

Xanthomonas citri* subsp. *citri (Gabriel et al. 1989) Schaad et al. (2007)

Reino: Bacteria
Filo: Proteobacteria
Clase: Gamma Proteobacteria
Orden: Xanthomonadales
Familia: Xanthomonadaceae
Género: *Xanthomonas*
Especie: *Xanthomonas citri*
Subespecie: *Xanthomonas citri* subsp. *citri*

Nota: *X. axonopodis* pv. *citri* (cepas del grupo A de *X. campestris* pv. *citri*) se ha reclasificado como *X. citri* subsp. *citri*. Se ha recuperado la nomenclatura de Gabriel et al. (1989) y el nombre aceptado del patógeno de la cancrrosis bacteriana de los cítricos es actualmente *X. citri* subsp. *citri* (Bull et al., 2010; Schaad et al., 2006). Las cepas de los otros grupos de *X. campestris* pv. *citri* se han reclasificado como *Xanthomonas fuscans* subsp. *aurantifolii* (grupos B, C y D) y *Xanthomonas alfalfae* subsp. *citrumelonis* (grupo E) (Schaad et al., 2006).

1. Sinónimos:

Xanthomonas smithii subsp. *citri* Gabriel et al., 1989, Schaad et al., 2007
Xanthomonas axonopodis pv. *citri* (Hasse) Vauterin et al., 1995
Xanthomonas citri (ex Hasse, 1915) Gabriel et al., 1989
Xanthomonas campestris pv. *aurantifolii* Gabriel et al., 1989
Xanthomonas campestris pv. *citri* (Hasse) Dye, 1978
Xanthomonas citri f.sp. *aurantifoliae* Namekata y Oliveira, 1972
Pseudomonas citri Hasse, 1915

2. Nombres comunes:

Cancro de los cítricos, cancrrosis bacteriana de los cítricos, cáncer asiático

3. Hospedantes de las plagas reglamentadas o que potencialmente estarán reglamentadas:

Xanthomonas citri subsp. *citri* causa daños en muchas especies cultivadas de la familia Rutaceae (EPPO, 1979) – principalmente en *Citrus spp.*, *Fortunella spp.* y *Poncirus spp.* – que se cultivan en las condiciones tropicales y subtropicales predominantes en muchos países de Asia, América del Sur, Oceanía y África, así como en Florida (Estados Unidos) (CABI, 2006; EPPO, 2006). Se han identificado cepas atípicas de *X. citri* subsp. *citri*, denominadas cepas A* y A^w (Sun et al., 2004; Vernière et al., 1998), con un rango de hospedantes restringido. La cepa A* afecta a *Citrus aurantiifolia* (lima mexicana) en condiciones naturales en Asia. La cepa A^w provoca cancrrosis en *Citrus aurantiifolia* (lima mexicana) y *Citrus macrophylla* (Alemow) en Florida (Estados Unidos), bajo condiciones naturales (Cubero y Graham, 2002, 2004). Se ha constatado en forma experimental que ambas cepas causan lesiones atípicas en otras especies de cítricos (Escalon et al., 2013).

4. Distribución geográfica:

El cancro de los cítricos se ha clasificado en diferentes "Tipos" de acuerdo a las variantes de la bacteria *X. citri* (Xcc), presentes en el hospedante. Debido a la similitud de los 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 a la forma más severa de la enfermedad, y presenta la mayor distribución mundial. Aislamientos procedentes de Omán, Arabia Saudita, Irán e India que afectan únicamente lima mexicana se clasificaron en "Cancro A" (Vernière et al., 1998).

El "Cancro B" corresponde a aislamientos procedentes de Sudamérica los cuales afectan a limón, lima mexicana, naranjo agrio y pomelo, y son diferenciados fácilmente del "Cancro A".

El "Cancro C" fue aislado originalmente de lima mexicana en São Paulo, Brasil, 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, 2012).

La distribución actual del cancro de los cítricos (CABI, 2014) es:

Asia: Afganistan, Banglades, Camboya, China (Chongqing, Fujian, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hubei, Hunan, Hong Kong, Jiangsu, Jiangxi, Sichuan, Yunnan, Zhejiang), Islas Navidad, Islas Cocos, República de Georgia, India (Islas de Andaman y Nicobar, Andhra, Pradesh, Assam, Gujarat, Haryana, Punjab, Karnataka, Maharashtra, Sikkim, Tamil Nadu, Bengala Occidental), Indonesia (Iruan Jaya, Java), Irán, Japón (Honshu, Kyushu, Shikoku), corea DPR, República de Corea, Laos, Malasia, (Malasia Peninsular, Sabah), Maldivas, Myanmar, Nepal, Omán, Pakistan, Filipinas, Arabia Saudita, Singapur, Sria Lanka, Taiwán, Tailandia, Emiratos, Árabes, Vietnam, Yemen.

África: Burkina Faso, Comoras, República Democrática del Congo, Costa de Marfil Etiopia, Gabón, Madagascar, Mali, Mauricio, Mayotte, Islas Reunión, Senegal, Islas Seychelles, Somalia, Tanzania.

América: EE.UU (Florida, Luisiana y Texas), Islas Vírgenes Británicas, Argentina, Bolivia, Brasil (Mato Grosso de Sul, Minas Gerais, Paraná, Roraima, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Sao Paulo), Paraguay y Uruguay.

Oceanía: Fiji, Micronesia, Palau, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón.

5. Biología:

X. citri es una bacteria Gram negativa, con forma de bastón (1.5-2.0x 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 mucoide de color amarillo cremoso debido al pigmento xantomonadina que producen. La temperatura máxima de crecimiento es de 35-39 °C, siendo la óptima de 28-30 °C. 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 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).

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).

6. Repercusiones económicas:

Las pérdidas económicas a causa del cancro de los cítricos se deben principalmente a la defoliación, abscisión prematura y manchada de frutos. 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, 2012).

Una manchita marrón, o cancro, en la cáscara de un limón o una naranja es razón suficiente para que cargamentos enteros de esos frutos no se puedan exportar a países que no tengan sus plantaciones afectadas.

7. Fuentes o vías de dispersión e introducción:

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.

La bacteria sobrevive en lesiones ubicadas en brotes vegetativos, las cuales conforman la principal fuente de inóculo para ciclos de cultivo de años posteriores.

La bacteria también puede sobrevivir largos períodos de tiempo en la corteza de los troncos y ramas laterales (Gottwald et al., 2002a).

X. 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 100-1000 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).

Se ha constatado que el movimiento de material de propagación infectado, incluyendo yemas, plántulas de portainjertos y árboles injertados, contribuye a la dispersión a larga distancia. No existe evidencia de que este patógeno sea transportado por la semilla (CABI, 2006).

8. Métodos de monitoreo, detección o muestreo:

Los síntomas característicos de la enfermedad son costras o lesiones crateriformes en la cáscara de los frutos y en las hojas, los tallos y los vástagos. Los síntomas del cancro de los cítricos pueden darse en plántulas, en todas las estaciones y en árboles jóvenes, desde finales del verano y durante el otoño, cuando se produce un crecimiento abundante de vástagos angulosos (CABI, 2006) (figuras 1-4). La enfermedad se hace esporádica a medida que los árboles alcanzan el desarrollo completo de frutos, debido a que se producen menos vástagos angulosos y a que el tejido foliar más viejo y los frutos maduros son más resistentes a la infección por cancro de los cítricos en condiciones naturales. La severidad de la enfermedad también depende de la susceptibilidad de las especies vegetales hospedantes y cultivares (Goto, 1992).

Síntomas en los frutos: Se desarrollan lesiones crateriformes en la superficie del fruto, ya sea dispersas en puntos aislados o formando patrones irregulares por la unión de varias lesiones. En los frutos jóvenes infectados se podrá observar la exudación de sustancias resinosas. Las lesiones nunca se extienden a través de la cáscara.

Síntomas en las ramas: En condiciones secas, la mancha del cancro es corchosa o esponjosa, sobresale y presenta una superficie resquebrajada. En condiciones húmedas, la lesión aumenta rápidamente de tamaño, pero su superficie no se resquebraja y presenta un borde aceitoso. En los cultivares menos susceptibles, podrá formarse una capa de callo entre los tejidos enfermos y sanos. La cicatriz de un cancro podrá identificarse raspando la superficie rugosa con un cuchillo para retirar la capa corchosa exterior y revelar la presencia de lesiones de color marrón claro a marrón oscuro en los tejidos sanos de la corteza verde. El área afectada por el cambio de color puede tener formas diversas y su tamaño puede oscilar entre los 5 y los 10 mm, dependiendo de la susceptibilidad de la planta hospedante.

Síntomas en las hojas: El primer síntoma es la aparición de manchas de color amarillo brillante en el envés de las hojas seguida de la aparición de lesiones protuberantes de color amarronado en ambas caras de las hojas, que se tornan rugosas, agrietadas y corchosas. El cancro podrá estar rodeado por un halo amarillo o clorótico humedecido.

Los síntomas del cancro de los cítricos en las ramas, las hojas y los frutos se podrán confundir con síntomas similares en forma de costras o de manchas en las hojas provocadas por otras bacterias u hongos que infectan a los cítricos o por desórdenes fisiológicos. Otras bacterias que pueden causar síntomas similares a los del cancro de los cítricos son *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis* y *X. fuscans* subsp. *aurantifolii*. Ambas bacterias tienen un rango de hospedantes limitado, provocan síntomas menos agresivos y rara vez producen lesiones en los frutos (Schaad et al., 2005, 2006). Se ha informado que la sarna de los cítricos provocada por el hongo *Elsinoë fawcettii* produce síntomas similares a los del cancro de los cítricos, en particular en variedades hospedantes que muestran resistencia a la sarna de los cítricos (Taylor et al., 2002), aunque en general sus lesiones son más secas y más irregulares que las del cancro de los cítricos y a veces

carecen del halo amarillo característico. La sarna de los cítricos se puede diferenciar del cancro de los cítricos por la ausencia de exudado bacteriano.

9. Métodos de Identificación:

El cancro de los cítricos se puede diagnosticar observando las características morfológicas de las colonias en medios nutritivos y mediante pruebas serológicas (por inmunofluorescencia (IF)), pruebas moleculares (mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)) y bioensayos en discos de hojas u hojas desprendidas. Todas las pruebas deben incluir controles negativos y positivos (los controles de referencia se describen en la NIMF 27 Protocolos de diagnóstico para las plagas reglamentadas; anexo 6: *Xanthomonas citri* subsp. *Citri*)

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 iso-enzimas, 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'-TTGGTGTCGTCGCTTGAT-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 A1MAB pueden discriminar al cancro tipo A del resto (B y C) (Álvarez et al., 1991).

10. Fotografías:



Foto 1: Síntomas típicos del cancro de los cítricos en hojas, tallos y frutos de pomelo. Fuente: Anexo 6 NIMF 27.

Síntomas de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* en hojas de cítricos



Foto 2: Lesiones jóvenes en el envés de una hoja Foto 3: Lesiones en forma de cráter.
Créditos: Hilda Gómez USDA.

Síntomas de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* en ramas.



Foto 4: Síntomas de ramas, lesiones elevadas corchosas a la larga con apariencia aceitosa. Créditos: Hilda Gómez USDA.

Síntomas de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* en frutos.



Fotos 5: Detalle de los frutos con exudado característica de la cancrrosis y pústulas en forma de cráter. Crédito: Hilda Gómez USDA.



Foto 6: Lesiones que pueden profundizar hasta 1 mm. en la cáscara.

11. Referencias bibliográficas:

Delgadillo V., et al. 2016. Ficha N° 033 Cancrosis de los cítricos *Xanthomonas citri*. Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y calidad Agroalimentaria (SENASICA) México, 28p.

CABI (Commonwealth Agricultural Beaureaux International). 2007. Crop Protection Compendium. Ed. Wallingford, UK. Global Module. Computer database.

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), 2016. NIMF 27 Protocolos de diagnóstico para las plagas reglamentadas; anexo 6: *Xanthomonas citri* subsp. *citri*.

Sistema Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA), Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas. Argentina. Disponible en:
<http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/xanthomonas-citri-subsp-citri>



Revista El Clarín [en línea] 2010. Investigación: descubrimiento de científicos argentinos contra la cancrrosis. Disponible en:
<http://edant.clarin.com/suplementos/rural/2007/11/17/r-01542236.htm>

12. Referencias fotográficas:

Novas regras para pomares afectados pelo cancro cítrico São Paulo muda as regras para o combate ao cancro cítrico. Disponible en:
http://www.dospire.com.br/novas_regras_cancro_c.html

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), 2016. NIMF 27 Protocolos de diagnóstico para las plagas reglamentadas; anexo 6: *Xanthomonas citri* subsp. *citri*.

Gómez, H., et al. 2016. Ficha N° 033 Cancrosis de los cítricos *Xanthomonas citri*. Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y calidad Agroalimentaria (SENASICA) México, 28p.

Autor: SENASAG, Bolivia/Octubre 2017.