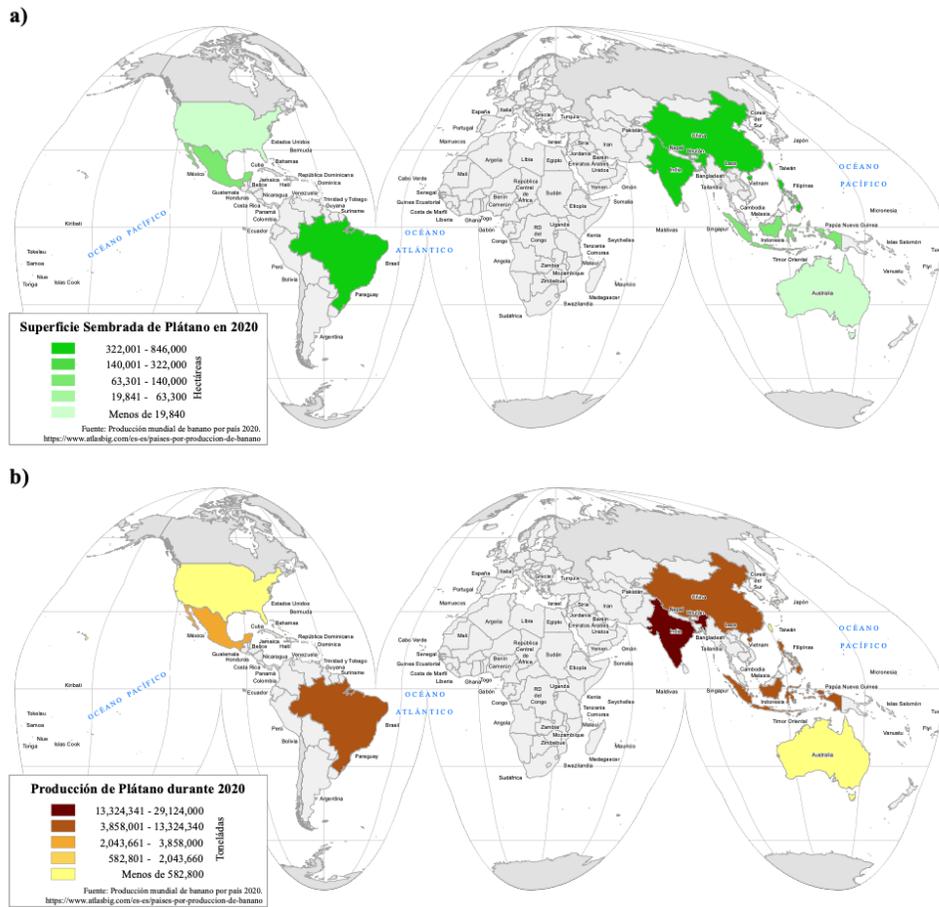


Figura 1. Panorama mundial del cultivo de plátano. a) Superficie sembrada de plátano por país y b) Producción de plátano por país. Fuente: <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-banano>

AMENAZAS CUARENTENARIAS PRIORITARIAS PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO MEXICANO

Los cultivos de plátano o banano son susceptibles a problemas fitosanitarios causados por patógenos como FocR₄T, BXW y BTTV, que de acuerdo con el Organismo Nacional de Protección Fitosanitaria Mexicano SENASICA, se consideran de interés cuarentenario. La dispersión y posibles afectaciones de estas enfermedades dependen en buena medida de la movilización de material vegetativo infectado o enfermo (plántulas, cornos, hijuelos, etc.), sin embargo, existen algunas peculiaridades epidémicas propias de cada patógeno que a continuación se enlistan:

- I. FocR₄T se considera un patógeno extremadamente severo con el potencial de afectar a un grupo considerable de variedades de Musáceas de importancia para la seguridad alimentaria (no solo la variedad Cavendish), es decir, puede afectar cultivos estratégicos para la seguridad alimentaria con repercusiones a la generación de ingresos económicos en las regiones productoras de plátano (Dita *et al*, 2018).

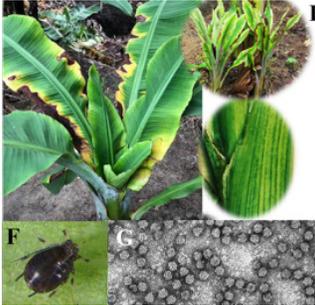
El agente causal de la Fusariosis de las musáceas es un hongo de suelo y existen referencias de que puede llegar a sobrevivir hasta por más de 30 años en sus estructuras de resistencia (micelios y clamidosporas) (Stover, 1962). En el Sureste Asiático se han presentado afectaciones considerables, incluso, se encuentra presente en grandes extensiones donde ha ocasionado pérdidas millonarias con un alto costo en las medidas de manejo (OIRSA. 2020). FocR₄T afecta raíz, tallo y otras estructuras del género *Musa*, sin embargo, el fruto no es portador del hongo y no existe riesgo al consumir la fruta (ICA. 2021) algunas características del patógeno se pueden observar en la Tabla 1a.

- II. BXW se considera la enfermedad de los plátanos más devastadora en la región de los grandes lagos en África Central y Oriental, en donde ocasionó pérdidas totales en el rendimiento de plantas infectadas (Ssekiowoko *et al*, 2006 y Tripathi *et al*, 2009). En África subsahariana se considera un patógeno altamente limitante en la producción de racimos de plátano o banano, con daños estimados entre 70% y 90% en áreas afectadas (Kumar *et al*, 2015). Esta enfermedad puede infectar todos los genotipos de bananos, por ello es conveniente mantener una medida de control tajante, es decir, restringir el movimiento de material vegetal de los territorios donde tiene presencia, ya que se disemina de forma rápida y generalmente su movilización se facilita por el trasiego de herramientas de campo (Manzo-Sánchez *et al*, 2014). Sus características se presentan en la Tabla 1b.

III. BTTV En África Oriental, en la región de los Grandes Lagos, ha destruido plantaciones completas donde se estiman pérdidas de entre 2000 y 8000 millones de dólares en una década (Fresh-Plaza, 2021). Su control implica acciones de cuarentena para evitar el ingreso a territorios libres, complementado con la erradicación de plantas infectadas que sirven como fuente de inoculo (Thomas, *et al*, 2000), en la Tabla 1c se muestra sus características en cultivo.

Tabla 1

Características de las principales amenazas cuarentenarias para el plátano Mexicano. a) Fusariosis de las Musáceas (Fusarium oxysporum f. sp. cubense (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen Raza 4 Tropical), b) Marchitez Bacteriana del Plátano (Xanthomonas vasicola pv. musacearum (Yirgou & Bradbury 1968; Dye 1978) y c) Cogollo Racimoso del Banano (Banana bunchy top virus)

	a) FocR4T	b) BTTV	c) BXW
Apariencia en Cultivo	 <p>Imagen: García-Bastidas, 2020</p> <p>(A) Síntomas externos con un extenso amarillamiento foliar, así como también el colapso de las hojas alrededor del pseudotallo y agrietamiento del pseudotallo; (B-C) síntomas internos mostrando el enrojecimiento de los haces vasculares en el pseudotallo y el cormo. (Fotos: García-Bastidas, 2020).</p>	 <p>Imagen: Betancourt Vásquez, 2020</p> <p>(D) Banano infectado y síntomas del virus en follaje. (E) Pulgón del banano vector del virus BTTV en los plátanos y (F) Babuvirus (Familia Nanoviridae) (Betancourt Vásquez, 2020).</p>	 <p>Imagen: Guy Blomme, 2021</p> <p>(H) Amarillamiento y marchitamiento en las hojas, (I) Maduración prematura de la fruta y (J) Exudado bacteriano (Guy Blomme, 2021).</p>
Medios de dispersión	<p>El material vegetal infectado, el agua contaminada y las herramientas / maquinaria con suelo infestado son los medios principales para dispersar el patógeno (García-Bastidas, 2020).</p>	<p>Se puede propagar vegetativamente mediante chupones o plantas de cultivo de tejidos infectados, provoca reducción del rendimiento del cultivo lo que desencadena en una barrera para el intercambio internacional (Kumar <i>et al</i>, 2015).</p>	<p>Se dispersa por movilización de material vegetal infectado, herramientas contaminadas y algunos insectos favorecen la dispersión (Familia: <i>Apidae</i>), moscas de la fruta (Familia: <i>Tephritidae</i>) y moscas de hierba (Familia: <i>Chloropidae</i>) (SENASICA. 2019b).</p>

Fuente: Adaptado de acuerdo con las referencias señaladas

SITUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTO PLÁTANO EN MÉXICO

De acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP) durante el año 2020, la República Mexicana contó con una superficie sembrada de 80,546.74 ha. de plátano distribuidas en 16 estados, cabe señalar que Chiapas, Veracruz y Tabasco aportaron la mayor extensión territorial estimada en 63.45% de la superficie sembrada, lo cual es equivalente a 51,112 ha. En complemento los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, México, Hidalgo y Morelos solamente aportaron el 1,183 ha. en conjunto, lo que representó el 1.46% de la superficie nacional de plátano en México (Figura 2).

A escala municipal, la mayor superficie sembrada de plátano se agrupó en: Teapa, Tabasco. (7,439 ha); Suchiate, Chiapas (5,503); Coahuayana, Michoacán. (4,589 ha) y Tecomán, Colima. (4,158 ha) que de manera conjunta aportaron 26.92% de la superficie sembrada nacional. En complemento y con las menores extensiones se encuentran Atenango del Río, Guerrero; Malinalco, México; Huetamo, Michoacán; Soledad Doblado, Veracruz y Muna y Cantamayec en el estado de Yucatán; con una extensión de menos de dos hectáreas de superficie sembrada cada uno (Figura 2).

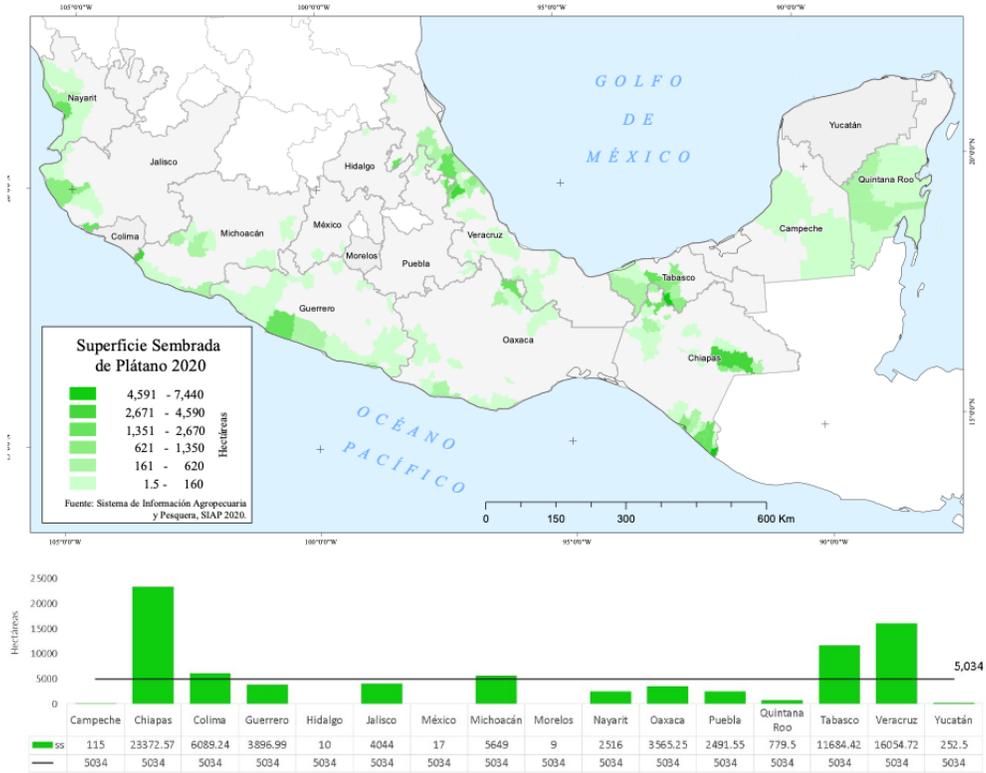


Figura 2. Superficie sembrada del sistema producto plátano en México, 2020. Fuente: Sistema de Información Agropecuario y Pesquero, SIAP-AGRICULTURA. 2020

En complemento, la producción de plátano mexicano recae en los estados de Chiapas con 701,501 ton, Tabasco con 601,608 ton, Veracruz con 324,733 ton y Colima con 207,433 ton, que manera conjunta representan el 74.47% de la producción nacional del cultivo (SIAP, 2020). Por el contrario, los estados de Quintana Roo (9,881 ton), Yucatán (1,474 ton), Campeche (1,249 ton), Morelos (277 ton), México (225 ton) e Hidalgo (56 ton) en conjunto solamente aportaron el 0.53%, equivalente a 13,163 ton (Figura 3).

Los principales municipios productores concentran 50.88% de la producción nacional de plátano entre los que destacan Teapa, Tabasco con 453,612 ton, Suchiate, Chiapas con 205,605 ton, Coahuayana, Michoacán con 142,747 ton, Tecomán, Colima con 137,024 ton, Cihuatlán, Jalisco con 128,251 ton, Tapachula, Chiapas con 96,416 ton y San Rafael Veracruz con 90,132 ton. Cabe señalar, que 63 municipios contaron con una producción menor a las 200 ton cada uno y de manera conjunta aportaron solo 0.27% del total de la producción de plátano (SIAP, 2020).

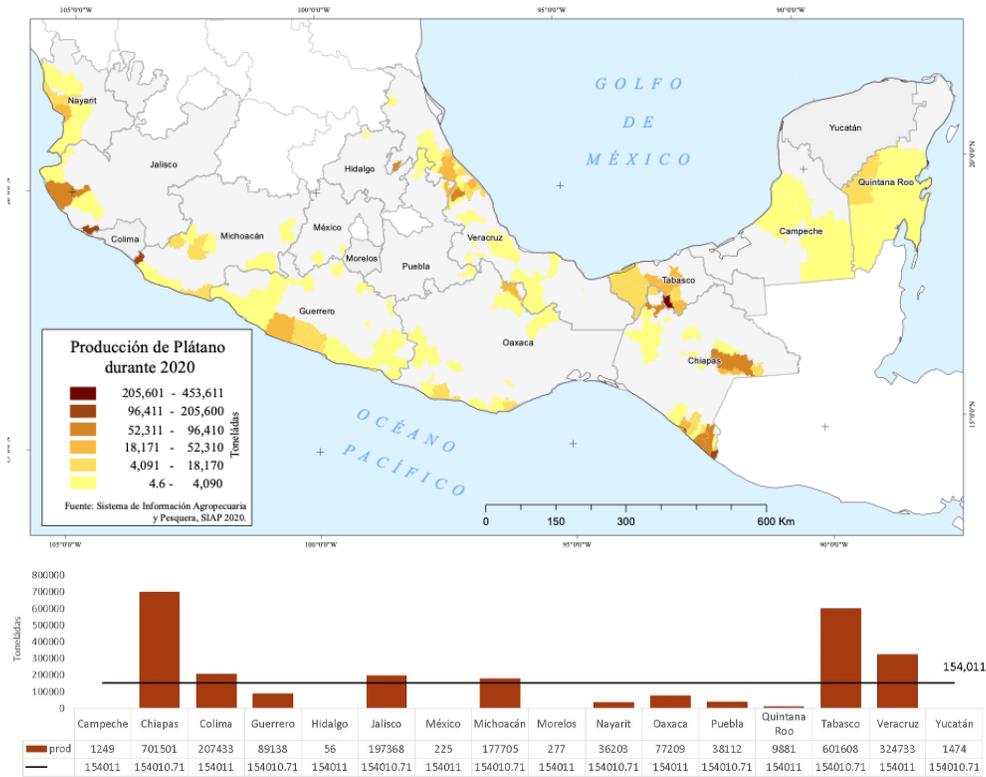


Figura 3. Producción de plátano en México, 2020. Fuente: Sistema de Información Agropecuario y Pesquero, SIAP-AGRICULTURA. 2020

La representación espacial de la superficie sembrada y la producción de plátano (Figuras 2 y 3 respetivamente), permiten obtener los patrones de

distribución espacial del principal hospedante de FocR₄T, BTTV y BXW, lo que permite crear escenarios que posibilitan direccionar acciones preventivas ante el posible ingreso de alguno de los patógenos analizados, es decir, se ubican las regiones donde se concentran los mayores/menores productores de plátano del país.

LA CULTURA DE LA PREVENCIÓN EN MÉXICO

México soporta estrategias preventivas contra plagas cuarentenarias de plátano en la NOM-010-FITO-1995 (DOF. 1995) *“por medio de la cual se establecen las directrices preventivas en la introducción, establecimiento y diseminación de plagas cuarentenarias del plátano a territorio nacional”*, a través de las denominadas rutas de vigilancia, parcelas centinelas y áreas de exploración. Así mismo, se implementa la cultura de la prevención en la movilización de material vegetal sustentada legalmente en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-FITO-1995 *“en la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la importación de frutas y hortalizas frescas”*.

Además, el Organismo Nacional de Protección Fitosanitaria por medio de la Dirección General de Sanidad Vegetal mantiene el Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, que opera con una vigilancia activa en áreas agrícolas, silvestres, marginales y urbanas (SENASICA. 2020). La vigilancia activa de plagas cuarentenarias se realiza en zonas de riesgo potencial ante el posible ingreso de plagas de carácter exótico como FocR₄T, BTTV y BXW a territorio mexicano (SENASICA, 2020a).

Actualmente, en México se realiza una vigilancia epidemiológica fitosanitaria a través de estrategias operativas robustas como rutas de vigilancia en zonas de riesgo (traspacios, zonas turísticas, centros de acopio, viveros, y centros de almacenamiento), establecimiento de parcelas centinelas en sitios de riesgo, así mismo la realización de exploración en área de producción. Derivado de estas acciones FocR₄T, BTTV y BXW, mantienen un estatus fitosanitario ausente en México, ya que no existen registros de presencia de la plaga, como lo señala la NIMF No. 8 (2017).

Finalmente, es pertinente señalar que de acuerdo con el Organismo Nacional de Protección Fitosanitaria mexicano, máxima autoridad fitosanitaria, a través de la “Dirección de Regulación Fitosanitaria -SENASICA”, en 2009 se realizó una modificación a la NOM-FITO- 010-1995 Artículo Único (párrafo del punto 4.1 Productos de cuarentena absoluta) en la que se señaló que *“Se prohíbe la introducción de frutos frescos de plátano, plantas de plátano y sus partes, así como sus envases y embalajes originarios o procedentes de los países afectados por la presencia de plagas del plátano de importancia cuarentenaria para el país”*, y solo se permite el tránsito (sin apertura de contenedores). Además, recientemente en 2019 a consecuencia de las

detecciones recientes de FocR₄T en Colombia, “*Se suspendió la importación de material vegetal propagativo “In Vitro” del género Musa spp y Heliconia spp*” (Cueto-Espinoza, 2021). Es decir, hoy en día, como medida preventiva en México se encuentra prohibida la importación de material propagativo, frutos y subproductos derivados del plátano y solo se permite el tránsito por territorio nacional en condiciones controladas o muy específicas de acuerdo a especificaciones de la regulación fitosanitaria nacional y su contraparte en la negociación comercial.

CONDICIÓN ESPACIAL DE LAS AMENAZAS CUARENTENARIAS DEL PLÁTANO PRIORITARIAS PARA MÉXICO

La condición espacial se sustentó en el supuesto de que existe un riesgo fitosanitario para la producción de plátano mexicano al considerar la proximidad respecto a los países/estados que mantienen la presencia de al menos una las enfermedades cuarentenarias del plátano (FocR₄T, BTTV o BXW).

El principal riesgo fitosanitario se asoció a la Fusariosis de las musáceas que se detectó en 2019 en el continente americano: en el área de producción de plátano en las veredas Las Flores y Pelucha localizadas en Dibulla y Riohacha, La Guajira, Colombia (ICA, 2019), a 1,800 km de distancia, así existe otra zona prioritaria en la zona productora del distrito de Querecotillo, provincia de Sullana, departamento de Piura, Perú (SENASA. 2021), ubicada a poco más de 2,500 km de distancia de la República Mexicana y en tercer lugar, por proximidad geográfica, aproximadamente a 4,200 km se encuentra Hawái E.U.A., donde mantiene un estatus fitosanitario presente al cogollo racimoso del banano (Figura 4).

De manera global, en Asia, África y Australia se encuentran territorios con presencia de por los menos una de las tres enfermedades (FocR₄T, BTTV o BXW), sin embargo, no por mantenerse en otros continentes significa que no representen un riesgo fitosanitario para los países productores de plátano o banano en América. Derivado de los procesos de globalización, como el intercambio comercial, el turismo y la migración humana, el riesgo fitosanitario asociado a plagas cuarentenarias del plátano o banano, continúa siendo una amenaza latente para las plantaciones de importancia económica existentes en 34 países del continente americano, que en conjunto aportaron 21.60% de la superficie sembrada mundial del cultivo de plátano a banano, que representa el 24.9% de la producción del año 2020 (Figura 4).

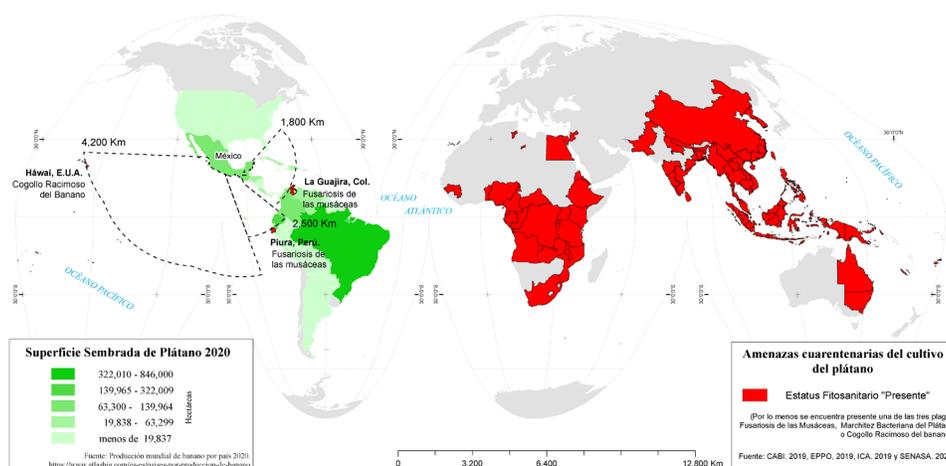


Figura 4. Condición espacial de las principales amenazas cuarentenarias para el sistema producto de plátano en México. Fuente: CABI, 2019, EPPO, 2019, ICA, 2019 y SENASA 2020

CONCLUSIONES

El diagnóstico espacial de las amenazas cuarentenarias del plátano o banano (FocR4T, BXW y BBTV) basado en una revisión de literatura especializada, permite constatar que nos encontramos ante riesgos fitosanitarios prioritarios regionales y no solo de riesgo para México sino para los 33 países del continente americano donde se cultiva plátano o banano. Incluso, la distancia como condición espacial de la presencia de los patógenos en otros países o continentes no representa un obstáculo para que se movilice a nuestro país, ya que está demostrado que la distancia intercontinental no fue un impedimento para que ocurrieran dos detecciones en territorios distintos en América y con diferente temporalidad (Colombia y Perú).

En 2019, existió un primer aviso para fortalecer las estrategias de vigilancia epidemiológica con la primera detección de FocR4T en América, lo que implica, reestructurar los planes estratégicos de monitoreo, actuación y contención de las plagas de plátano, bajo un enfoque preventivo. En este sentido, es importante fortalecer la investigación fitosanitaria con enfoques de carácter trans y multidisciplinario con miras a robustecer los programas de vigilancia epidemiología fitosanitaria de plagas cuarentenarias del plátano o banano nacionales y regionales, así como extremar acciones preventivas de manera conjunta entre organismos de protección fitosanitaria, centros de investigación, productores y consumidores finales. Ya que hoy en día todos sabemos las implicaciones de problema sanitario con un potencial pandémico “*gracias al Covid-19*”. Ya que, sin duda, es latente el potencial

pandémico asociado a la Fusariosis de las musáceas, la Marchitez Bacteriana del Plátano o el Cogollo con implicaciones directas al cuarto alimento más importante en el mundo.

Este tipo de análisis que involucra el componente territorial mediante la inclusión de datos espaciales, permite territorializar el riesgo fitosanitario, y tiene el potencial de considerarse un insumo esencial para los tomadores de decisiones, ya que, a pesar de que se puede considerar un análisis muy somero, permite identificar áreas o territorios donde es factible realizar un análisis o modelado geoespacial más robusto que integre variables esenciales (ambientales, epidémicas, antrópicas, económicas, etc...) que favorecen al patógeno y sus hospedantes potenciales (de importancia económica y silvestre), lo que permite obtener resultados con una mayor resolución espacial (mayor detalle en el territorio) para redireccionar estrategias de mitigación del riesgo en las superficies identificadas y, con ello, dar un sustento técnico científico a los tomadores de decisiones.

REFERENCIAS

- Betancourt-Vásquez, M.** (2020). *Modelo para la introducción de materiales promisorios de musáceas por su resistencia a Foc R4T en Colombia. Taller Regional de Capacitación Virtual. Marchitez por Fusarium Raza 4 Tropical en banano, plátano y otras musáceas.* https://www.oirsa.org/contenido/2020/III_jornada/junio%2010%20Protocolos%20importaci%C3%B3n%20de%20material%20-%20Monica%20Betancourt.pdf
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (FAO-IPPC).** (2009). NIMF No.5. *Glosario de términos fitosanitarios. Norma internacional para Medidas Fitosanitarias NIMF No.5.* https://www.ippc.int/largefiles/NIMF_05_2009_PT_FINAL_o.pdf
- Cueto-Espinoza, I.** (2021). *Requisitos Fitosanitarios para la importación de material vegetal de musáceas. Dirección de Regulación Fitosanitaria DGSV-SENASICA.* (19 octubre 2021). En el marco del Simulacro de actuación ante la incursión de Fusariosis de las Musáceas.
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E.S.G. 4 y Staver, C.P.** (2018). *Marchitez por Fusarium del banano: conocimientos actuales sobre epidemiología y necesidades de investigación para el manejo sostenible de enfermedades.* *Frontiers Plant Science*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01468>
- Diario Oficial de la Federación (DOF).** (1995). NOM-010-FITO-1995. <http://www.diariooficial.gob.mx/normasOficiales.php?codp=3857&view=si>
- Fresh-Plaza.** (2021). *Control de la marchitez bacteriana de la banana en África oriental.* <https://www.freshplaza.es/article/9347875/control-de-la-marchitez-bacteriana-de-la-banana-en-africa-oriental/>
- García-Bastidas, F.A., Pachacama-Gualotuña, S.F., Jarrín-Escudero, D.A., Iza-Arteaga, M.L., Ayala-Vásquez, M., Emiro-Ortiz, H., Dix-Luna, O.J., Echegaray-Buezo, H., Farfán-Menéndez, D., Bartolini-Martínez, I., Beltrán-Montoya, C. y Zeballos-Céspedes, G.** (2020). *Guía andina para el diagnóstico de Fusarium Raza 4 Tropical (R4T) Fusarium oxysporum f.sp. cubense (syn. Fusarium odoratissimum) agente causal de la marchitez por Fusarium en musáceas (plátanos y bananos).* <http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/202072181721Guia%20Andina%20Final.pdf>
- García-Mata, R., González-Machorro, M. F., García-Sánchez, R. C., Mora-Flores, S., González-Estrada, A. y Martínez-Damián, M. A.** (2013). *Banana (Musa paradisiaca) market in México, 1971-2017.* *Agrociencia*, 47(4). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- HV-CF-FAUBA.** (2021). *Herbario Virtual - Cátedra de Fitopatología - FAUBA.* https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=11014

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).** (2019). Primera detección de marchitez por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Raza 4 Tropical FOC R4T. <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/saf/notificacion-oficial/detalle-notificacion-oficial/primera-deteccion-de-marchitez-por-fusarium-oxyspo>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).** (2021). FUSARIUM R4T. <https://www.ica.gov.co/icacomunica/pyp/fusarium-r4t>
- Kumar, P.L., Selvarajan, R., Iskra-Caruana, M.L., Chabannes, M y Hanna, R.** (2015). Capítulo siete - Biología, etiología y control de las enfermedades víricas del banano y el plátano. *Advances in Virus Research*, Vol. 91: 229-269. <https://doi.org/10.1016/bs.aivir.2014.10.006>
- Manzo-Sánchez, G., Orozco-Santos, M., Martínez-Bolaños, L., Garrido-Ramírez, E. y Canto-Canche, B.** (2014). Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa* sp.) en México. *Revista mexicana de fitopatología*, 32 (2). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092014000200089
- Nedas, K., Egenhofer, M. and Wilmsen, D.** (2007), "Metric details of topological line-line relations", *International Journal of Geographical Information Science*. 21(1): 21-48. <https://doi.org/10.1080/13658810600852164>
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).** (2020). Marchitez por *Fusarium* en banano (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical). <https://www.oirsa.org/informacion.aspx?id=86>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura** (2017). NIMF No. 8. Determinación de la situación de una plaga en un área. <https://www.fao.org/3/x2968s/x2968s.pdf>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).** (2021). Perú: Primer Reporte sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Raza 4 Tropical, W.C. Snyder & H.N. Hansen 1940. https://assets.ippc.int/static/media/files/pestreport/2021/04/30/Reporte_Foc_R4T_PERU_IPPC_29_abril_2021.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).** (2020a). Plagas bajo vigilancia activa. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-bajo-vigilancia-activa-111260>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).** (2019a). *Fusariosis de las musáceas (Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 Tropical) (Foc R4T). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Dr. Luciano Martínez Bolaños (investigador científico). Cd. de México. Ficha Técnica No. 2. 29 p.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).** (2019b). *Marchitez bacteriana del plátano (Xanthomonas vasicola* pv. *musacearum*). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa

- de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Dr. Luciano Martínez Bolaños. Ciudad de México. Ficha Técnica No. 32.15 p
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria** (SENASICA). (2019c9). *Cogollo racimoso del banano (Banana bunchy top virus)*. Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Cd. de México. Ficha Técnica No. 31. 18
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria** (SENASICA). (2020). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF). <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-fitosanitaria-sinavef>
- Shankar, A.K y Mondal, A.** (2016). *Integrated Pest Management in Banana. Division of Entomology. Sher-E-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology of Kashmir*. https://www.researchgate.net/publication/297737493_Integrated_Pest_Management_in_Banana
- Ssekiwoko, F., Taligoola, H. K., and Tushemereirwe, W. K.** (2006). *Xanthomonas campestris pv musacearum* host range in Uganda. *African Crop Science Journal*, 2 (14): 111-120
- Stover, R.H.** (1962). Marchitez fusarial (enfermedad de Panamá) de los bananos y otras especies de *Musa*. Documento fitopatológico n° 4. Commonwealth Mycological Institute, Reino Unido. 117 <https://www.musalit.org/seeMore.php?id=17801>
- Thomas, J.E., Iskra-Caruana, M.L., Magnate, L.V., and Jones, D.R.** (2000). Disease caused by virus. Bract mosaic. En: D.R. Jones (ed.) *Diseases of Banana, Abaca and Enset*, CABI Publishing, Wallingford, UK. <https://www.cabi.org/bookshop/book/9781780647197/>
- Tripathi, L., Mwangi, M., Abele, S., Aritua, V., Tushemereirwe, K., Bandyopadhyay, R.** (2009). *Xanthomonas Wilt, a threat to banana production in East and Central Africa. Plant Disease*, 5(93): 440-451. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-5-0440>