



ISSN 1029-3450



## **Bacteriosis en el cultivo de los cítricos**

### **Bacteriosis in the cultivation of citrus**

Roberto R. Elías Barreto  
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Matanzas  
Cuba  
**Email** : [roberto@cigetmtz.atenas.inf.cu](mailto:roberto@cigetmtz.atenas.inf.cu)

Lic. Lianne Alonso Hernández.  
Laboratorio Provincial de Criminalística. Matanzas  
Cuba

## **RESUMEN**

El cultivo de los cítricos es uno de los más importantes y con mayor demanda mundial. La industria de los cítricos está sujeta a pérdidas millonarias a escala mundial, por esto el cultivo de cítricos está siendo objeto de numerosos estudios por las diversas enfermedades que lo afectan. Este fruto es uno de gran importancia como fuente de vitamina C, además de pequeñas cantidades de vitaminas B1, B2, B3, B4, B5 y E. Actualmente el consumo de cítricos es recomendado para ayudar a prevenir problemas circulatorios, venas varicosas, algunos tipos de cáncer y enfermedades del sistema nervioso central ya que poseen componentes que fortalecen los vasos sanguíneos (Saunt, 1992).

## **Introducción**

La industria cítrica representa una fuente considerable de ingresos en divisas para Cuba y ha ganado un lugar importante en el mercado internacional, donde la toronja cubana ha tenido una aceptación especial, fundamentalmente en el mercado europeo (González, *et al.*, 1999).

Entre enfermedades que afectan a los cítricos se encuentran aquellas que son causadas ó transmitidas por insectos, bacterias, hongos, virus y nemátodos. Dentro de éstas se destacan aquellas causadas por bacterias y hongos como las de mayor relevancia económica. Tres géneros de bacterias han sido reportados como agentes patogénicos en cítricos, *Xanthomonas*, *Xylella* y *Pseudomonas* (Purcell y Hopkins, 1996). El cancro cítrico asiático es causado por la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. La Cancrosis o Cáncer de los cítricos, es una enfermedad devastadora que provoca importantes pérdidas en los rendimientos debido a las severas depreciaciones que ocasiona en los frutos (González *et al.*, 1999).



ISSN 1029-3450



Otra bacteria que afecta este cultivo es *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* que afecta al fruto postcosecha. Se han identificado tres géneros de bacterias fastidiosas del sistema vascular en cítricos: *Xylella*, *Spiroplasma* y *Candidatus Liberobacter*. Las manchas foliares detectadas en cítricos son asociadas con *Xylella fastidiosa* causante de clorosis cítrica variegada (CVC). El género *Spiroplasma* causa la enfermedad del "citrus stubborn". El género *Candidatus Liberobacter* causa la enfermedad de huanglongbin (HLB) o enverdecimiento de los cítricos (Rivera, 2006). Esta enfermedad es considerada como la más destructiva de los cítricos a nivel mundial (Romero, 2007).

En el presente trabajo se exponen aspectos relativos a la distribución geográfica, sintomatología, agentes causales y control de las principales enfermedades bacterianas que afectan este cultivo.

## **Desarrollo**

### **Enfermedad del Enverdecimiento o Greening de los cítricos:**

#### **Distribución Geográfica:**

La enfermedad está presente en varios países de Asia, África y del Medio Oriente. En el año 2004 fue detectada en el Estado de San Pablo, en Brasil (Diva do Carmo T. *et al.*, 2005) y en mayo de 2007 el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos alertó sobre su detección por primera vez en plantaciones comerciales de pomelo ubicadas en el Estado de Florida (Romero, 2007).

(Bové, 1986), precisa la presencia de esta enfermedad en el sur de África, en Arabia Saudita, en la República Árabe de Yemén, en el Sahara, Etiopía, Madagascar, en Kenya y en Asia en los países China, Nepal, India y Pakistán.

#### **Sintomatología en el cultivo:**

Los síntomas se inician con una clorosis intensa en una rama, las hojas adoptan un color amarillento que contrasta en forma notoria con el verde del resto de la planta. La bacteria se mueve por el floema hasta atacar todo el árbol. La clorosis se expande y empiezan a aparecer síntomas de deficiencia de zinc. A medida que la enfermedad avanza, hay una intensa defoliación de las ramas afectadas que finalmente se secan y mueren. Los frutos aparecen deformados, pequeños y asimétricos y caen prematuramente. La cáscara puede ser más gruesa que lo normal, con maduración dispareja, y las semillas suelen abortar. A veces, los frutos también presentan un moteado clorótico que contrasta con el verde normal del resto del fruto (Romero, 2007).



ISSN 1029-3450



Se aprecia la aparición de un amarillamiento en las venas principal y secundarias de las hojas y que los frutos son más duros de un lado que del otro, no maduran uniformemente y presentan un jugo amargo y salobre. (Revista Vigilancia Fitosanitaria, (2000). (Fotos # 1, 2, 3 y 4).

#### Agente causal:

El agente causal de la enfermedad es una bacteria llamada *Candidatus Liberobacter spp.*, la cual es Gram negativa, hasta ahora no cultivada en medios artificiales, caracterizada recientemente por anticuerpos monoclonales y por PCR e hibridación de ADN como un nuevo género de protobacteria, *Candidatus Liberobacter* para la enfermedad conocida como huanglongbing (greening); *Candidatus Liberobacter asiaticum* para la forma asiática y *Candidatus Liberobacter africanum* para la forma africana según (Tian *et al.* 1996; Jagoueix *et al.* 1996; Gao *et al.* 1993 y Bové *et al.* 1996) citados por (Cermeli, 2000).

#### Descripción del agente causal:

El agente causal, la bacteria *Candidatus Liberobacter spp.* invade el floema (vasos conductores de savia) de las plantas, obstruyéndolo e impidiendo la distribución de savia. La diseminación dentro de la planta es muy rápida. Cuando la infección ocurre en árboles jóvenes éstos no entran en producción, y cuando la infección ocurre posteriormente, la vida útil de las plantas se reduce drásticamente (Romero, 2007).

La rápida dispersión de la enfermedad en el campo se debe a que la bacteria causante de la enfermedad es transmitida por psílicos. Los psílicos son insectos pequeños, de 2 a 3 milímetros de largo, altamente prolíficos (Figuras 5 y 6). Las dos formas de la enfermedad existentes en Brasil se transmiten por el psílido *Diaphorina citri*, insecto presente también en la República Argentina (Romero, 2007) y en Africa se transmite por el psílido *Trioza erythrae*, el cual tolera la alta temperatura y la baja humedad. Este psílido también ha sido detectado en Asia, según Massonie, Garnier y Bové, 1976, referido por Bové en 1986.

Cermeli *et al.* (2000) señalaron la presencia del psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), en la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela, en cultivos de limón criollo, mandarina, lima persa y azahar de la India.

#### Posibles modos de control:

La enfermedad se maneja usando tres medidas básicas:

1. Plantando árboles sanos.



ISSN 1029-3450



2. Controlando al insecto vector.
3. Erradicando las plantas enfermas.

Es fundamental realizar inspecciones frecuentes para detectar la enfermedad lo antes posible y destruir las plantas afectadas. Se evita así que las plantas enfermas sirvan de fuente de inóculo para el resto del cultivo, reduciéndose los daños y costos posteriores.

El vector *Diaphorina citri* puede ser controlado eficientemente con productos químicos; este método a largo plazo trae como consecuencia la aparición de plagas secundarias, al tener que efectuar varias aplicaciones por año. En las Islas de Reunión fue controlado eficientemente con la introducción desde la India de un parasitoide específico, *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), igualmente esta especie se ha introducido a la Isla de Guadalupe con los mismos fines (Etienne *et al.* 1998), citado por (Cermeli, 2000).

### **Enfermedad del Cáncer de los cítricos:**

#### **Distribución Geográfica:**

La enfermedad se extendió desde el suroeste de Asia a Japón, sur África, Australia, las Islas del Pacífico, sur América. En 1910 fue reportada por primera vez en los Estados Unidos. Entre 1986 y 1992, la enfermedad fue encontrada en 13 localidades de la Florida y en 1995 en Miami (Medina, 2000).

#### **Sintomatología en el cultivo:**

La enfermedad del cáncer de los cítricos ha sido históricamente descrita de tres formas diferentes, tales como Cáncer Asiático, Falso Cáncer de los cítricos y Cancerosis de las Limas Mexicanas. Sin embargo estas tres formas no tienen diferencias en términos fenotípicos de la enfermedad. Las lesiones pueden aparecer en las hojas, frutos, tallos y troncos.

Las lesiones provocadas por las bacterias inician como manchas en forma de pinchos de alfiler y alcanzan de 2 a 10 milímetros. Las manchas son circulares de 2 a 10 milímetros amarillo carmelitosas, grasientas y translúcidas, más tarde pústulas esponjosas blanquecinas que engrosan en corchosos canchales ásperos al tocar. Una zona grasienta, vidriosa y translúcida circunda la pústula. Con el avance se forma un cráter debido a la ruptura de la membrana por el centro de la lesión (González *et al.*, 1999). Eventualmente el tamaño del área



ISSN 1029-3450



afectada dependerá de la planta y de la edad del tejido afectado. Inicialmente las manchas son redondas y luego se tornan irregular. En el caso de las manchas de las hojas por lo general permanecen redondas debido a que los tejidos de éstas se vuelven resistentes antes de que ocurra una nueva infección. Sobre el fruto las lesiones pueden variar de tamaño, debido a que éstos pueden permanecer susceptibles por más largo tiempo y pueden ocurrir varios ciclos de la bacteria sobre las lesiones. Las manchas pueden ser visibles en el envés a los 7 días después de la infección y en el haz casi inmediatamente. Las lesiones sobre los frutos alcanzan una profundidad de 1 a 3 milímetros, similar a las de las hojas.

Un síntoma característico de esta enfermedad es la formación de un halo amarillo alrededor de las manchas, sin embargo existen otros factores bióticos que pueden producir este tipo de halo, como es el caso de algunos hongos. Este halo tiende a desaparecer cuando la lesión se avejeta. Otro síntoma característico para el diagnóstico es la gran humedad que se desarrolla alrededor de los márgenes del tejido necrótico, lo cual es fácilmente detectado mediante la transmisión de luz.

Para un diagnóstico, existe un síntoma esencial, como es la formación de una hiperplasia del tejido, resultado de una excesiva división mitótica de las células resultando el cáncer. (Fotos # 7, 8 y 9).

#### Agente causal:

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv *citri*, (Hasse) Vauterin *et al.* (González *et al.*, 1999).

#### Descripción del agente causal:

Las bacterias del género *Xanthomonas* que producen el cáncer, tienen forma de varilla, son Gram negativas, aeróbicas, con un flagelo simple polar. Las colonias en el laboratorio son de color amarillo y cuando se le agrega glucosa al medio de cultivo se muestran con mucha mucosidad. La temperatura máxima para el crecimiento de la bacteria es de 35 a 39°C mientras que la temperatura óptima es de 28 a 30°C (Medina, 2000).

#### Clasificación taxonómica:

La bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv *citri*, (Hasse) Vauterin *et al.* se incluye en la Familia Pseudomonadaceae, que posee dos géneros, el género *Pseudomonas* y el género *Xanthomonas*.



ISSN 1029-3450



### Posibles modos de control:

Según Canteros (1996, 1997), citado por González *et al.*, (1999), el manejo integrado es la mejor alternativa de control, señalando diversas medidas fitosanitarias como la utilización de cortinas rompevientos, la desinfección de la ropa, guantes, calzados, tijeras, cajones, escaleras, maquinarias, con soluciones yodadas o cloradas, fenoles y ácidos fosfóricos. La poda selectiva localizada y/o defoliación manual, de las plantas afectadas, el control del minador y de otros insectos que afectan las hojas jóvenes y dejan al descubierto el mesófilo, las pulverizaciones preventivas, la cosecha selectiva, la desinfección de la fruta cosechada y el manejo de la fertilización.

(Civerolo, 1986) señaló que quemar y remover árboles infectados es un método efectivo de control.

### **Enfermedad de la Clorosis Variegada de los cítricos (CVC):**

#### Distribución Geográfica:

La clorosis de los cítricos variegada (CVC) fue reportada por primera vez en 1987, en las ciudades de Sao Paulo y Minas Gerais, en Brasil (Simpson, *et al.*, 2000). La enfermedad afectó toda la actividad comercial de cítricos en especial la producción de naranja dulce. La clorosis cítrica variegada se ha reportado en Brasil y Argentina. Esta es la enfermedad de mayor interés en la industria cítrica en Brasil, debido a los brotes epidémicos reportados (Simpson, *et al.*, 2000).

#### Sintomatología en el cultivo:

Los síntomas de la enfermedad CVC causada por *Xylella*, se asocian con deficiencias de zinc en la planta, se reduce el tamaño de las hojas, frutos y corteza dura de la planta. Las hojas jóvenes de los cítricos no muestran síntomas de la enfermedad, una vez las hojas maduran comienza a manifestar lesiones en las hojas. Se observan debajo de la hoja lesiones pegajosas de color marrón claro a oscuro y áreas necróticas que corresponden a las zonas de clorosis de color amarilla de la superficie de la hoja. La enfermedad en el fruto presenta lesiones de coloración marrón claro a oscuro de forma circular que cubre gran parte del fruto. Una vez los cítricos son infectados con la enfermedad pueden tardar hasta un año en presentar sus síntomas. El mecanismo de patogenicidad de *X. fastidiosa* crea disfuncionalidad en el sistema vascular de la planta específicamente en el xilema. Agregados de la



ISSN 1029-3450



bacteria se adhieren al sistema vascular por la producción de filamentos con fibras del polisacárido glycocalyx que le permite a la bacteria adherirse en condiciones difíciles a superficies, obstruyendo el transporte de agua a través del árbol de cítrico (Rivera, 2006).

El patógeno que causa la enfermedad de CVC es transmitida por insectos que llevan la bacteria de planta a planta. Se asocia con los insectos: *Oncometopia facialis*, *Acrogonia terminalis* y *Dilobopterus costalimai*. Mediante material infectado por insectos (madera) y plantas en etapas de desarrollo se pueden dispersar el patógeno en distancias largas (<http://www.qeg.lbi.ic.unicamp.br/xt/>).

Agente causal: Bacteria *Xylella fastidiosa*.

Descripción del agente causal:

*Xylella* es una bacteria Gram-negativa que requiere medios de cultivo complejo para su crecimiento. Esta ha sido difícil de aislar ya que normalmente crece en el xilema de las plantas. *Xylella fastidiosa* fue la primera bacteria fitopatógena en ser secuenciada. Su genoma tiene 2,679,305pb y posee dos plásmidos de 51,158pb y 1,285pb (Simpson, *et al.*, 2000).

Posibles modos de control:

El control de la enfermedad se persigue mediante el control químico de los vectores que la transmiten y la eliminación de los cítricos afectados (Rivera, 2006).

Agallas de la corona:

Distribución Geográfica:

Se ha reportado presente en los siguientes países: (Anónimo, 1999)

**África:** Camerún, Egipto, Etiopía, Ghana, Kenia, Uganda y Zimbabwe.

**América:** Argentina, Brasil, Canadá, Chile, El salvador, Estados Unidos, Guatemala, Puerto Rico y Uruguay.

**Asia:** China, Chipre, India, Irán, Israel, Japón, Corea, Tailandia y Turquía.

**Europa:** Alemania, Bélgica, Bulgaria, Checoslovaquia, Francia, Grecia, Hungría, Inglaterra, Irlanda, Italia, Portugal, Rumania y Yugoslavia.

**Oceanía:** Australia y Nueva Zelanda.

Sintomatología en el cultivo: (Según Stefanova1984, Anónimo, 1999)

Es uno de los nombres con que se conoce la enfermedad causada por *Agrobacterium tumefaciens*.



ISSN 1029-3450



Se presenta en innumerables cultivos entre los que se encuentran: tomate, girasol, vid, zanahoria, pera, manzana, melocotón, almendro, cereza, ciruela, nuez, frambuesa, limón, frijol, cítricos, etc.

Es un patógeno del suelo que penetra por heridas causadas por insectos, la agrotécnica etc. La bacteria una vez que penetra se desarrolla en los espacios intercelulares y dentro de la célula, pero no mata estas células vegetales, sino que mediante sustancias biológicas de tipo hormonal induce la hiperplasia e hipertrofia y como resultado de ello se forman tumores. El tamaño de los tumores varía de unos centímetros hasta 3 ó 4 kilogramos de peso. Estos tumores se desarrollan principalmente en las raíces y cuello de las plantas. En la vid aparece por encima del nivel del cuello.

Al inicio la formación es blanda y relativamente lisa e incolora. En las plantas anuales, cuando finaliza su ciclo, el tumor se seca y cae al suelo. En especies perennes, leñosas, el corazón del tumor se endurece de adentro hacia fuera, aumentando de tamaño con los años (no se cae) pudiendo alcanzar dimensiones considerables. El crecimiento del tumor no es uniforme, en diferentes puntos presenta proliferación de tumores distribuidos irregularmente, por lo que la superficie del tumor principal presenta un aspecto rugoso. Al desarrollarse los tumores pequeños se van uniendo unos con otros y la apariencia es la de superficie ondulada.

Agente causal: Bacteria *Agrobacterium tumefaciens* (Smith y Townsend) Conn.

Descripción del agente causal: Según (Smith y Townsend, 1988)

Las células bacterianas se encuentran en las capas externas del tumor. Para su desarrollo la enfermedad requiere humedad y oxígeno. En la actualidad esta patología y su agente causal han sido ampliamente estudiadas desde el punto de vista genético, se sabe que *Agrobacterium tumefaciens* posee plasmidios Ti, que contienen los genes inductores de la formación de los tumores. Estos plasmidios Ti provocan la formación de dos aminoácidos: Octopina y Nopalina.

Un segmento de plasmidio Ti contiene la información genética que determina el crecimiento del tumor y la síntesis de la Octopina ( $N^2$  [D-1-carboxyethyl]-L-arginina) y Nopalina ( $N^2$ -[1,3-dicarboxypropyl]-L-arginina) que son transferidos y mantenidos en las células de la planta enferma. El fenómeno puede entenderse como una "colonización" genética en las células de la planta por el DNA del plasmidio del patógeno bacteriano. Este Ti plasmidio puede inducir la formación del tumor aún en ausencia de la bacteria.

*Agrobacterium tumefaciens* es capaz de inducir transformaciones neoplásicas en plantas dicotiledóneas, ya que contiene un DNA extracromosomal (el





ISSN 1029-3450



plasmidio Ti) que es el responsable de la formación de tumores como ya explicamos.

*Agrobacterium tumefaciens* para inducir el tumor necesita de la Nopalina, esta Nopalina sirve de sustrato a la cepa 84. Este aislado invade los tumores inhibiendo al patógeno con el Agrocina 84, además de “piratear” la Nopalina y Agrocina A sintetizada en los tumores de las que se alimenta.

Posibles modos de control: Según (Anónimo, 1999)

-Se plantea que este patógeno puede sobrevivir de 2 a 3 años en el suelo conservando su carácter patogénico, de ahí que no deban utilizarse las áreas infectadas para la siembra de cultivos hospedantes.

-En fomento y viveros se recomienda la rotación con gramíneas por un período de 3 a 5 años.

-Tratamientos al suelo con azufre a 50 Kg/ha.

-Evitar los daños mecánicos a las plantas sobre todo en la zona del suelo.

-Como el patógeno puede utilizar las heridas en los injertos para penetrar, en una solución de hipoclorito de calcio.

-Se recomienda la utilización de del antibiótico Agrocina 84 en las tumoraciones.

-La inoculación de las raíces con *Agrobacterium radiobacter*, control biológico de los *Agrobacterium* patógenos se plantea con un 95% de efectividad.

-Inspección de los viveros para plantar solo aquellas estacas que están libres de síntomas.

Taxonomía: (Anónimo, 1999)

Familia: Rhizobiaceae: Microorganismos que no producen esporas, móviles o no móviles, usualmente Gram negativos utilizan la glucosa y otros carbohidratos sin apreciable formación de gas.

Género: *Agrobacterium*: Células cortas Gram negativas, móviles de 1 a 4 flagelos, anaerobias facultativas, licuan o no la gelatina, no producen o producen muy poco ácido y gas.

Especie: *Agrobacterium tumefaciens*.

***Pseudomonas syringae* pv. *syringae*.**



ISSN 1029-3450



### Distribución Geográfica:

De acuerdo a (Anónimo, 1999), este hongo se ha reportado presente en los siguientes países:

**África:** Camerún, Egipto, Etiopía, Ghana, Kenia, Uganda y Zimbabwe.

**América:** Argentina, Brasil, Canadá, Chile, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Puerto Rico y Uruguay.

**Asía:** China, Chipre, India, Irán, Israel, Japón, Corea, Tailandia y Turquía.

**Europa:** Alemania, Bélgica, Bulgaria, Checoslovaquia, Francia, Grecia, Hungría, Inglaterra, Irlanda, Italia, Portugal, Rumania y Yugoslavia.

**Oceanía:** Australia y Nueva Zelanda.

### Sintomatología en el cultivo:

Afecta principalmente las hojas y las ramitas. Usualmente en una lesión o daño fresco en la ramita del peciolo foliar y una porción de la ramita que rodea la base del peciolo. Puede en ocasiones comenzar a partir de daños producidos en otros lugares de las hojas o ramitas.

En los árboles de naranja y toronja los daños se producen principalmente en las ramitas y las hojas, mientras que en los limones, que son los más susceptibles, el daño principal se produce en los frutos.

En estos se presentan manchas deprimidas que cambian su coloración a medida que crecen de pardo claro a oscuro y luego negro. La parte interior blanca de la cáscara también es afectada.

Los tejidos se colapsan finalmente. El tamaño de estas manchas dependen de la humedad y la temperatura bajo las cuales se desarrollan, pero mayormente su diámetro es de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  pulgada hasta  $\frac{3}{4}$ .

Aunque las manchas también pueden ocurrir en naranjas y toronjas, son poco comunes y cuando no son tan profundas como el limón. (Stefanova *et al*, 1984)

Existen diferencias en cuanto a susceptibilidad en las diferentes variedades.

La diseminación del patógeno a través de los materiales de siembra (estacas), la lluvia y los insectos, también en las semillas botánicas externa e internamente de Vicia, Phaseolus y Vigna.

*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* es transmitida por semilla. Puede sobrevivir de un ciclo a otro en residuos de cosecha, semillas, suelo y hospederos alternos como malezas las cuales son una fuente de inóculo primario para la infección (Hall, 1991 a, b).

Se disemina principalmente por salpicadura de agua de lluvia, por insectos, el viento y la movilización de suelo semilla y material vegetal propagativo.



ISSN 1029-3450



Penetra los tejidos del hospedero a través de los estomas, nectarios, hidátodos o a través de los de heridas causadas por las podas o insectos. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* ataca a las planta en todas sus etapas de desarrollo, sobre frijol afecta a hojas, tallos, vainas, y semillas, sobre árboles frutales ataca hojas, tallos, troncos, corteza, ramificaciones, yemas, flores y frutos (Hagedorn, 1984; Smith, 1988; Anónimo, 1999).

Esta bacteria puede ser asilada de plantas aparentemente sanas; lo que demuestra que puede causar infecciones sintomáticas (Anónimo, 1999).

La infección sistémica de la semilla de frijol por *P. syringae* pv. *syringae* fue demostrada por (Tripepi y George, 1991), este autor señala que *P. syringae* pv. *syringae* puede ser aislada de semillas previamente esterilizadas con acetato de cobre o hipoclorito de sodio.

Por otro lado, la invasión sistémica de la semilla de trigo, por esta bacteria, fue demostrada a través de estudios histológicos hechos por (Fukuda *et al*, 1990). La bacteria primero infecta la palea y lema, después pasa a través del funículo e invade la cariopside, donde se multiplica intercelularmente.

Razas de *P. syringae* pv. *syringae* aisladas de maíz, sorgo y pera han sido patogénicas sobre plantulas de trigo (Otta, 1974). Por otro lado, (Kietzell, 1995) citado por (Duveiller *et al*, 1997) reporta que en estudios recientes, los síntomas de la pudrición basal de las glumas, típico de *P. syringae* pv. *atrofaciens*, fueron inducidos sobre espiguillas de trigo por razas de *P. syringae* pv. *syringae* aisladas de lilac, frijol, y Pennisetum. Por lo que esta enfermedad comprende biovars de *P. syringae* pv. *syringae* que han adquirido la adicional capacidad de infectar las espiguillas de trigo.

En el cultivo de frijol, este patógeno causa la enfermedad conocida como mancha café; cuando se utiliza semilla infectada, la bacteria infecta las hojas y los cotiledones y puede penetrar al sistema vascular y causar infecciones sistémicas, las cuales resultan en lesiones en tallos y hojas. Dentro de la planta la multiplica rápidamente en el xilema y el parénquima. La temperatura óptima para el desarrollo de la mancha café es de 24 °C (Anónimo, 1999).

En árboles de fruto con hueso, esta bacteria ocasiona el cáncer bacterial, se desarrolla favorablemente en un rango de temperatura que oscila entre los 21 y 27 ° C. Produce cánceres en ramas y troncos, mata a los árboles jóvenes y disminuye la producción de los árboles senescentes, a los que incluso mata. Dicha enfermedad ataca también a las hojas y frutos de los árboles, dando como resultado plantas más débiles y una calidad inferior de los frutos. El comienzo de la infección del cáncer bacterial frecuentemente esta asociado con periodos prolongados de tiempo fríos y húmedos a finales de la primavera o durante el otoño. Esta enfermedad se conoce también con los nombres de marchitez de las yemas, marchitez de las inflorescencias, muerte descendente, tizón de las ramitas (Anónimo, 1999; Agrios 1988).



ISSN 1029-3450



En trigo esta bacteria causa el tizón foliar; razas fisiológicas de *Pseudomonas syringae pv syringae* que son virulentas en trigo, requieren de humedad para la infección, el tiempo húmedo, alta humedad relativa y temperaturas relativamente frías (15 ° C a 25 ° C) a finales de la primavera y durante el otoño e invierno favorecen el desarrollo de la enfermedad (Hall, 1991) *Pseudomonas syringae pv. syringae* produce manchas cloróticas y necroticas en varios órganos de muchas plantas, este patógeno también produce heridas o cánceres sobre las ramificaciones y troncos de árboles de fruto con hueso (Anónimo, 1999, Smith 1988).

En el cultivo de frijol y soya, los primeros síntomas consisten de pequeñas manchas acuosas sobre las hojas más jóvenes. Estas manchas se alargan coalescen y forman grandes áreas necróticas. La bacteria también entra a los tejidos del sistema vascular de la hoja y se disemina en el tallo. Las manchas presentan un pequeño halo clorótico que rápidamente se necrosa ocasionando largas áreas muertas de diferentes tamaños y formas. La enfermedad produce síntomas idénticos sobre tallos, las vainas y semillas y cuando se presentan condiciones de alta humedad exudados de color crema brillante se producen a menudo sobre las lesiones. Sobre las vainas también se desarrollan pequeñas manchas acuosa que con el tiempo se tornan de color parduzco o rojizo (Agrios, 1988; Hall, 1991<sup>a</sup>; Anónimo, 1999).

En árboles de fruto con hueso la formación de cánceres con exudados gomosos son los síntomas más característicos de la enfermedad y a menudo son los síntomas más destructivos en todos los frutales hospederos, el color de las áreas infectadas varía de un naranja a un color café oscuro (Anónimo 1999; Agrios, 1998).

En el Trigo los primeros síntomas consisten de numerosas y pequeñas manchas acuosas sobre la hoja bandera y en la primera y segunda hoja debajo de la hoja bandera. Después de 2 o 3 días, esas lesiones se expanden y a menudo coalescen y necrosan, y en cuestión de una semana este patógeno puede llegar a destruir el 75 % o el 100 % de la hoja. En algunos casos la exudación ha sido observados sobre las lesiones, especialmente después de una fuerte lluvia (Otta, 1974; Akhtar *et al.*, 1986).

#### H. Importancia económica.

Las pérdidas que ocasiona este patógeno no han sido bien documentadas, por lo que son difíciles de determinar, sin embargo, cuando las condiciones son favorables para la bacteria, las pérdidas pueden ser considerables (Smith, 1988).

Por otro lado, (Anónimo, 1999), reporta que las enfermedades que ocasiona esta bacteria son de suma importancia en muchos países del mundo. La mancha café se presenta en muchos países del mundo donde se desarrolla el frijol; el cáncer bacterial de los árboles de fruto con hueso causado por esta bacteria, está ampliamente distribuido y puede ser muy devastadora, por lo que



ISSN 1029-3450



se requieren de muchos esfuerzos para proteger a la planta del ataque de esta bacteria.

Agente causal: Bacteria ***Pseudomonas syringae pv. syringae***.

Descripción del agente causal:

*Pseudomonas syringae pv syringae* es una bacteria aeróbica, de forma de bastón, Gram negativo, mide 0.7 x 1.5 micras, es móvil con uno o varios flagelos polares. Las colonias sobre estratos de glucosa agar son de color crema, redondeadas, ligeramente levantadas, de superficie lisa y de márgenes enteros. Es una bacteria fluorescente que produce pigmento verde fluorescente en medio B de King. Las pruebas de oxidasa, hidrolasa de arginina y pudrición de papa son negativas (Bradbury, 1986). La bacteria no soporta temperatura superiores a los 51 ° C (Elliot, 1951). Por otro lado, (Young, 1992) citado por (Duveiller, 1997), reporta que razas de *P. syringae pv. japonica* dan reacciones idénticas a esas de *P. syringae pv. syringae* en cierto número de estudios nutricionales y concluyó que el *pv. japonica* es sinónimo del *pv. syringae*.

Posibles modos de control:

Para el control de esta bacteria se recomienda principalmente utilizar semilla libre del patógeno, producir semilla libre del patógeno, producir semilla en zonas áridas realizar la rotación de cultivos y llevar a cabo aspersiones de fungicidas a base de cobre.

Si el patógeno es detectado en la semilla se recomienda no utilizar esta semilla por lo menos durante un año. En la actualidad, ningún tratamiento a la semilla ha dado buenos resultados para el control de esta bacteria. El cáncer sobre los troncos y ramificaciones pueden ser controlados por cauterización o a través de cortes de la lesión (Anónimo, 1999; Sinclair, 1989).

Para un control efectivo de la bacteria, se recomienda llevar a cabo aplicaciones de mezclas bordelesas en varias formulaciones, aunado a este producto es recomendable la aplicación de antibióticos como es la estreptomina, que casi ejerce un control completo (Smith, 1988).

El control del cáncer bacteriano es a menudo muy difícil y algunas veces imposible, por lo que se recomienda utilizar árboles lo más sanos posible para que sean menos vulnerables al ataque, realizar aplicaciones de mezclas bordelesas o utilizar productos a base de cobre (Anónimo 1999).

Taxonomía:

Familia: Pseudomonadaceae: Forma bacilar, ocasionalmente cocos, móviles, con flagelos polares, no forman esporas, aerobias, crecen bien en medios de cultivo, producen pigmentos solubles o no en agua, difusibles o no en el medio de cultivo.



ISSN 1029-3450



Género: *Pseudomonas*: Células monótricas, lofótricas o no móviles, Gram negativas, frecuentemente producen pigmentos difusibles en el medio de cultivo, la mayoría reduce los nitratos en nitritos.

Especie: ***Pseudomonas syringae* pv. *syringae***.

### **Bibliografía consultada:**

Agrio G. N. (1991). Fitopatología Cuarta Reimpresión. Editorial Limusa. México, D.F.

Akhtar, M.A., Hamid, S. J., Aslam M. (1986). Evaluation of resistance of wheat to bacterial leaf blight. Pakistan J. Agric 7: 168-170.

Anónimo, (1999). Crop Protección Compendium Module I. Center of agriculture and Biosciences Internacional United Kingdom.

Anónimo. (1997). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo II. Centro de Estadística Agropecuarias. Secretaria de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. México, D.F.

Bové. J.M. (1986). "Greening in the Arabian Peninsula: toward new techniques for its detection and control". FAO Plant Prot. Bull. Vol. 34, No. 1, 7-14 p.

Bradbury J. F., (1986). Guide to plant pathogenic bacterial. Wallingford, UK: CAB Internacional. 332 pp.

Cermeli M., Morales P. y Godoy, F. (2000). Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. Vol Entomol Venez 15(2): 235-243. [en línea] Disponible en [http://www. redpav-fpolar.info.ve/entomol/v15-2/1502b0008.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/entomol/v15-2/1502b0008.html). [ Consultado: mayo 17 2007].

Civerolo, E.L. (1986). "Citrus Bacterial Canker Disease: Worldwide Perspective. Proceedings of the Second Congress of the International Society of Citrus Nurserymen. Riverside, California, 132-138 p.

Duveiller E. L.; Fucikovskg and K. Rodolph. (1997). The bacterial diseases of wheat: concepts and methods of diseases management. México, D. F. CIMMYT.

Elliot, C. (1951). Manual of bacterial Plant Pathogens 2 nd edition. Waltham, Massachusett: Chronica Botanica. 186 pp.



ISSN 1029-3450



Fukuda, T., Azegami, K. and Tabel, H. (1990). Histological studies on bacterial black node of barley and wheat caused by *P. syringae* pv japonica. Ann Phytopath Soc. Jap. 56 (2) : 252-256.

González, A., A. Miguel y M. Stefanova. (1999). "Cancrosis bacteriana de los cítricos". Boletín técnico. Vol. 5. No. 2. INISAV. Cuba. 7-31p.

Hagedorn, J. D. (1984). Compendium of pea diseases. The American Phytopathological. St Paul, Minnesota, USA: APS Pres.

Hall R., (1991<sup>a</sup>) Compendium of Bean Diseases. The American phytopathological. St Paul, Minnesota, USA: APS Press.

Hall R., (1991<sup>b</sup>). Compendium of Wheat Diseases. The American Phytopathological. St Paul, Minnesota, USA: APS Press. Internacional.

Medina, C. (2000). "El cáncer de los cítricos". Red de desarrollo tecnológico de frutales. Santo Domingo. República Dominicana. [en línea] Disponible en <http://www.agora.org.do/pdf/redfrut/el%20cancer20de%20los%20citricos.pdf>. [Consulta-do: mayo 17 2007].

Otta, J. D. (1974). *P. syringae* incites a leaf necrosis on spring and winter wheats in south Dakota. Plant Dis. Rep 58:1061-1064.

Purcell y Hopkins, Purcell A.H. y Hopkins D.L. (1996). Fastidious xylem-limited bacterial plant pathogens. Annual Review of Phytopathology, (34): 131-151.

Revista Vigilancia Fitosanitaria (2000). Centro Nacional de Sanidad Vegetal. La Habana. 30pp

Rivera, G. (2006). "Bacterias presentes en el sistema vascular de algunos cítricos en Puerto Rico". Tesis (en opción al título de Master en Protección Vegetal)- Universidad de Puerto Rico.

Romero, A.M. (2007). "Greening: ¿Una amenaza para la agricultura argentina? Fac. Agronomía. Buenos Aires, Argentina [en línea] Disponible en <http://www.agro.uba.ar/comunicacion/divulga/citrus.html>. [ Consultado : mayo 17 2007].

Saunt J. 1992. Variedad de cítricos del mundo; Guía Ilustrada, 5-9. Siclair

Smith, I.M.; Dunez, J.; Phillips, D. H.; Archa, S.A. (1988). European handbook of plant Diseases. Blakwell. scientific publications. Pp 137-138.



ISSN 1029-3450



Stefanova , M., Z. Amat y N. Rivera. (1984). “Las bacterias fitopatógenas: taxonomía, epidemiología y control”. Lab. Bacteriología. INISAV. Cuba. Mayo.

Tripepi R.R. and George M. W. (1991). Identification of bacteria infecting seedling of mung bean used in rooting biosays. Journal of the American Society for horticultural Science. 1991,116:1,80-84;24 ref.

**Fecha de recepción:** 09/07/2007

**Fecha de aprobado:** 21/08/2007