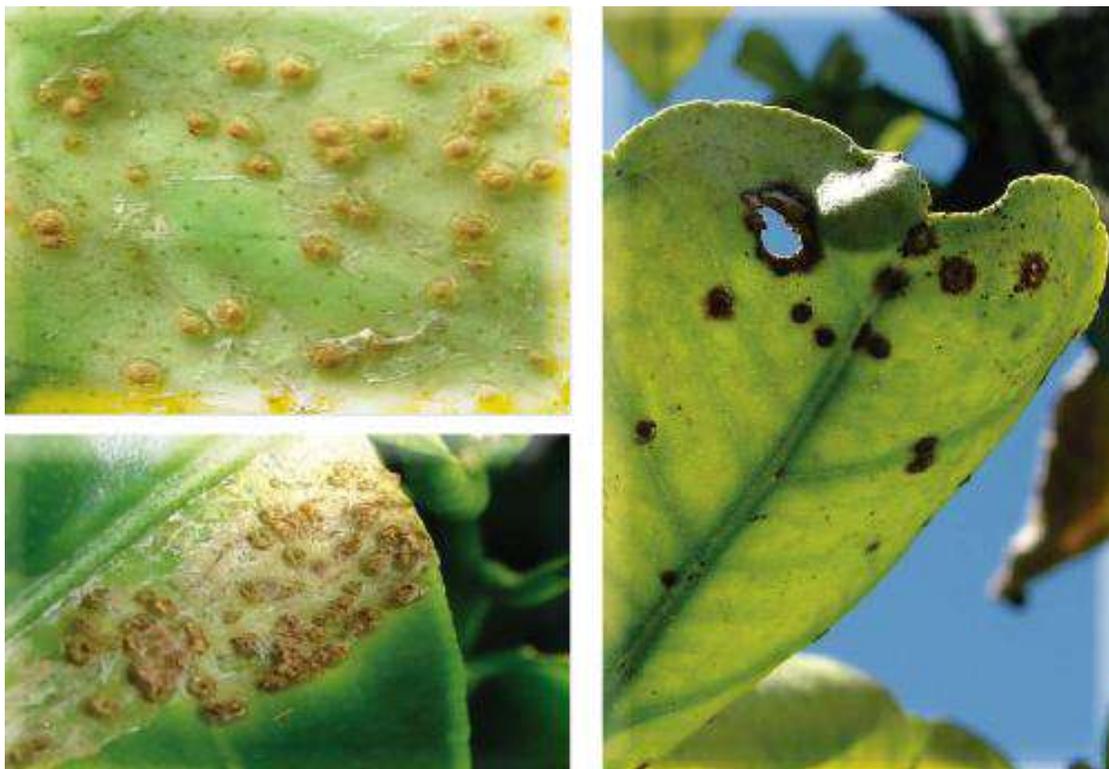


FICHA TÉCNICA

Xanthomonas citri subsp. *citri*

Cancro de los cítricos



Créditos: Gómez, H.-USDA, s/a

Diciembre, 2022



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

AVISO

Este documento deja sin efecto versiones anteriores, que se publicaron o compartieron, como parte de las actividades del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria en apoyo a las Direcciones de Área de la Dirección General de Sanidad Vegetal; asimismo, se reitera que esta ficha técnica refleja información general sobre el Cancro de los Cítricos (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*).

© 2022 Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

<https://www.gob.mx/senasica>

Este documento fue elaborado por la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), no está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la DGSV.



CONTENIDO

IDENTIDAD DE LA PLAGA	1
Nombre científico	1
Sinonimias.....	1
Clasificación taxonómica.....	1
Nombre común.....	1
IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA	1
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL	2
HOSPEDANTES.....	4
Distribución nacional de hospedantes	4
ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS	4
Descripción morfológica	4
SÍNTOMAS.....	6
ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS	10
Epidemiología de la plaga.....	10
Sobrevivencia, dispersión y multiplicación	10
Métodos de diagnóstico	11
MUESTREO Y MONITOREO.....	11
MEDIDAS FITOSANITARIAS.....	12
MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL.....	14
MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD	15
LITERATURA CITADA.....	17



IDENTIDAD DE LA PLAGA

Nombre científico

Xanthomonas citri (Hasse, 1915) Gabriel et al., 1989.

Sinonimias

- *Bacillus citri* (Hasse) Holland 1920
- *Bacterium citri* (Hasse) Doidge 1916
- *Phytomonas citri* (Hasse) Bergey et al., 1923
- *Pseudomonas citri* Hasse 1915
- *Xanthomonas axonopodis* pv. *aurantifolia* Vauterin et al., 1995
- *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (ex Hasse 1915) Vauterin et al., 1995
- *Xanthomonas campestris* pv. *aurantifolia* Gabriel et al., 1989
- *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (Hasse 1915) Dye 1978
- *Xanthomonas citri* f.sp. *aurantifolia* Namekata & Oliveira 1972
- *Xanthomonas citri* ssp. *citri* Schaad et al. 2005
- *Xanthomonas fuscans* ssp. *aurantifolia* Schaad et al. 2005

Clasificación taxonómica

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Xanthomonadales

Familia: Xanthomonadaceae

Género: *Xanthomonas*

Especie: *Xanthomonas citri*

subsp. *citri*

(EPPO, 2018)

Nombre común

Cancro de los cítricos, cancro bacteriano de los cítricos, bacteriosis del limonero, cancro cítrico, cancrrosis de los cítricos, cancrrosis asiática (EPPO, 2022).

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

El cancro de los cítricos, ocasionado por *Xanthomonas citri*, es una de las principales enfermedades de los cítricos, la cual es una amenaza en la industria citrícola en todo el mundo (Brugnara et al., 2012). Afecta a casi todas las especies de cítricos y cultivares (Li et al., 2014).

Impacto económico a nivel mundial

Las pérdidas económicas a causa del cancro de los cítricos se deben principalmente a la defoliación, abscisión prematura y manchado de frutos (CABI, 2021).

Los árboles jóvenes son más susceptibles a *X. citri*, por lo que pueden resultar infectados hasta el 100% de sus frutos y hojas. La severidad tiende a aumentar con el tiempo, mientras que el rendimiento se reduce paulatinamente. No se tienen datos específicos sobre pérdidas económicas en diferentes regiones y países, sin embargo, la enfermedad es sujeta de medidas cuarentenarias que imposibilitan el comercio internacional (CABI, 2021).



Potencial de impacto económico en México

Actualmente, México se ubica como el quinto productor a nivel mundial de cítricos, por lo que, de dispersarse y establecerse en zonas comerciales en México, el cancro de los cítricos tendría repercusiones económicas inmediatas, debido a que podría afectar la producción de cítricos, los cuales tuvieron un valor de producción de alrededor de

36,171,641.90 miles de pesos, con una producción de 8,599,034.39 toneladas obtenidas en una superficie de 624,852.59 ha (Cuadro 1) [SIAP, 2021]. Por lo que afectaría a 108, 465 mil productores, además, se pondrían en riesgo 159 mil empleos equivalentes a 5 millones de jornales anuales en beneficio de 69 mil familias (Zilch, 2016; Martínez, 2013; Salcedo *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Producción de cítricos en México. Ciclo agrícola 2021.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Producción (toneladas)	Valor de producción (miles de pesos)
Naranja	344,284.68	4,595,128.53	13,099,250.75
Limón	215,167.24	2,954,430.99	19,694,398.34
Mandarina	22,746.78	238,275.71	747,461.18
Toronja	21,418.81	453,207.86	1,409,004.54
Tangerina	12,923.75	196,816.17	523,473
Tangelo	5,296.70	120,318.41	417,188.88
Lima	3,014.63	40,856.72	280,865.21
Total	624,852.59	8,599,034.39	36,171,641.90

Fuente: SIAP, 2021.

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

El cancro de los cítricos se ha clasificado en diferentes “Tipos” de acuerdo a las variantes de la bacteria *X. citri*, presentes en el hospedante. Debido a la similitud de síntomas, la separación se realiza por el rango de hospedantes, características culturales y fisiológicas, sensibilidad a bacteriófagos, serología, caracterización de plásmidos, homología DNA-DNA y por análisis RFLP y de PCR (Timmer *et al.*, 2000).

El cancro tipo asiático “Cancro A” es causado por un grupo de aislamientos procedentes de Asia y corresponde al tipo más severo de la enfermedad, además presenta la mayor distribución mundial. El “Cancro B” corresponde a aislamientos procedentes de Sudamérica los cuales afectan a limón, lima mexicana, naranjo agrio y pomelo, estos son diferenciados fácilmente del “Cancro A”. El “Cancro C” fue aislado originalmente de lima



mexicana en São Paulo, Brasil, además se conoce como hospedante del tipo C a naranja agria, la separación del “Cancro B” es difícil. Aislamientos procedentes de Omán, Arabia Saudita, Irán e India que afectan únicamente a lima mexicana se clasificaron en Cancro A (Vernière *et al.*, 1998). Mientras que el “Cancro D” considerado originario de México es causado por el hongo *Alternaria limicola* (Garza, 1988; Stapleton *et al.*, 1991). *X. citri* ha

sido erradicado de Australia, Islas Thursday y Sudáfrica. En Queensland, Australia ocurrió un brote de la bacteria en 2004, pero éste fue erradicado. La “Commission Decision 98/83” de la Comunidad Europea, reconoció a Chile, Guam, México y Sudáfrica como libres de *X. citri* (CABI, 2021).

La distribución actual del cancro de los cítricos se indica en el Cuadro 2 y Figura 1.

Cuadro 2. Distribución geográfica del Cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri*).

Continente	Países y zonas con reportes de <i>Xanthomonas citri</i>
Asia	Afganistán, Bangladés, Camboya, China (Chongqing, Fujian, Gansu, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hong Kong, Hubei, Hunan, Jiangsu, Jiangxi, Sichuan, Yunnan, Zhejiang), Islas Navidad, Islas Cocos, Timor Oriental, India (Islas de Andaman y Nicobar, Andhra Pradesh, Assam, Gujarat, Haryana, Punjab, Karnataka, Madhya Pradesh, Maharashtra, Rajasthan, Sikkim, Tamil Nadu, Bengala Occidental), Indonesia (Irian Jaya, Java), Irán, Iraq, Japón (Honshu, Kyushu, Shikoku), Corea del Norte, Corea del Sur, Laos, Malasia, (Malasia Peninsular, Sabah), Maldivas, Birmania, Nepal, Omán, Pakistán, Filipinas, Arabia Saudita, Singapur, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Yemen.
África	Burkina Faso, Comoras, República Democrática del Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Gabón, Madagascar, Malí, Mauricio, Mayotte, Islas Reunión, Senegal, Islas Seychelles, Somalia, Sudán, Tanzania.
América	EE.UU. (Alabama, Florida, Luisiana, Carolina del Sur y Texas), Islas Vírgenes Británicas, Martinica, México (Transitorio), Argentina, Bolivia, Brasil (Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Roraima, Santa Catarina, Río Grande do Sul, Río Grande do Norte, Sao Paulo), Paraguay y Uruguay.
Oceanía	Fiji, Guam, Islas Marshall, Micronesia, Palau, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Islas Marianas del Norte.

Fuente: Richard *et al.*, 2017; EPPO, 2022.

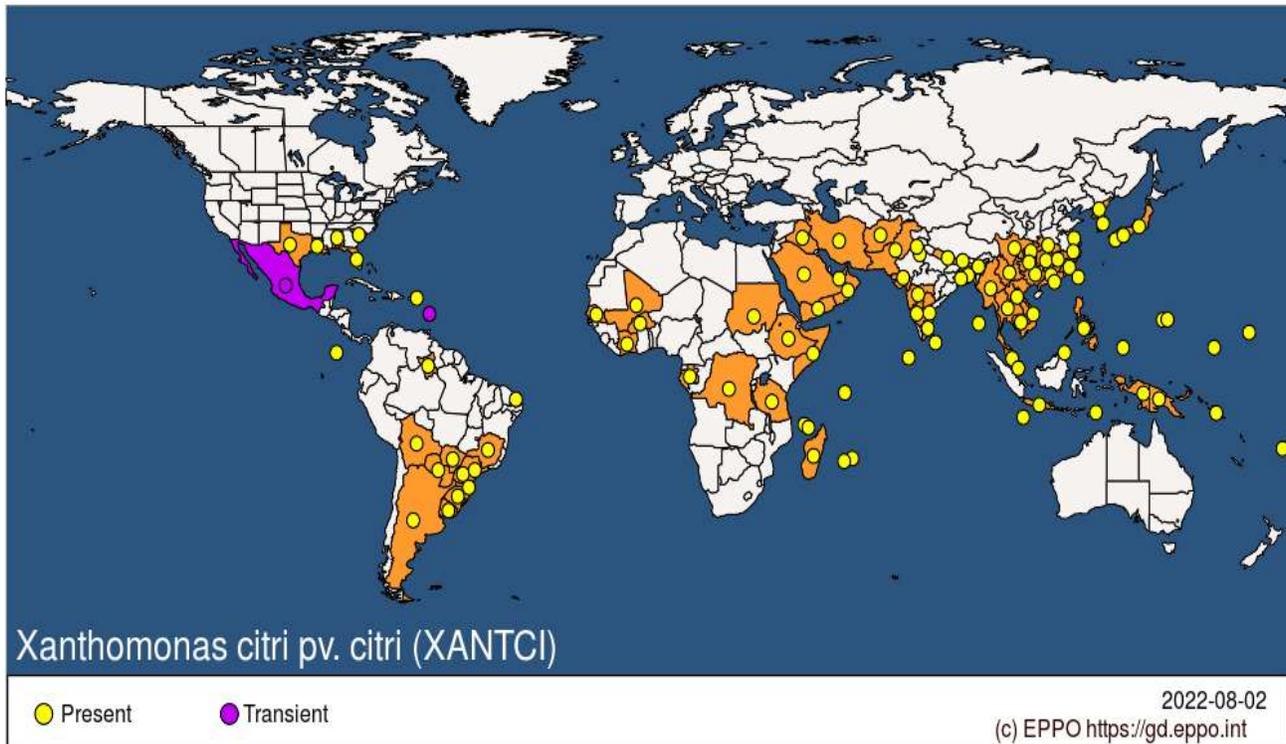


Figura 1. Distribución geográfica de *Xanthomonas citri*. Créditos: EPPO, 2022.

HOSPEDANTES

Los cítricos listados en el Cuadro 3 son los hospedantes naturales del Cancro de los cítricos. La susceptibilidad varía conforme a la especie y órgano afectado (hojas, ramas o frutos).

Distribución nacional de hospedantes

En México, los hospedantes potenciales de importancia económica de esta plaga son los cítricos. El estado de Veracruz presenta las zonas con mayor superficie sembrada de: más de 14,000 ha a 22,500 ha, seguido por algunas zonas en los estados de Michoacán y Guerrero con hasta 14,000 ha.

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS

Descripción morfológica

Xanthomonas citri es una bacteria gram negativa, con forma de bastón (1.5-2.0 x 0.5-0.75 μm) y presenta un solo flagelo polar; es una bacteria aeróbica obligada, las colonias crecen en medio de cultivo agar y glucosa, con consistencia mucosa de color amarillo cremoso debido al pigmento xantomonadina que producen.

Poseen metabolismo oxidativo de la glucosa, catalasa positiva, Kovacs oxidasa negativa o débil, reducción de nitratos negativa, no utiliza asparagina como fuente de carbono y nitrógeno simultáneamente, realizan hidrólisis

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
DIRECCIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA

de almidón y caseína, Tween 80 y aesculina con reacción positiva. La gelatina y pectatos son licuados por la bacteria, requiere de

metionina o cisteína para desarrollarse y el crecimiento es inhibido por 0.02% de cloruro de trifeniltetrazolium (Goto, 1990).

Cuadro 3. Principales hospedantes de *Xanthomonas citri*, causante del Cancro de los cítricos.

Familia	Especie	Nombre común en inglés	Nombre común en español
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	billy goat weed	Hierba de cabra
Rutaceae	<i>Aegle marmelos</i>	golden apple	Manzana piedra
	<i>Casimiroa edulis</i>	white sapote	Zapote blanco
	<i>Citrus aurantiifolia</i>	lime	Lima mexicana
	<i>Citrus aurantium</i>	sour orange	Naranja agria
	<i>Citrus hystrix</i>	mauritus bitter orange	Lima kafir
	<i>Citrus junos</i>	yuzu	Yozu
	<i>Citrus limetta</i>	sweet lemon tree	Limón dulce
	<i>Citrus limon</i>	lemon	Limón
	<i>Citrus madurensis</i>	calamondin	Limón
	<i>Citrus maxima</i>	pummelo	Pomelo
	<i>Citrus medica</i>	citron	Cidra
	<i>Citrus natsudaidai</i>	natsudaidai	Pomelo japonés
	<i>Citrus reshni</i>	Cleopatra mandarin	Mandarina cleopatra
	<i>Citrus reticulata</i>	mandarin	Mandarina
	<i>Citrus reticulata</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	citrumelo	Citrón
	<i>Citrus sinensis</i>	navel orange	Naranja
	<i>Citrus sunki</i>	sweet orange	Naranja dulce
	<i>Citrus tankan</i>	tankan mandarin	Naranja dulce
	<i>Citrus unshiu</i>	satsuma	Mandarina satsuma
	<i>Citrus x paradisi</i>	grapefruit	Pomelo
	<i>Eremocitrus glauca</i>	Australian desert lime	Lima
	<i>Fortunella japonica</i>	round kumquat	Naranjo enano



**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
DIRECCIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA**

Familia	Especie	Nombre común en inglés	Nombre común en español
	<i>Fortunella margarita</i>	oval kumquat	Toronja
	<i>Limonia acidissima</i>	elephant apple	Limonia
	<i>Poncirus trifoliata</i>	Trifoliate orange	Naranja espinoso

SÍNTOMAS

El cancro de los cítricos causado por *Xanthomonas citri* es considerado una amenaza para la industria citrícola. La enfermedad puede causar defoliación severa, muerte regresiva de las ramas, y caída prematura de frutos. Estos últimos pueden perder su valor comercial debido a los daños causados en la cáscara. La enfermedad afecta la parte aérea de la planta y las lesiones producidas varían dependiendo la edad de la lesión y la variedad de cítricos afectada. Los síntomas muestran características muy particulares, lo que favorece su identificación en campo. Las lesiones son de color marrón, circulares, elevadas, acorchadas, con bordes húmedos y halo amarillo, con apariencia de cráter (Gottwald *et al.*, 2002a; Dewdney y Graham, 2012).

Síntomas en hojas: Las hojas de los cítricos son susceptibles a la enfermedad durante la primera mitad de la fase de expansión. La infección puede abarcar todo el grosor de la hoja y atravesar el haz y envés. Las lesiones en el haz se observan generalmente más aplanadas y hundidas (Figura 2A); mientras que en el envés se aprecian en forma de pequeñas ampollas cuando la lesión es joven

(Figura 3B), o como pequeños volcanes (bordes salientes y centro hundido) cuando la lesión es más avanzada (Figura 2D). Las lesiones jóvenes presentan un halo amarillo y bordes húmedos, los cuales desaparecen al aumentar la edad de la lesión. Las lesiones miden aproximadamente de 2-10 mm, aunque en condiciones favorables pueden coalescer y afectar superficies mayores (Figura 2C). Las lesiones en una misma hoja tienden a mantener un tamaño similar debido a que las infecciones pueden derivarse de un solo ciclo de infección. En lesiones maduras el tejido muerto corchoso puede desprenderse dejando huecos en las hojas (Figura 2E). Cuando la infección ocurre a través de los estomas, las lesiones suelen estar ubicadas de forma individual (Gottwald *et al.*, 2002a; Brunings y Gabriel, 2003).

El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) debido a sus hábitos alimenticios, puede incrementar significativamente la incidencia y severidad de la enfermedad. En las galerías causadas por las larvas, la bacteria prospera favorablemente abarcando casi toda la lesión; incluso los cultivos tolerantes se vuelven susceptibles a la



enfermedad (Figura 2F). El insecto no es considerado un vector de la bacteria *X. citri*, pero tiene un rol importante en la epidemiología de la misma. Las heridas causadas por las espinas de la planta, herramientas de trabajo y por otros insectos, también son puertas de entrada para la bacteria (Timmer *et al.*, 2000; Gottwald *et al.*, 2002b; Dewdney y Graham, 2012).

Síntomas en ramas, tallos y troncos: Los síntomas en etapas iniciales se observan como lesiones elevadas, corchosas, errumpentes y con márgenes húmedos; con el tiempo los márgenes adquieren apariencia aceitosa (Figura 3). En especies y cultivares susceptibles puede ocurrir muerte descendente de ramas que han sido infectadas severamente (Gottwald *et al.*, 2002a).



Figura 2. Síntomas inducidos por *Xanthomonas citri* en hojas de cítricos. A) Lesiones jóvenes en el haz; B) Lesiones jóvenes en el envés; C) Manchas coalescentes con halo clorótico; D) Lesiones en forma de cráter; E) Huecos en hojas y F) ataque simultáneo de *Phyllocnistis citrella* y *X. citri*. Créditos: Hilda D. Gómez-USDA.



Figura 3. Síntomas inducidos por *Xanthomonas citri* en ramas y tronco de árboles de cítricos.
Créditos: Hilda D. Gómez-USDA

Síntomas en frutos: se manifiestan como lesiones elevadas, corchosas, errumpentes, con bordes húmedos y margen clorótico, que

tienden a desaparecer al aumentar la edad de la lesión. Las lesiones pueden profundizar hasta 1 mm en la cáscara, pero sin afectar la

parte comestible. Los frutos jóvenes son más susceptibles y puede ocurrir más de un ciclo de infección, ya que el período de susceptibilidad abarca de 90-120 días después de la caída de los pétalos. Los frutos afectados

son inservibles para comercialización debido al daño estético y restricciones cuarentenarias en mercados internacionales (Figura 4) (Gottwald *et al.*, 2002a).



Figura 4. Síntomas inducidos por *Xanthomonas citri* en frutos de cítricos. Créditos: Hilda D. Gómez-USDA.

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Epidemiología de la plaga

El cancro de los cítricos puede ocurrir durante todo el año y afectar plántulas y árboles jóvenes, los cuales generalmente presentan una alta producción de brotes vegetativos, principalmente durante el verano y otoño. Sin embargo, la incidencia de la enfermedad disminuye cuando los árboles están en plena producción y no ocurre una nueva brotación vegetativa. La severidad de la enfermedad también depende de la especie de cítrico y tipo de cultivar sembrado (Gottwald *et al.*, 2002a). La temperatura máxima de crecimiento es de 35-39 °C, siendo la óptima de 28-30 °C.

Las lesiones cancrasas se forman sobre las hojas, ramas y frutos, de las cuales la bacteria puede ser aislada (Goto, 1992). *X. citri* puede sobrevivir en los tejidos infectados de forma epífita sobre especies hospedantes y no hospedantes y como saprófito en los residuos vegetales presentes en el suelo.

Sobrevivencia, dispersión y multiplicación

La bacteria sobrevive en lesiones ubicadas en brotes vegetativos, las cuales conforman la principal fuente de inóculo para ciclos de cultivo de años posteriores. Existen reportes de infecciones latentes sobre brotes infectados a finales del otoño previo a la dormancia de los árboles. La bacteria invernante causa nuevas infecciones a la llegada de la primavera, que generan grandes cantidades de bacterias que son dispersadas por diferentes medios. La

bacteria también puede sobrevivir largos períodos de tiempo en la corteza de los troncos y ramas laterales (Gottwald *et al.*, 2002a). Asimismo, se ha observado que puede sobrevivir por más de 6 meses en hojas infectadas con la bacteria (Kumar *et al.*, 2019).

Las lesiones cancrasas se forman sobre las hojas, ramas y frutos, de las cuales la bacteria puede ser aislada (Goto, 1992). *X. citri* puede sobrevivir en los tejidos infectados de forma epífita sobre especies hospedantes y no hospedantes y como saprófito en los residuos vegetales presentes en el suelo.

Xanthomonas citri es diseminada por el agua libre presente en la superficie del follaje, que al gotear salpica nuevos brotes. La concentración de la bacteria en agua depende de la edad de la lesión y varía entre 100-1,000 millones de células bacterianas por gota. Las tormentas ocasionadas por huracanes incrementan gravemente la dispersión de la enfermedad, debido a que los vientos causan heridas en hojas y ramas de los árboles. La bacteria se desplaza a distancias mayores a 100 m en las gotas pequeñas y así causa infecciones en árboles vecinos. El riego por aspersión favorece el desarrollo de la enfermedad, debido al salpique de agua que puede contener la bacteria (Goto, 1992).

El desarrollo de epidemias en huertos de cítricos es de ocurrencia esporádica. Sin embargo, la bacteria puede encontrarse en los



huertos de manera latente en concentraciones no detectables, y cuando las condiciones son favorables, nuevamente surgen rebrotes de la enfermedad. Durante las estaciones de primavera y verano cuando ocurren las lluvias y los vientos superan los 8 m/s, se favorece la dispersión de la enfermedad. El período crítico durante el cual pueden ocurrir infecciones en la cascara de frutos es durante los primeros 90 días posteriores al amarre (Graham *et al.*, 1992). Las infecciones ocurren principalmente, a través de los estomas y aberturas naturales.

La presencia del minador de la hoja *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepideoptera: Gracillariidae) puede favorecer el incremento de la incidencia y severidad de la enfermedad (Gottwald *et al.*, 2002b). A pesar de que el minador no es un insecto vector, los hábitos del insecto generan nuevos puntos de entrada para la bacteria (Belasque *et al.*, 2005). El insecto prefiere los brotes tiernos y recién emergidos, que resultan altamente susceptibles y la bacteria prospera adecuadamente en las minas originadas por la larva (Gottwald *et al.*, 2002b).

Métodos de diagnóstico

Las variantes de la bacteria son diferenciadas utilizando manitol. Los aislamientos del grupo B y C, comparten características con el grupo A y son diferenciados por el metabolismo a ciertos carbohidratos (Goto, 1992). La caracterización molecular del género

Xanthomonas puede realizarse por diferentes técnicas como hibridación DNA-DNA (Pruvost *et al.*, 1992; Vauterin *et al.*, 2000), huella genética (Rybak *et al.*, 2009); perfil de ácidos grasos, electroforesis en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) (Vautering *et al.*, 2000), perfil de isoenzimas, anticuerpos monoclonales (Álvarez *et al.*, 1991) y tipificación con bacteriófagos (Timmer *et al.*, 2000).

Por la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) se puede identificar la bacteria de forma precisa a partir de colonias aisladas en medio de cultivo o a partir de extractos de hojas y frutos. Los iniciadores 5'-TTGGTGTCTCGCTTGTAT-3' y 5'-GCACGGGTGCAAAAATCT-3' discriminan a *X. citri* (Tipo A) de otras especies de *Xanthomonas* (Hartung *et al.*, 1993). La utilización de anticuerpos monoclonales como el A1-MAB pueden discriminar al cancro tipo A del resto (B y C) (Álvarez *et al.*, 1991).

MUESTREO Y MONITOREO

Se recomienda muestrear el 25% de árboles del total existentes o el 25% de las hectáreas a inspeccionar. Durante el muestreo en parcelas individuales, se recomienda inspeccionar las orillas de las plantaciones, principalmente en zonas donde incide el viento debido a la forma en que se dispersa la enfermedad. La constante inspección por parte de los productores coadyuva a la detección temprana de la enfermedad. Todo material vegetal sospechoso debe ser enviado al

laboratorio, se recomienda coleccionar de 10-12 hojas con síntomas; los tallos y frutos pueden ser coleccionados, siempre que estén en buen estado para enviarse al laboratorio. Cuando se confirma una primera planta positiva se recomienda la eliminación inmediata y también de los árboles cercanos, ya que pueden estar infectados y ser asintomáticos. Los árboles eliminados deben ser incinerados y en caso de requerir la movilización de árboles deberá evitarse la caída de hojas u otras partes de la planta durante el traslado. La zona debe ser cuarentenada inmediatamente (Polek *et al.*, 2007; Dewdney y Graham, 2012).

MEDIDAS FITOSANITARIAS

El control de la enfermedad se basa en la estricta aplicación de las restricciones impuestas a la importación de material vegetal propagativo y frutos procedentes de zonas con presencia de la enfermedad, hacia nuevas zonas libres, es vital para evitar la introducción de la bacteria (Polek *et al.*, 2007). En México, actualmente *X. citri* se encuentra regulada en la NOM-011-FITO-1995, NOM-079-FITO-2002 y en el Módulo de consulta de requisitos fitosanitarios para la importación de mercancía de origen vegetal (Cuadro 4).

Si estos procedimientos se abandonan, la enfermedad puede extenderse rápidamente a todas las huertas por lo que las pérdidas y costos del manejo llegarían a ser más elevados (Ayres, 2001). La erradicación es factible de realizar para *X. citri*, por las características

intrínsecas del patógeno, ya que es incapaz de sobrevivir por largos períodos fuera del hospedante, no presenta un vector eficiente, los síntomas son fácilmente detectables (permite un diagnóstico rápido), el rango de hospedantes es restringido (*Citrus sp.*), las variedades comerciales son de moderada a altamente susceptibles y la enfermedad ya ha sido erradicada previamente en varios países como EE.UU., Australia y Sudáfrica (Graham *et al.*, 2004).

En Brasil, los primeros procedimientos de erradicación consistieron en la eliminación de plantas enfermas y plantas vecinas en un radio de 30-50 m; sin embargo, el procedimiento perdió eficacia en 80% de los casos, por la presencia de *Phyllocnistis citrella* y árboles portadores asintomáticos fuera del radio de control. Posteriormente se determinó que el mejor tratamiento consiste en la eliminación de todos los árboles en parcelas con más de 0.5% de incidencia de la enfermedad (Barbosa y Fernandes, 1999; Ayres, 2001).

En Florida, EE.UU., ante un brote de la enfermedad, la erradicación consistió en la eliminación de árboles comerciales y de traspatio en un radio de 579 m a partir del foco de detección. Sin embargo, el programa fue afectado por la oposición de los propietarios de las huertas y la presencia de huracanes. En la actualidad la enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en el estado y la

erradicación ya no es factible (Gottwald *et al.*, 2002b; Polek *et al.*, 2007).

Para un programa de erradicación es importante determinar el tiempo durante el cual la enfermedad ha estado activa en un sitio específico y este se puede determinar según

las características de los síntomas y órganos afectados (Gottwald *et al.*, 1992; Gottwald *et al.*, 1997; Gottwald *et al.*, 2002a y 2002b). Si los síntomas ocurren únicamente en las hojas de los brotes más recientes, la enfermedad tendrá pocas semanas o meses de ocurrida.

Cuadro 4. Especificaciones de importaciones de hospedantes de *Xanthomonas citri* (Sader-Senasica, 2022).

Producto	Uso	Origen	Requisito fitosanitario
Lima (<i>Citrus aurantifolia</i>)	Plántulas para sembrar o plantar	E.U.A.	<ul style="list-style-type: none"> Prohibición a material procedente de Florida. Certificado fitosanitario que señale que el producto se encuentra libre de <i>X. axonopodis</i> pv. <i>citri</i> Toma muestra para envío a laboratorio aprobado para virología y bacteriología.
Toronja (<i>Citrus paradisi</i>)	Consumo	E.U.A.	<ul style="list-style-type: none"> Únicamente productos de California y Texas (Condados: Hidalgo, Cameron y Willacy).
Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)	Consumo	China	<ul style="list-style-type: none"> Certificado fitosanitario donde se especifica que el producto se encuentra libre de <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i>
Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)	Consumo	E.U.A.	<ul style="list-style-type: none"> Únicamente se autoriza fruta originaria de California.
Tangerina (<i>Citrus reticulata</i> x <i>Citrus sinensis</i>)	Consumo	E.U.A.	<ul style="list-style-type: none"> Únicamente se autoriza fruta originaria de California.
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Consumo	E.U.A.	<ul style="list-style-type: none"> Únicamente productos de California y Texas (Condados: Hidalgo, Cameron y Willacy), donde no hay presencia del patógeno.
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Plántulas, yemas o varetas para sembrar	E.U.A.	<ul style="list-style-type: none"> Prohibición a material procedente de Florida. Certificado fitosanitario que señale que el producto se encuentra libre de <i>X. axonopodis</i> pv. <i>citri</i>.

**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
DIRECCIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA**

Producto	Uso	Origen	Requisito fitosanitario
			<ul style="list-style-type: none"> • Toma muestra para envío a laboratorio aprobado para virología y bacteriología. • Sujeto a verificación en origen.
Citrus sp. (y sus híbridos)	Patrones, Plantas o yemas para sembrar o plantar	E.U.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Producto ingresará para el procedimiento de guarda custodia y responsabilidad. • Material proveniente de empresas aprobadas por la Sader. • Certificado fitosanitario donde se especifique que se encuentra libre de <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i>

En un huerto fertilizado y bajo condiciones favorables para la enfermedad, ubicado en Florida, EE.UU., la velocidad de crecimiento de las lesiones en hojas se calculó en 1 mm por mes, hasta alcanzar el máximo desarrollo en un lapso de 6 a 8 meses. El período de mayor susceptibilidad en frutos es durante los 90-120 días después del amarre, por lo tanto, las lesiones en frutos en crecimiento pueden fecharse a partir de la época de floración (Graham *et al.*, 1992). Las lesiones en ramas, generalmente ocurren después de varios ciclos infectivos en hojas y frutos; cada flujo vegetativo genera un nudo distintivo en la rama, lo que posibilita conocer la edad de la lesión en la rama; sin embargo, un inconveniente es determinar el número de flujos vegetativos por año que han ocurrido en la planta infectada. En huertos comerciales es más fácil determinar la edad de la infección, respecto a los árboles de zonas residenciales (Graham *et al.*, 2004).

MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL

Las actividades humanas también influyen en la dispersión de la enfermedad, a través del movimiento de material propagativo y árboles infectados. Vehículos y frutos infectados que son desechados en las proximidades de los huertos son una fuente importante de inóculo. En los viveros, los trabajadores pueden transportar la bacteria en las manos, ropa y herramientas. El equipo de trabajo utilizado para la cosecha, poda, aspersión y cajas para transportación también son fuentes de infección. La sanitización de las herramientas y personal es muy importante para evitar la dispersión del patógeno. No hay reportes de que la bacteria se transmita por semilla (Timmer *et al.*, 2000).

La ubicación de cortinas rompeviento dentro de los huertos es un método efectivo para el control de la enfermedad ya que evita la diseminación de la bacteria a distancias cortas

y disminuye los daños en la planta por el efecto del viento. Los huertos deben ser ubicados en zonas no ventosas, y evitar realizar actividades en condiciones de alta humedad, incluyendo la realización de podas. La ropa y equipo de los trabajadores deben ser desinfectados cuando se trabaja en diferentes huertos. El control del minador de las hojas es importante y la aplicación de fungicidas a base de cobre en los brotes jóvenes de 2 a 3 veces bajo condiciones secas y 6 o más aplicaciones bajo condiciones húmedas (Tarnowski *et al.*, 2009).

En Brasil en zonas donde el cancro de los cítricos es una enfermedad endémica, el manejo se basa principalmente en la implementación de prácticas preventivas, las cuales incluyen la siembra de variedades tolerantes a la enfermedad (naranja variedad “Pera” y “Folha Murcha”), colocación de barreras rompeviento y aplicación de fungicidas preventivos a base de cobre durante la etapa de brotación. El control del minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*) reduce de manera importante la severidad de la enfermedad. El 100% de los árboles que componen el huerto se muestrean dos veces al año y en caso de encontrar positivos a *X. citri* se erradican todas las plantas presentes alrededor de la planta positiva (Morais do Amaral, 2003; Neto *et al.*, 2006).

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

Las actividades de desinfección de personal y equipo son procedimientos que deben

realizarse permanentemente. Antes de desplazarse a otros huertos se deben inspeccionar los vehículos y equipos agrícolas para verificar que no contengan residuos vegetales (hojas, ramas, suelo y residuos). La limpieza también incluye contenedores, ropa y herramientas. Los residuos deben ser desechados en el mismo lugar y posteriormente se procede a la aplicación de desinfectantes (CHRP, 2011).

La descontaminación de personal consiste en la desinfección de manos, brazos, accesorios de uso personal y cualquier parte de cuerpo que haya entrado en contacto con plantas de cítricos infectadas y la vegetación circundante. Las manos se desinfectan lavándose por un período de 20-30 segundos, procurando no descuidar las uñas y lavar entre los dedos. La aplicación de desinfectantes a la ropa puede realizarse por aspersion (Cuadro 5) (CHRP, 2011).

La desinfección del equipo consiste primero en eliminar residuos vegetales y suelo, realizar lavado con detergente y posteriormente desinfectar con productos destinados para tal propósito. El tiempo de contacto del desinfectante se recomienda que sea por lo menos 10 minutos. Los productos recomendados para desinfectar equipo no se deben utilizar sobre el personal. Existen diferentes productos comerciales; sin embargo, se puede utilizar QAC (dimetil cloruro de amonio + dimetil bencil amonio



cloruro) en concentración de 2000 ppm (0.2%) y se realiza la aplicación hasta que escurra el producto. El ácido paracético puede aplicarse con sistemas de inyección y puede ser utilizado sobre equipos y superficies de contacto. Los productos a base de peróxido de hidrógeno también deben ser aplicados con sistemas de inyección y sólo serán empleados sobre equipos y superficies de contacto. El cloro también se utiliza en concentración de 200 ppm, pero la efectividad se reduce con el tiempo y debe ser renovado periódicamente, el pH debe mantenerse en 6.0-7.5 y en superficies sucias la efectividad del producto se reduce considerablemente. El agua caliente y detergente, también son de utilidad, siempre

que sean aplicados a alta presión y a una temperatura mínima de 71 °C (CHRP, 2011).

En Brasil, en zonas donde no hay antecedentes de *X. citri*, se recomienda la siembra de plantas sanas en terrenos sin historial de la enfermedad; además, las entradas y salidas de las fincas son controladas; las herramientas, implementos y maquinaria de trabajo no se comparten entre huertos y estos son desinfectados con aspersiones de amonio cuaternario en concentración 1/1000. La desinfección del personal que labora en los huertos se realiza con aplicaciones por aspersión de Clorhexidina en concentración 1/500 (Morais do Amaral, 2003; Neto *et al.*, 2006).

Cuadro 5. Productos desinfectantes de uso exclusivo en EE.UU. para utilizar en actividades de desinfección de personal (piel y ropa) en programas de manejo del cancro de los cítricos.

Producto	Laboratorio
GX-1027 Antimicrobial soap ®	Galloway Chemical
Canker Guard ®	Flo Tech. Inc.
Csan 154 QT Soap ®	Bell Chem Corporation
EcoCare 360 ®	Ecolab
Medi-Kwit AntiMicrobial & Fungicidal Skin Cleanser ®	(Envirisafe, Inc.)
Triple Crown Super Healer ®	(Envirisafe, Inc.)
QHS Quaternary Hand Sanitizer ®	Stepan Co.
C-Soap ®	Agri Flow

Créditos: CHRP, 2011.

LITERATURA CITADA

- Álvarez AM, Benedict AA, Mizumoto CY, Pollard LW, Civerolo EL. 1991.** Analysis of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* and *X. c. citrumelo* with monoclonal antibodies. *Phytopathology*, 81:857-865.
- Ayres AJ. 2001.** Control de las enfermedades de los cítricos en Brasil. China/FAO Simposio Sobre Cítricos. pp 107-116.
- Barbosa JC, Fernandes NG. 1999.** Incidência e distribuição de cancro cítrico no Estado de São Paulo. Jaboticabal, FUNEP. 11 p.
- Belasque J, Parra-Pedrazzoli A, Rodrigues-Neto J, Yamamoto P, Chagas M, Parra J, Vinyard B, Hartung J. 2005.** dulcitrus leafminers (*Phyllocnistis citrella*) are not efficient vectors for *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. *Plant Disease*, 89:590-594.
- Brugnara EC, de Faria TG, Nunes NC, Ferreira VLA, Maringoni AC. 2012.** Damage caused by citrus canker on Valencia sweet orange yield. *IDESIA*, 30(1):109-113.
- Brunings AM, Gabriel DW. 2003.** *Xanthomonas citri* breaking the surface. *Molecular Plant Pathology*, 4(3):141-157.
- CABI. 2021.** Datasheet. *Xanthomonas citri* (citrus canker). Crop Protection Compendium. Global Module. CAB International. UK. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56921>
Fecha de consulta: agosto de 2022.
- CHRP. 2011.** Citrus Health Response Program. Compliance Agreement Attachment. Schedule 11. Approved decontamination products and methods. 3 p. En línea: <http://citrusagents.ifas.ufl.edu/fdacs/pdf/Schedule%2011%20Decontamination%20DR2017c.pdf> Fecha de consulta: agosto de 2022.
- Dewdney MM, Graham JH. 2012.** Florida citrus pest management guide: citrus canker. University of Florida. IFAS Extension. 4 p.
- EPPO. 2022.** *Xanthomonas citri* pv. *citri* (XANTCI). En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/XANTCI/distribution>
Fecha de consulta: agosto de 2022.
- Garza LJC. 1988.** Asociación de *Alternaria* sp. con la "bacteriosis" del limón mexicano *Citrus aurantifolia* Swingle. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 6:7-17.
- Goto M. 1990.** Fundamentals of Bacterial Plant Pathology. Academic Press, INC.
- Goto M. 1992.** Citrus canker. In: Kumer J, Chaube HS, Singh US, Mukhopadhyay AN, eds. *Plant Diseases of International Importance*, Vol. III, Diseases of Fruit Crops. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Gottwald TR, Graham JH, Egel DS. 1992.** Analysis of foci of Asiatic citrus canker in a Florida citrus orchard. *Plant Disease*, 76:389-396.
- Gottwald TR, Graham JH, Schubert TS. 1997.** An epidemiological analysis of the spread of citrus canker in urban Miami, Florida, and synergistic interaction with the Asian citrus leafminer. *Fruits*, 52:371-378.
- Gottwald TR, Graham JH, Schubert TS. 2002a.** Citrus canker: The pathogen and its impact. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2002-0812-01-RV.
- Gottwald T, Sun X, Riley T, Graham J, Ferrandino F, Taylor E. 2002b.** Georeferenced



spatiotemporal analysis of the urban citrus canker epidemic in Florida. *Phytopathology*, 92:362-77.

Graham J, Gottwald T, Riley T, Brice M. 1992. Susceptibility of citrus fruit to bacterial spot and citrus canker. *Phytopathology*, 82:452-457.

Graham JH, Gottwald TR, Cubero J, Achor DS. 2004. *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*: factors affecting successful eradication of citrus canker. *Molecular Plant Pathology*, 5:1-15.

Hartung JS, Daniel JF, Pruvost OP. 1993. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* by the Polymerase Chain Reaction method. *Applied and Environmental Microbiology*, 59:1143-1148.

Kumar A, Rawal R, Kumar A, Kumar N, Verma DK, Talukdar D. 2019. *Xanthomonas citri*: The Pathogen of Citrus Canker Disease and its Management Practices. In *Microbiology for Sustainable Agriculture, Soil Health, and Environmental Protection* (pp. 189-222). Apple Academic Press.

Li N, Huang L, Liu L, Li D, Dai S, Deng Z. 2014. The relationship between PthA expression and the pathogenicity of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. En línea: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11033-013-2941-4> Fecha de consulta: agosto de 2022.

Martínez MJL. 2013. Cultivos de cítricos. En línea: <https://es.slideshare.net/3Ramon/citricos-uaaan> Fecha de consulta: agosto de 2022.

Morais do Amaral A. 2003. Cancro cítrico: permanente preocupação da citricultura no

Brasil e no mundo. Comunicado Técnico 86. EMBRAPA, Brasília. 5 p.

Neto EF, Lopes MPC, Palharin LHDC, Sambugari R. 2006. Revisão literária sobre cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*). *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 10:1-7.

Polek M, Vidalakis G, Godfrey K. 2007. Citrus bacterial canker disease and huanglongbing (citrus greening). University of Florida. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8218. 12 p.

Pruvost O, Hartung JS, Civerolo EL, Dubois C, Perrier X. 1992. Plasmid DNA fingerprints distinguish pathotypes of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*, the causal agent of citrus bacterial canker disease. *Phytopathology*, 82:485-490.

Richard D, Ravigné V, Rieux A, Facon B, Boyer C, Boyer K, Grygiel P, Javegny S, Terville M, Canteros BI, Robène I, Vernière C, Chabirand A, Pruvost O, Lefeuvre P. 2017. First Report of *Xanthomonas citri* pv. *citri* Pathotype A Causing Asiatic Citrus Canker in Martinique, France. *Molecular Ecology*, 26(7): 2131-2149.

Rybak M, Minsavage GV, Stall RE, Jones JB. 2009. Identification on *Xanthomonas citri* ssp. *citri* host specificity genes in a heterologous expression host. *Molecular Plant Pathology*, 10:249-262.

Sader-Senasica. 2022. Módulo de consulta de requisitos fitosanitarios para la importación de mercancía de origen vegetal. En línea: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/Con>

sultaCatalogos.xhtml Fecha de consulta:
agosto de 2022.

Salcedo BD, Mora AG, Acevedo SG. 2010. Metodología para evaluar los impactos económicos del HLB (Huanglongbing) en la cadena citrícola mexicana. En línea: <https://docplayer.es/64038823-Metodologia-para-evaluar-los-impactos-economicos-del-hlb-huanglongbing-en-la-cadena-citricola-mexicana.html> Fecha de consulta: agosto de 2022.

SIAP. 2021. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en <http://www.siap.gob.mx>. Fecha de consulta: agosto de 2022.

Stapleton JJ, Summers CG, Teviotdale BL. 1991. KAC Plant protection quarterly Cooperative Extension University California. 1(1):3-4.

Tarnowski T, Palmateer AJ, Maguire I, Crane JH. 2009. Florida plant disease management guide: 'Tahiti' lime (*Citrus latifolia*). University of Florida. IFAS Extension. PP24. 9p.

Timmer LW, Garnsey SW, Graham JH. 2000. Compendium of Citrus Diseases. 2a Edition. St. Paul Minnesota. APS. 92 p.

Vauterin L, Rademark J, Swings J. 2000. Synopsis on the taxonomy of the genus *Xanthomonas*. Phytopathology, 90:677-682.

Vernière C, Hartung JS, Pruvost OP, Civerolo EL, Alvarez AM, Maestri I, Luisetti J. 1998. Characterization of phenotypically distinct strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* from Southwest Asia. European Journal of Plant Pathology, 104:477-478.

Zilch RJF. 2016. Huanglongbing y su situación mundial. IX Seminario Internacional de Cítricos Lima, Perú. 19 de abril de 2016

Forma recomendada de citar:

DGSV-DCNRF. 2022. Cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri*). Dirección General de Sanidad Vegetal – Ciudad de México. 19 p.

Nota: Las imágenes contenidas son utilizadas únicamente con fines ilustrativos e informativos, las cuáles han sido tomadas de diferentes fuentes otorgando los créditos correspondientes.

DIRECTORIO

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Director en Jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y
Calidad Agroalimentaria

Ing. Francisco Javier Calderón Elizalde

Director General de Sanidad Vegetal

Ing. Francisco Ramírez y Ramírez

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

M.C. Guillermo Santiago Martínez