

AMENAZAS CUARENTENARIAS DE LA CITRICULTURA MEXICANA: CANCRO, MANCHA NEGRA Y CLOROSIS VARIEGADA DE LOS CÍTRICOS

QUARANTINE THREATS TO MEXICAN CITRICULTURE: CITRUS CANCER,
CITRUS BLACK SPOT AND CITRUS VARIEGATED CHLOROSIS

Enrique Ibarra Zapata*, Carlos Arturo Aguirre Salado** y Gustavo
Mora Aguilera***

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Plagas cuarentenarias de los cítricos (PCC): un riesgo fitosanitario para la citricultura mexicana. 3. El principio espacial y la condición fitosanitaria de las amenazas cuarentenarias de los cítricos mexicanos. 4. Patrones espaciales de la importación de cítricos en el contexto global. 5. Estrategias preventivas ante las PCC realizadas por el organismo nacional de protección fitosanitaria mexicano. 6. Conclusiones.

RESUMEN

La actividad cítrica en México es de importancia económica y territorial, pues estos productos se cultivan en 28 estados de la República Mexicana y su producción nos coloca como el cuarto productor mundial, sin embargo, el patrimonio cítrico se encuentra expuesto a plagas de interés cuarentenario “ausentes” en México como: cancro, clorosis variegada y mancha negra de los cítricos. Este análisis permitió determinar la asociación espacial condición, fitosanitaria/flujos comerciales, obteniendo un escenario regional del riesgo fitosanitario al que se encuentra expuesta la citricultura mexicana ante diferentes amenazas

ABSTRACT

Citric fruits (orange, lemon, grapefruit and mandarin) are considered economically and territorially important; they are cultivated in 28 states of the Mexican Republic. The citric heritage is exposed to pests of quarantine interest absent in Mexico such as canker, variegated chlorosis and black spot of citrus. Determining the spatial association “phytosanitary condition/trade flows” allowed obtaining a regional scenario of the phytosanitary risk in which the Mexican citrus industry is faced with three quarantine threats. By 2020, there was the import of 8,683.62 tons of citrus products and by-products to Mexico, from eleven countries; in addition, there are

*Profesor de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, y profesor invitado en el posgrado en Salud Pública de la Facultad de Enfermería y Nutrición, ambos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Licenciado en Geografía con maestría en Salud Pública y candidato a doctor en Ciencias Agropecuarias por la UASLP. enrique.zapata@uaslp.mx

**Profesor Investigador. Profesor investigador en la ingeniería en Geoinformática de la Facultad de Ingeniería y en el posgrado en Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP, México. carlos.aguirre@uaslp.mx

***Profesor investigador en el posgrado en Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, México. morag@colpos.mx

cuarentenarias. Para el año 2020 existió la importación de 8 mil 683.62 toneladas de productos y subproductos cítricos a México, procedentes de once países, además existen 71 países y 51 estados o provincias con un estatus fitosanitario con la presencia de estas plagas. Actualmente, el organismo nacional de protección fitosanitaria de México (SENASICA), realiza actividades de vigilancia epidemiológica fitosanitaria activa de plagas cuarentenarias, siendo un proceso preventivo realizado a través de diferentes estrategias operativas, otorgando una certeza a la calidad e inocuidad de los cítricos mexicanos.

71 countries and 51 states or provinces with a present phytosanitary status of these pests. Currently, the National Phytosanitary Protection Agency of Mexico (SENASICA) carries out active phytosanitary epidemiological surveillance activities of quarantine pests, being a preventive process carried out through different operational strategies, granting certainty to the quality and safety of Mexican citrus fruits.

PALABRAS CLAVE: cítricos, plaga cuarentenaria, riesgo fitosanitario, México
KEYWORDS: citrus, quarantine pest, phytosanitary risk, Mexico

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6963893>

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el género *citrus* se considera un cultivo de importancia económica y se desarrolla en más de 140 países, con una producción mundial próxima las 124 millones de toneladas (Sáenz-Pérez et al., 2019). Entre los principales productores destacan países como China, Brasil, India, Estados Unidos, España y México. De manera particular, los cítricos mexicanos cuentan con una superficie sembrada de 603 mil 617.51 ha, con una producción superior a los 8.2 millones de toneladas (SIAP, 2021a).

La citricultura es una actividad de gran importancia dentro de la fruticultura mexicana (Rinconada et al., 2022; Alia et al., 2011). En 2020, naranja (*Citrus sinensis*), limón persa (*Citrus latifolia*), limón mexicano (*Citrus aurantifolia*), toronja (*Citrus paradisi*) y mandarina (*Citrus reticulata*) en conjunto, aportaron el 3.27% de la superficie sembrada de la producción agrícola mexicana en las modalidades riego y temporal, lo que representó el 5.57% del valor de la producción nacional. Los cítricos se cultivan en casi todos los estados, a excepción de Ciudad de México, Coahuila, Chihuahua y Tlaxcala (SIAP, 2021b), y representan una fuente de ingresos de aproximadamente 67 mil familias (Valencia y Duana, 2019). México ocupa el quinto lugar mundial en producción de cítricos y, de manera particular, es considerado el primer productor de limón a nivel mundial, el cuarto de naranja y toronja, y el décimo tercero de mandarina (Rinconada et al., 2022).

La calidad de los cítricos en general, está asociada al tamaño de la fruta (diámetro), grados Brix (contenido de sacarosa) y apariencia (Pérez y Orozco, 2004). Aunque el clima y el manejo agrícola influyen en la calidad, existen también factores bióticos como los insectos y microorganismos que pueden afectar la calidad de los frutos. Como todas las plantas cultivadas, los cítricos poseen una gran cantidad de microorganismos que afectan la producción, como la gomoisis (*Phytophthora spp*) que representa pérdidas de 730 mil toneladas en el estado de Tabasco (Sáenz-Pérez et al., 2019), La Mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*) que causa afectaciones de hasta el 45% del costo total de la producción en los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz (Orozco-Santos et al., 2012) y el Huanglongbing que ocasiona hasta un 25% en la disminución de la producción cada año, en las regiones cítrícolas donde se encuentra presente (Sáenz-Pérez et al., 2019).

Aunado a ello, existen organismos exóticos, presentes en otros países productores de cítricos, pero ausentes en el país a los que se les considera problemas fitosanitarios de interés cuarentenario. Entre estos, destacan tres organismos que causan enfermedades con alto riesgo productivo: *Xanthomonas citri* subsp., *citri*, *Guignardia citricarpa*, y *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*, los cuales se consideran los agentes causales del cancro de los cítricos, mancha negra de los cítricos, y la clorosis variegada de los cítricos, respectivamente. Este tipo de organismos son monitoreados por instancias oficiales fitosanitarias para evitar su ingreso, diseminación y

establecimiento en el país. A la fecha actual, estos organismos se consideran plagas cuarentenarias ausentes en México (SENASICA, 2019a; SENASICA, 2019b y SENASICA, 2019c). Es conveniente resaltar que a México han ingresado y han ocurrido plagas cítricas cuarentenarias, y actualmente se encuentran sujetas a campañas fitosanitarias (Tabla 1).

acuerdo con este glosario, una plaga cuarentenaria tiene una connotación muy amplia que puede incluir desde microorganismos hasta insectos.

En México, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural destinó 120 millones de pesos a la prevención y combate de plagas y enfermedades de cítricos durante 2022, con aplicación en todos los estados

Tabla 1. Plagas de los cítricos que fueron sujetas a campañas fitosanitarias o de accionabilidad oficial por su carácter cuarentenario

Nombre de la plaga	Organismo	Cítrico que afecta
Candidatus Liberibacter asiaticus	Bacteria	Todas
Citrus leprosis virus (N and C) Orchid Fleack virus	Virus	Todos
Citrus tristeza virus (Raza T36 y VT)	Closterovirus	
Toxoptera citricida	Insecto (Aphididae)	Todos
Diaphorina citri	Insecto (Liviidae)	Todos

Fuente: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, (SENASICA, 2022).
<https://www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-reglamentadas-de-los-citricos-110863>

Conforme el glosario de términos fitosanitarios estandarizados por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) adscrita a la FAO, una plaga cuarentenaria se define como una “Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro, aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no esté extendida y se encuentre bajo control oficial” (NIMF-CIPF 5, 2006). Es decir, puede ser aquella plaga ausente, presente o con distribución restringida con el potencial de afectar la calidad e inocuidad de especies vegetales de importancia económica, incluso de

cítricos mexicanos (SADER, 2022). Al respecto, la Dirección General de Sanidad Vegetal del SENASICA es la dependencia que realiza la vigilancia activa de plagas cuarentenarias de los cítricos (PCC), por medio de acciones operativas específicas en zonas de probable ingreso o de alto riesgo de introducción, establecimiento o dispersión. Estas acciones son de carácter preventivo y pueden incluir rutas de trampeo, rutas de vigilancia, parcelas/ plantas centinelas, áreas de exploración y viveros trampa. Estas estrategias son un insumo primordial para la toma de decisiones operativas y esenciales

en la gestión estratégica de riesgos fitosanitarios (RF) (SENASICA, 2021).

Derivado de lo anterior, se planteó el objetivo de identificar las principales plagas cuarentenaria de los cítricos que pueden afectar la citricultura mexicana, y mediante la asociación espacial del estatus cuarentenario oficial (por país, estado o provincia), respecto a los flujos de productos y subproductos cítricos, para con ello establecer los patrones espaciales de riesgo fitosanitario en escala regional de las principales amenazas cítricas, con base en el componente epidémico/ espacial de las amenazas cuarentenarias.

2. PLAGAS CUARENTENARIAS DE LOS CÍTRICOS (PCC): UN RIESGO FITOSANITARIO PARA LA CITRICULTURA MEXICANA

La epidemiología estudia la distribución, frecuencia y factores determinantes de las enfermedades. Según Kranz (1990), en sanidad vegetal aplica al comportamiento de amenazas y RF, es decir, estudia las poblaciones del patógeno en una plantación bajo determinados factores ambientales, pero que también se ve influenciado por la intervención del ser humano. De acuerdo con Mora et al., (2008), la finalidad de la epidemiología en la salud de plantas es entender las enfermedades a nivel de una población con el propósito de tomar decisiones racionales de manejo y control, apoyándose en el entendimiento de los principios biológicos de las epidemias.

Las PCC cancro, mancha y clorosis variegada de los cítricos consideradas enfermedades ausentes en México, tienen

en común que provocan afectaciones en la parte aérea de las plantas y lesiones en el fruto (Tabla 2). Cabe señalar que este tipo de afectaciones son determinantes en el comercio nacional y en el internacional. En este sentido, López-Camelo (2003), señala que la apariencia del fruto es la primera impresión que el consumidor recibe y es el componente más importante para su aceptación y su eventual compra.

La apariencia se considera un atributo que define la calidad de los cítricos (El-Otmani et al., 2011). De acuerdo con Vásquez y Jiménez (2012), una mala apariencia es sinónimo de una baja calidad del fruto. Por ello, la posible introducción y establecimiento de las PCC ausentes en México pueden traer afectaciones importantes asociadas principalmente a una mala apariencia y calidad de los cultivos cítricos en la República Mexicana, siendo un importante impedimento para la comercialización en escala nacional y global (FOMESA, 2007).

Las tres PCC analizadas tienen en común que pueden afectar de manera directa la productividad cítrica mexicana que, entre 2010 y 2017 registró una producción con un comportamiento creciente, presentando una tasa media de crecimiento anual de 2.6% (Solleiro y Mejía, 2019), y según USDA Citrus Annual México (USDA por sus siglas en inglés) las exportaciones cítricas mexicanas continúan en aumento debido a la demanda internacional (USDA-GAIN, 2020), por ejemplo, particularmente, el cultivo de naranja mexicana representa alrededor del 8% de la superficie mundial

cosechada y el 6% del volumen total mundial (Rivera-López et al., 2020).

Las PCC poseen características biológicas, epidémicas y espaciales únicas que las diferencian entre sí, a pesar de que su principal daño se refleja en la apariencia y calidad de frutos infectados, los cuales se presentan en la Tabla 2, que evidencia las peculiaridades propias de cada enfermedad.

3. EL PRINCIPIO ESPACIAL Y LA CONDICIÓN FITOSANITARIA DE LAS AMENAZAS CUARENTENARIAS DE LOS CÍTRICOS MEXICANOS

La Primera Ley de Tobler señala “Todas las cosas están relacionadas, pero las cercanas están más relacionadas que las distantes” (Anselin, 1999). De acuerdo con Celemín

Tabla 2. Características de plagas cuarentenarias de los cítricos ausentes en México, bajo esquema de vigilancia epidemiológica activa

	Cancro de los cítricos <i>Xanthomonas citri</i> Subsp. citri.	Mancha negra de los cítricos <i>Guignardia citricarpa</i> Kiely	Clorosis variegada de los cítricos <i>Xylella fastidiosa</i> Subsp. pauca),
Apariencia del fruto	 <p>Imagen: Hilda Gómez, USDA. s/a.</p>	 <p>Imagen: Rybak et al., (2013).</p>	 <p>Imagen: Purcell y FUNDECITRUS s/a.</p>
Afectaciones	Provoca defoliación severa, muerte regresiva de las ramas, caída prematura y manchado de frutos (CABI, 2019).	Causa caída prematura de frutos, reduce el rendimiento y el valor comercial de la fruta (Rybak et al., 2013).	Causa afectaciones en el tamaño de los frutos (reducción), provoca una maduración precoz y un sabor muy ácido por lo que no son aptos para su consumo (Hernández-Macías, 2013).
Medios de dispersión	El viento asociado a lluvia provoca la dispersión de la enfermedad. El minador de la hoja de los cítricos puede incrementar la incidencia y severidad de la enfermedad (SENASICA, 2019a)	Se dispersa a corta distancia por la asociación de viento y lluvia, principalmente por movimiento de material vegetativo infectado (árboles, yemas y varetas (SENASICA, 2019b)	Se puede dispersar a largas distancias a través de material vegetal propagativo contaminado y se disemina por medio de insectos vectores de la familia Cicadellidae (chicharritas) (SENASICA, 2019c)
Cultivos afectados	Los hospedantes más susceptibles son las toronjas y la lima, también las naranjas de ombligo y limones, principalmente los que tienen abundantes espinas y se ha observado que las mandarinas y la naranja valencia son menos susceptibles (Hernández-Macías, 2013).	Todos los cultivares de cítricos son susceptibles, pero los más afectados son limones, naranjas valencianas, mandarinas y toronjas. (Texas A&M, 2012 y SENASICA, 2019b)	Sus hospedantes pertenecen a 18 familias y 33 géneros, sin embargo, sus principales cultivos de importancia económica son los cítricos, café y olivo (Manceau, 2016 y SENASICA, 2019c)

Fuente: Adaptada de las diferentes fichas técnicas y publicaciones científicas, según las referencias señaladas en cada elemento de la tabla (s.f.).

(2020), este principio geográfico no solo enfatiza en las propiedades únicas de los lugares; va más allá, debido a que involucra el territorio que permite conocer mejor los alcances y las limitaciones de una problemática que se analiza. La integración del contexto espacial a problemas de salud de las plantas permite afrontar, analizar y comprender la problemática, ya que los efectos espaciales de las variables analizadas se basan en la distribución y comportamiento a través del espacio geográfico (Siabato y Guzmán, 2019).

definido por las unidades geográficas o de análisis que mantienen relación (condición fitosanitaria), mediante el criterio de proximidad (Miller, 2004). En escala menor se involucró el límite administrativo de México como un país con estatus cuarentenario ausente de las PCC, respecto a los países y estados o provincias que, al año 2020, presentan un estatus oficial presente del cancro de los cítricos, clorosis variegada de los cítricos y mancha negra de los cítricos, conforme normativa de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.

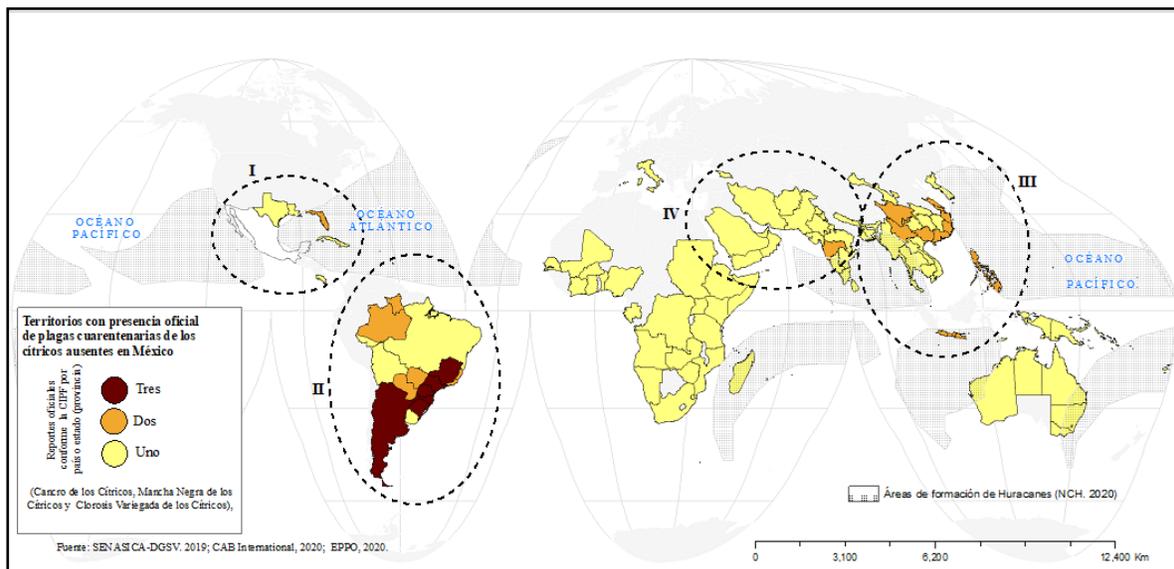


Figura 1. Distribución mundial de PCC bajo vigilancia epidemiológica fitosanitaria activa en México para el año 2020 (cancro de los cítricos, clorosis variegada de los cítricos y mancha negra de los cítricos). Fuente: Adaptado de las referencias señaladas en cada elemento del mapa.

Considerando lo anterior, el estatus cuarentenario de las PCC se utilizó como variable base en la caracterización del marco geográfico, lo que permitió estimar el grado de asociación entre los RF. Técnicamente, este proceso se basó en el criterio de asociación espacial,

El marco geográfico en escala menor permitió definir 122 territorios con presencia de al menos una de las PCC consideradas amenaza para la citricultura mexicana, de los cuales 71 se clasificaron por límite administrativo conforme al país y 51 según estado o provincia. Lo

que permitió determinar la existencia de cuatro regiones que se pueden considerar regiones en riesgo fitosanitario prioritario ante la posible introducción, establecimiento o dispersión de PCC en la República Mexicana. Geográficamente, por proximidad y condición fitosanitaria se denominan: región I: norte-Centroamérica y el Caribe, región II: Sudamérica, región III: Sureste Asiático y región IV: Medio Oriente (Figura 1).

Conforme a la primera Ley de Tobler, la superficie de mayor riesgo fitosanitario es la región prioritaria I, ya que se localiza adyacente o próxima la zona de formación de huracanes del Atlántico Norte y Mar Caribe, donde las condiciones ambientales asociada a estos eventos pueden favorecer en cierta medida la dispersión de los agentes causales de las PCC presentes en la región. En este sentido, el viento favorece la diseminación del cancro de los cítricos al ser acompañado de lluvia (Gottwald, 2000) y la mancha negra de los cítricos es favorecida por una elevada precipitación elevando su patogenicidad como sucedió en Sudáfrica (Martínez et al., 2015) (Figura 1). Además, el cambio climático representa un desafío sin precedentes, al propiciar una situación que favorece y aumenta el desplazamiento y el establecimiento de plagas de interés cuarentenario y económico, incluso plagas exóticas (FAO, 2021).

La segunda zona de riesgo se considera Sudamérica (región prioritaria II), donde existe la mayor densidad de territorios con estatus fitosanitario presente de las tres PCC antes mencionadas, geográficamente definidos según país/estado o provincia

conforme fuentes oficiales (Figura 1). Asimismo, se definen las regiones prioritarias III y IV, Sureste Asiático y Medio Oriente, respectivamente. Cabe señalar que a pesar de que se ubican a distancias considerables (intercontinentales), es por comercio internacional que puede existir un riesgo fitosanitario, a consecuencia de una posible movilización de fuente de inóculo de cancro, mancha negra o clorosis variegada de los cítricos.

4. PATRONES ESPACIALES DE LA IMPORTACIÓN CÍTRICOS EN EL CONTEXTO GLOBAL

Durante 2020 existió un flujo de 8 mil 683.62 toneladas importadas a México de naranjas (frescas o secas) y cortezas de agrinos (cítricos), referidas en las fracciones arancelarias 0805.10.01 y 0814.00.01, procedentes de once países (SE-SAVI, 2021). Es pertinente resaltar que el 86.04% del volumen de importación provenía de países/estados donde a la fecha mantiene un estatus presente de al menos una de las PCC (Tabla 2).

La asociación espacial condición fitosanitaria/flujos comerciales pone en evidencia que durante el año 2020 se realizó movilización de 7,471.67 toneladas de productos o subproductos cítricos hacia México por parte de seis países que muestran una condición fitosanitaria presente en alguna extensión territorial de los mismos. En orden de volumen de importación se encuentran: Argentina (5,015.59 ton), Estados Unidos (2,200.91 ton), Brasil (245.43 ton), Paraguay (8.7 ton), China (0.833 ton) y Georgia (0.212

ton), que en conjunto representan el 86.04% del total de importaciones realizadas en este año conforme cifras de SE-SAVI (Figura 2).

Es importante señalar que los países que realizan movilización de productos y subproductos cítricos hacia México realizan tratamientos cuarentenarios de carácter oficial respaldados por organismos nacionales y regionales de protección fitosanitaria involucrados, que en buena medida otorgan cierta certeza al comercio internacional, sin embargo, de acuerdo con la FAO-NIMF No. 11 (2013), existe la probabilidad de que una plaga se movilice a través del comercio internacional (Figura 2).

5. ESTRATEGIAS PREVENTIVAS ANTE LAS PCC REALIZADAS POR EL ORGANISMO NACIONAL DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA MEXICANO

Actualmente, la organización nacional de protección fitosanitaria mexicana, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal, mantienen una vigilancia epidemiológica fitosanitaria activa para plagas y enfermedades prioritarias, entre las cuales se encuentran las PCC, cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*), mancha negra de los cítricos (*Guignardia citricarpa* Kiely) y clorosis variegada de los cítricos (*Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*). Por medio de la cual es posible determinar y dirigir acciones de prevención,

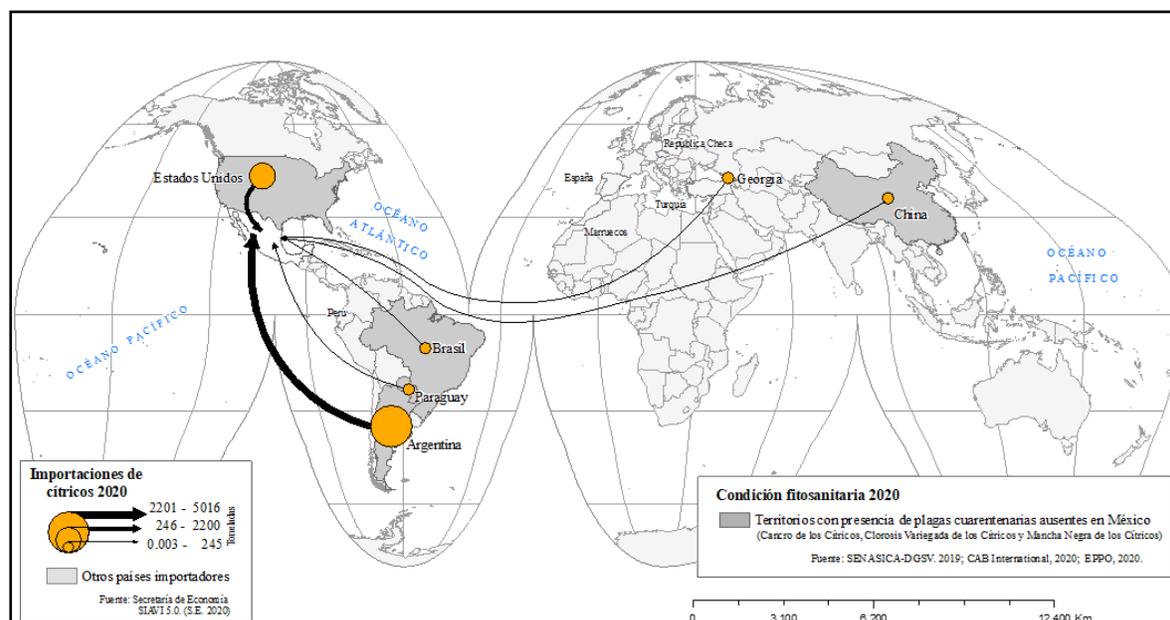


Figura 2. Importaciones de cítricos según las fracciones arancelarias 0805.10.01 y 0814.00.01 de países que mantienen un estatus fitosanitario presente de PCC (cancro de los cítricos, clorosis variegada de los cítricos y mancha negra de los cítricos) y ausentes en México para el año 2020.

Fuente: Adaptada de las referencias señaladas en cada elemento del mapa.

control y erradicación, sustentando sus actividades en la Ley federal de sanidad vegetal con el objetivo de garantizar una comercialización nacional e internacional con agroproductos sanos, inocuos y de calidad (SENASICA, 2021a).

La certeza de inocuidad de los cítricos mexicanos se respalda en una infraestructura fitosanitaria funcional y actualizada, territorialmente distribuida en sitios estratégicos del territorio nacional en las que se realizan funciones de verificación, vigilancia, inspección y certificación fitosanitaria.

La infraestructura fitosanitaria está integrada por 85 OISA (Oficinas de Inspección de Sanidad Agropecuaria, [SENASICA, 2021b]) y 19 PVIF (Puntos de Verificación e Inspección Federal, [SENASICA, 2021c]); asimismo se cuenta con 44 oficinas de inspección de sanidad agropecuaria distribuidas en sitios de ingreso de mercancías internacionales al país en 14 puertos, 14 fronteras y 20 aeropuertos (SENASICA-DGIF, 2021). Lo que permite consolidar una adecuada movilización y comercialización de productos agropecuarios mexicanos a través de la importación y exportación.

6. CONCLUSIONES

La superficie territorial que representa el mayor riesgo fitosanitario en la introducción de PCC (cancro y mancha negra de los cítricos) es la región prioritaria I, aludiendo al principio de proximidad geográfica en asociación con un volumen de cítricos intermedio con el

23.04% del total de cítricos (productos y subproductos) importados durante 2020. Es decir, existe la condición de presencia del patógeno, así como movilización de material vegetal de carácter internacional. En orden de importancia se encuentra la región prioritaria II, Sudamérica, en la que, a pesar de que se encuentra a una distancia mayor, existe la presencia de las tres PCC en más territorios y existen tres países que mantiene relaciones comerciales cítrícolas con México entre los que destaca Argentina, quien movilizó el mayor volumen de cítricos (productos y subproductos), el 57.75% para el año de referencia.

Las actividades de la vigilancia epidemiológica fitosanitaria realizada para PCC direccionadas por el ONPF mexicano otorgan el soporte técnico y oficial que permite mantener un estatus fitosanitario ausente para plagas de interés cuarentenario, como cancro de los cítricos, mancha negra de los cítricos y clorosis variegada de los cítricos, fortaleciendo la competitividad comercial de los cítricos mexicanos. Lo que otorga confianza, trazabilidad y aceptación de los socios comerciales con la certeza de que los cítricos mexicanos presentan sanidad, inocuidad y calidad apta para el consumo humano y por ende tienen el potencial para moverse sin riesgo alguno hacia otras regiones geográficas. Por lo que, derivado de las acciones y estrategias implementadas por organismos de vigilancia epidemiológica fitosanitaria, en cualquier día del año es posible el consumo de cítricos totalmente frescos e inocuos.

REFERENCIAS

- Alia, T. I., Lugo Alonso, A., Ariza Flores, R., Valdez Aguilar, L.A., López Martínez, V. y Pacheco Hernández, P. (2011). Manual de tecnología de Producción en limón persa y Naranja valencia en el estado de Morelos. INIFAP. Folleto Técnico No. 57.
- Anselin, L. (1999). Spatial Econometrics. School of Social Sciences. University of Texas at Dallas. <https://csiss.org/aboutus/presentations/files/baltchap.pdf>
- CABI. (2019). CABI, 2019. Datasheet. *Xanthomonas citri*. Crop Protection Compendium. Global Module. CAB International. UK. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56921>
- Celemín, J.P. (2020). Cincuenta años de la Primera Ley de Tobler: Revisión de sus aportes teóricos y prácticos a la Ciencia geográfica. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, No. 18 (12) sección I: 1-18. <http://www.revistageosig.wixsite.com/geosig>
- El-Otmani, M. Ait-Oubahou, A. & Zacarías, L. (2011). Citrus spp.: Naranja, mandarina, mandarina, clementina, pomelo, pomelo, limón y lima. *Tropicales y subtropicales, Açai a Cítricos*. 515e-516e: 437-514. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.437>
- FAO. (2021). Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/cb4769es>
- FAO-NIMF No. 11. (2013). Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias. <https://www.fao.org/3/j1302s/j1302s.pdf>
- FOMESA. (2007). Factores de calidad. Nociones previas. Definición de calidad. Valencia, España. <http://www.fomesa.com/Calidad/Calidad2.htm>
- González-Chávez, A. (2013). Posición de consenso sobre las bebidas con edulcorantes no calóricos y su relación con la salud. *Revista Mexicana de Cardiología*, Vol. 24(2). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0188-21982013000200001
- Gottwald, T.R. (2000). Cancro de los cítricos. El Instructor de Sanidad Vegetal. DOI: 10.1094 / PHI-I-2000-1002-01
- Hernández-Macías, B. (2013). Enfermedades Bacterianas Asociadas a Cítricos. XL Congreso Nacional y XV Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. <https://www.smf.org.mx/rmf/suplemento/docs/bacterias/3BarbaraHernandezMacias.pdf>

- Kranz, J. (1990). Tansley Review No. 28 Enfermedades fúngicas en comunidades de plantas de múltiples especies. *New Phytologist*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00525.x>
- López-Camelo, A.F. (2003). Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO*. 151. ISSN 1020-4334. <http://www.fao.org/3/y4893s/y4893s08.htm>
- Manceau, C. (2016). Disease outbreaks caused by *Xylella fastidiosa* in Europe are due to multiple introductions. *Journal of Plant Pathology*. 98 (Supplement), Keynotes, S13. <http://www.sipav.org/main/jpp/index.php/jpp/article/view/3776/2418>
- Martínez-Minaya, J. Vicent, A., Conesa, D. y López-Quílez, A. (2015). Factores climáticos asociados con la mancha negra de los cítricos causada por *Phyllosticta citricarpa* en Sudáfrica. *PHYTOMA*, Vol. 270. [http://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/3890/2015_Mart%
c3%adnez-Minaya_Factores.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/3890/2015_Mart%c3%adnez-Minaya_Factores.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Miller, H.J. (2004). Tobler's First Law and Spatial Analysis. *Annals of the Association of American Geographers*, 94 (2): 284-289. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8306.2004.09402005.x>
- Mora-Aguilera, G., March, G., Marinelli, A.D. y Michereff, S.J. (2008). Epidemiología: fundamentos y aplicaciones en patosistemas agrícolas. http://langif.uaslp.mx/documentos/presentaciones_internacionl/01/drmora.pdf
- NIMF-CIPF. (2006). Glosario de Términos Fitosanitarios No 5. https://www.ippc.int/largefiles/adopted_ISPMs_previousversions/es/ISPM_05_2006_Es_2006-08-18.pdf
- Orozco-Santos, M., Farías-Larios, J., Manzo-Sánchez, J. & Guzmán-González, J. (2012). Black Sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) in Mexico. *INFOMUSA*. 10(1):33-37
- Pérez, Z.O. y Orozco, R.J. (2004). Rendimiento y concentración nutrimental foliar de árboles de limón mexicano fertilizados con nitrógeno, fósforo y potasio. *Terra Latinoamericana*, Vol. 22: (1) 99-108. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311208011>
- Rinconada C. F., García F.F. y Serna H.J.A. (2022). Especialización y ventaja comparativa del sector cítrícola en México: 1990-2018. *Economía Teoría y Práctica* 30 (56) 155-174. <http://dx.doi.org/10.24275/etypuam/ne/562022/rinconada>
- Rivera-López, S. Perales-Salvador, A. Del Valle-Sánchez, M. y Caamal-Cauich, I. (2020). Panorama de producción

- y comercialización de naranja en México. *Agro productividad*, Vol. 13 (7): 9-14. <https://doi.org/10.32845/agrop.vi.1614>
- Rybak, M.A. Schultz, D. and French, R.D. (2013). Mancha negra de los cítricos. Department of Plant Pathology and Microbiology. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/1419>
- SADER. (2022.) Destina Agricultura recursos para proteger citricultura nacional de plagas y enfermedades <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/destina-agricultura-recursos-para-protger-citricultura-nacional-de-plagas-y-enfermedades?idiom=es>
- Sáenz-Pérez, C.A. Osorio-Hernández, E. Estrada-Drouaillet, B. Poot-Poot, W.A. Delgado-Martínez, R. y Rodríguez Herrera, R. (2019). Principales Enfermedades de los cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10 (7). México, ME:1653-65. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1827>
- SENASICA. (2019a). Cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri*). Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ciudad de México. Ficha Técnica No. 33. 19 p.
- SENASICA. (2019b). Clorosis variegada de los cítricos (CVC) *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*. Dirección General de Sanidad Vegetal - Sistema de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF). Ciudad de México. Ficha Técnica No. 34. 11 p.
- SENASICA. (2019c). Mancha negra de los cítricos (*Guignardia citricarpa*). Dirección General de Sanidad Vegetal - Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ciudad de México. Última actualización: mayo, 2019. Ficha Técnica No.36. 15 p
- SENASICA. (2020b). Puntos de Verificación e Inspección Federal. Datos y Recursos. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/puntos-de-verificacion-e-inspeccion-federal>
- SENASICA. (2021). Plagas Bajo Vigilancia Activa. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-bajo-vigilancia-activa-111260>
- SENASICA. (2021a). Sanidad Vegetal. Acciones para mejorar el estatus fitosanitario del país. <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/acciones-estrategicas-de-sanidad-vegetal>
- SENASICA. (2021c). Infraestructura de Inspección. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/directorios-de-infraestructura-de-inspeccion>

- SENASICA-DGIF. (2021). Directorio de Oficinas de Inspección de sanidad agropecuaria OISAS. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616489/DIRECTORIO_OISA_16_02_2021.pdf
- SE-SAVI. (2021). Secretaria de Economía- Sistema de Información Comercial por Internet. SIAVI 5.0. <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Siabato, W. y Guzmán-Manrique, J. (2019). Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, Vol.28 (1). <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.76919>
- SIAP. (2021a). Producción Anual Agrícola. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119SIAP>. (2021b). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Acciones y Programas. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Solleiro, J.L. y Mejia, O. (2019). Producción de cítricos e innovación una oportunidad para México. Tecno Agro, Vol. 132. <https://tecnoagro.com.mx/table/2019/no.-132/>
- Texas A&M. (2012). AgriLife Extension Service. https://cdn-ext.agnet.tamu.edu/wp-content/uploads/2019/03/E-265S_-Gu%C3%ADa-de-enfermedades-de-los-c%C3%ADtricos.pdf
- USDA-GAIN. (2020). Report Name: Citrus Annual. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Citrus%20Annual_Mexico%20City_Mexico_12-15-2020
- Valencia, S.K. y Duana, A.D. (2019). Los cítricos en México: análisis de eficiencia técnica. Análisis Económico, Vol. 34 (87). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=52448-66552019000300269&script=sci_arttext
- Vásquez M.S.M. y Jiménez, C.C. (2012). La normativa y los estándares de calidad como garantía de competitividad, en Cítricos: cultivo, pos cosecha e industrialización. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista, 367 p. (Serie Lasallista Investigación y Ciencia). ISBN: 978-958-8406-17-6