



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Volumen 5 No. 1 (Enero-Junio 2010): 34-39

INVURNUS

"En busca del conocimiento"

División de Ciencias Administrativas, Contables y Agropecuarias

REVISIÓN

Agente Causal de la Necrosis Bacteriana en Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*) Podredumbre Anular en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*)

Rueda Puente Edgar Omar^{1*}, Duarte Medina Marisela⁴, Alvarado Martínez Ana Gabriela⁴, Holguín Peña Ramón Jaime², Borboa Flores Jesús³, Tarazón Herrera Mario Antonio¹, Murillo Amador Bernardo², García Hernández José Luís⁵ y Barrón Hoyos Jesús Manuel³

¹Departamento de Administración Agropecuaria. Universidad de Sonora Unidad Regional Norte, campus Santa Ana; ²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S.; ³Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Universidad de Sonora, Hermosillo, Son.; ⁴Estudiante de programa doctoral en Ciencias Agropecuarias del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Ejido Nuevo León, Mexicali, B.C.; ⁵Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Durango, Dgo.

Resumen

A nivel mundial la papa constituye uno de los cultivos más importantes para la alimentación humana. En años recientes se ha detectado en algunas regiones de Estados Unidos (EUA) y Canadá, la bacteria *Clavibacter michiganensis* ssp *sepedonicum* (Cms) la cual provoca la enfermedad denominada podredumbre anular (PA) en el cultivo de papa. Esta bacteria ocasiona una pudrición en el tubérculo, tallos y hojas de este cultivo y tiene la particularidad de diseminarse por semilla. Siendo México un país importador de semilla de papa, las probabilidades de una eventual introducción de esta enfermedad son significativas. El estado de Sonora es una de las regiones más importantes en relación a la producción de papa y otros cultivos en México. Mediante investigación se ha dado a conocer la situación actual de Cms que ocurre en las zonas agrícolas donde se desarrolla el cultivo de papa en el estado de Sonora, en material vegetativo de importación y aquel de procedencia nacional considerado semilla por los productores. Los resultados del diagnóstico a través de medios específicos, anticuerpos conjugados específicos para Cms, formación de capas de inmunocomplejos, revelados enzimáticos y pruebas de patogenicidad, revelan positiva la presencia de Cms en semilla nacional y negativa para la semilla de origen extranjero, mientras que en las etapas vegetativas de plántula, floración y fructificación las pruebas fueron negativas con respecto a la presencia de Cms. La presente revisión, es con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre la epifitiología de *Clavibacter michiganensis* ssp *sepedonicum*.

Palabras Claves: Podredumbre anular, *Clavibacter michiganensis*, papa, anticuerpos conjugados.

Bacterial ring rot on potato crop (*Solanum tuberosum*)

Abstract

Worldwide, potato along with rice, corn and wheat is one of the most important crops for human consumption. The bacterium *Clavibacter michiganensis* ssp *sepedonicum* (bacterial ring rot of potato) has recently been detected in some regions of the United States and Canada. This microorganism is spread by seed and causes rotting of the tubercule, stem, and leaves. Given to the the proximity of the U.S. and Canada to Mexico, and due to Mexico importing its seeds from these two countries The probability for an eventual disease appearing is a serious concern, especially in regions where watermelon production is important. The state of Sonora is a major producer of potato and other crops in Mexico. By means of research there has been announced Cms's current situation that happens in the agricultural zones where the potato crop develops in the condition of Sonora State, in vegetative material of import and that one of national origin considered seed for the producers. The results of the diagnosis considering specific media, specific antibodies for Cms, training of caps of immunoreactions, enzymatic developing and pathogenic test. The results were positive for the presence of Cms in national seed and negative for the foreign seed. The results were negative for all phenological plant stages tested. The present review is with the purpose of enlarging the knowledge on the epiphytiology of *Clavibacter michiganensis* ssp *sepedonicum*.

Keywords: Bacterial ring rot, *Clavibacter michiganensis*, potato, conjugated antibodies.

*Autor para envío de correspondencia: Av. Universidad e Irigoyen, s/n. Col. Ortiz. Caborca, Sonora, Mex. C.P. 83621. Tel/Fax. 52(637)372-65-40. ext. 7656 correo electrónico: jortega@guayacan.uson.mx.

© 2010 Editorial UNISON –URN. Derechos reservados.

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más valiosos para la humanidad. En la mayoría de los países se siembra en superficies extensas, y por el volumen de producción, ocupa el cuarto lugar a nivel mundial (Grageda et al., 2001), constituyendo junto con el arroz, el maíz y el trigo, los cuatro cultivos más importantes para la alimentación humana (Anónimo, 1998; Rouselle y Crosnier, 1999; Grageda et al., 2001; Moctezuma, 2006). En México las principales zonas productoras se localizan en lugares con altitudes que fluctúan desde 15 msnm en entidades federativas como Baja California, Sonora y Sinaloa. En los últimos 10 años, los principales estados productores han sido: Sinaloa, Estado de México, Nuevo León, Chihuahua, Sonora y Guanajuato, quienes en conjunto aportan el 60% del total de la producción nacional (Bolaños, 2006).

El cultivo de la papa es atacado por ciertas enfermedades como la necrosis bacteriana o podredumbre anular de la papa cuyo agente causal es *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum* (Cms). Esta bacteria causa los mayores daños en los tubérculos (Latorre, 1999; Biadene, 1998; Gregory y Andrade, 1996). Dada la patogenicidad que presenta Cms sobre el cultivo de la papa bajo condiciones favorables, y a la diversidad de climas apropiados para que esta se manifieste la enfermedad de la podredumbre anular en la República Mexicana, es considerada de importancia cuarentenaria por la Dirección General de Sanidad Vegetal. En el estado de Sonora, durante el ciclo 2005-06 se presentaron problemas fitosanitarios a nivel de campo en las diferentes áreas de producción de papa. La sintomatología de esos problemas indicó la posibilidad de la presencia *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum*, lo cual generó preocupación entre los productores acerca de la presencia de este patógeno.

Por lo anteriormente expuesto, se consideró importante dar a conocer el status actual del agente causal de la necrosis bacteriana o podredumbre anular de la papa en el estado de Sonora. Los resultados del diagnóstico a través de medios específicos, anticuerpos conjugados específicos para Cms, formación de capas de inmunocomplejos, revelados enzimáticos y pruebas de patogenicidad, revelaron positiva la presencia de Cms en semilla nacional y negativa para la semilla de origen extranjero, mientras que en las etapas vegetativas de plántula, floración y fructificación las pruebas fueron negativas con respecto a la presencia de Cms (Rueda et al., 2009). No obstante lo anterior, aún cuando se haya detectado negativa la presencia de Cms, debido a que el estado de Sonora es un fuerte importador de semilla de

papa de procedencia extranjera, permite que grandes volúmenes de semilla pueda ser una puerta de entrada para Cms. Por lo anterior citado, la presente información, es con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre la epifitología de *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum* que ayude a entender su biología y cuáles son las principales alternativas de solución de este problema fitosanitario.

Situación actual del cultivo de papa.

A nivel mundial la papa junto con el arroz, el maíz y el trigo, constituyen los cuatro cultivos más importantes para la alimentación humana. En el mundo se cultivan más de 10 millones de hectáreas de papa con una producción de 300 millones de toneladas. Los principales países productores de papa son Rusia, China, India, Polonia y Estados Unidos. En México las principales zonas productoras se localizan en lugares con altitudes que fluctúan de los 15 a los 50 msnm en entidades federativas como Baja California, Sonora y Sinaloa. En los últimos 10 años, los principales estados productores en la República Mexicana han sido: Sinaloa, Estado de México, Nuevo León, Chihuahua, Sonora y Guanajuato, quienes en conjunto aportan el 60% del total de la producción nacional (Bolaños, 2006).

Dentro de los citados estados productores, Sinaloa se ha destacado por ser el principal productor de papa en México. Además de ser un proveedor importante de la industria de las frituras y un destacado productor de semilla. El cultivo de esta hortaliza se ubica principalmente en las áreas de riego de la zona norte del estado, en los distritos de Guasave y los Mochis que es una entidad que pertenece al estado de Sinaloa. La principal variedad que se genera en dichas regiones son la Alpha, Atlántica y Diamante (Anónimo, 1998).

Generalidades del cultivo de papa.

En el estado de Sonora, actualmente se siembran una superficie promedio de 3,200 hectáreas de papa, de las cuales el 75% se localiza en la parte baja (altura menor de 800 msnm). Supera en ganancia neta por hectárea a los cultivos de maíz, sorgo forrajero y frijol que son los que mayor superficie de siembra ocupan en el ciclo de verano. La superficie de siembra de esta hortaliza en la sierra es reducida, debido a la falta de mercado seguro para su comercialización (Grageda et al., 2001).

El cultivo de la papa se da bien en los trópicos y en los lugares altos, pudiendo producir rendimientos de 12 ton/ha o más. Probablemente no debe sembrarse a menos de 900 ó 1,200 m de altitud, debido a que se desarrollan mejor a menos de 21 °C, la papa es más susceptible a las enfermedades en las áreas tropicales, especialmente al tizón

tardío, el cual se presenta cuando hay mucha humedad y temperaturas inferiores a 15 °C. El estado latente en semillas, con frecuencia es un problema en los trópicos, donde casi nunca se dispone de almacenamiento en frío, la papa normalmente necesita dos meses de período latente o más, para poder brotar. En México se recomienda el almacenamiento durante dos meses a 12 °C, más tarde a 2 °C y luego a temperatura ambiente, el tiempo suficiente para que brote antes de la plantación (Mortensen y Bullard, 1975).

Necrosis bacteriana ~~o podredumbre anular de la papa~~: una enfermedad de la papa producidas por *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum*.

El agente causal de la podredumbre anular de la papa es un microorganismo que afecta al cultivo de la papa causando los mayores daños en los tubérculos ya que éstos resultan comercialmente inservibles (Cosave, 1991). La necrosis bacteriana de la papa, es causada por *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum* (*Cms*), una bacteria de importancia cuarentenaria, debido a esto, las exportaciones de papa de siembra procedentes de países en el que la enfermedad es endémica, en su mayor parte es restringida. El uso de altos niveles de higiene y de tolerancia cero de la presencia de la bacteria en papas de siembra no ha sido un completo éxito en la erradicación de la enfermedad, ya que la propagación de la enfermedad es a través de tubérculos de papa infectados y equipos contaminados que se utilizan en la producción del cultivo (Laurila et al., 2003).

Clavibacter michiganensis subespecie *sepedonicum* es un patógeno que es difícil de controlar, ya que puede sobrevivir durante mucho tiempo en estado seco de las superficies de los equipos y materiales utilizados en la producción de papa. Además, como la enfermedad a menudo sigue latente en los tubérculos y plantas, los tubérculos que se detectan infectados son los responsables de la propagación de la enfermedad. Por lo tanto, la certificación por inspecciones visuales de los tubérculos o plantas no puede proporcionar el nivel necesario de control de la enfermedad. Es importante disponer de métodos fiables y sensibles para *Cms* en la detección de diferentes sustratos, en especial en tubérculos infectados (Beckhoven et al., 2002).

Cronología de los marchitamientos bacterianos en cultivos de papa.

A partir de 1991 cuando inició el uso de riego presurizado, poco a poco conforme esta tecnología fue sustituyendo al riego rodado, los problemas de bacteriosis inductoras de marchitamiento y con alta capacidad de supervivencia en el suelo se fueron incrementando. Tal es el caso que en 1994,

que reaparece en forma alarmante en el valle de Culiacán el cáncer bacteriano causado por la bacteria *Clavibacter michiganensis*. De 1994 a 1996, esta enfermedad se extendió rápidamente y se estableció en las principales áreas hortícolas de exportación de nuestro país: Sinaloa, Jalisco, Baja California Sur y Baja California Norte (García y Carrillo, 2007).

Efecto de la semilla en la diseminación de enfermedades bacterianas.

En la semilla que se utiliza para la producción de plantas de papa, recientemente se han encontrado nuevas enfermedades como el “cáncer bacteriano”, “la necrosis de médula” y recientemente “la marchitez bacteriana” (Figura 1). En la actualidad, estas enfermedades que provocan marchitamiento con muerte prematura de las plantas se encuentran en las diferentes áreas de nuestro país (Querétaro, Villa de Arista, San Luis Potosí; Sayula, Jalisco; San Quintín, Baja California; Todos Santos, Baja California Sur y Sinaloa) (Moctezuma, 2006).

La transmisión de todos estos patógenos se han relacionado con semilla comercial que se produce fuera de México. Estas bacterias al encontrar condiciones propicias se han arraigado en los suelos de diferentes áreas productoras y año tras año se tiene que invertir en fumigaciones del suelo y follaje de las plantas para prevenir las enfermedades que inducen (Rueda et al., 2006; García y Carrillo, 2007).

Descripción de la “Podredumbre anular” en papa (*Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum*).

La podredumbre anular de la papa es una enfermedad que se está presentando en todo el mundo. Su presencia en muchas regiones es esporádica, pero puede ser devastadora. Los diferentes tipos de papa que se cultivan tanto en campo como en invernadero presentan pérdidas leves o drásticas; sin embargo, la enfermedad es específicamente severa en papa en plantas donde la semilla viene infectada (Figura 2). La enfermedad se observó por primera vez en 1909 en Michigan por E. F. Smith. Hasta 1927, se creyó que la enfermedad estaba confinada al noreste de los Estados Unidos. Después de un tiempo se hicieron numerosos reportes de su presencia en todas las áreas cultivadas de papa en Canadá y en los Estados Unidos (Beckhoven et al., 2002).

Organismo causal de la “Podredumbre anular” en papa (*Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum*).

Clavibacter michiganensis subespecie *sepedonicum*. Es una bacteria Gram positiva y aeróbica, no es motil y no forma cápsula. Las células pueden ser pleomórficas, pequeñas, cocoides, dependiendo de las condiciones de crecimiento, pero las que se encuentran en material vegetal tienen forma

de varilla. Las colonias sobre agar nutritivo son amarillas y alcanzan un diámetro de dos a 3 mm en cinco días. Son lisas y con márgenes enteros (Holger *et al.*, 1999).

Síntomas de la “Podredumbre anular” en papa (*Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum*).

El síntoma principal de la podredumbre anular es un marchitamiento de la planta. Los síntomas iniciales incluyen la torsión de las hojas inferiores hacia la parte de abajo, necrosis marginales de las hojas pequeñas, marchitez del foliolo (con frecuencia en un solo lado de la hoja) y el curvado hacia arriba de los foliolos, inicialmente los pecíolos de las hojas permanecen turgentes hasta que el foliolo se marchita y queda distorsionado (Mills *et al.*, 1997).

Con frecuencia las hojas inferiores se marchitan más rápido, y las superiores permanecen turgentes hasta la fase final de la enfermedad (Figura 3). Sin embargo, la infección inicia con semilla infectada o por heridas cuando el brote lateral o terminal reciente una lesión mecánica o por insectos barrenadores o nemátodos, entonces la enfermedad puede desarrollarse en la porción superior de la planta y se mueve rápidamente hacia arriba, provocando la muerte de la planta en pocos días, sobre todo si la infección ocurre cuando las plantas se encuentran en la formación de los primeros frutos y si los tejidos son muy turgentes. Puede haber desarrollo de raíces adventicias en la base del tallo (Mills *et al.*, 1997).

En algunos casos en los tallos se pueden presentar unas bandas con decoloración externa y los tubérculos nuevos una especie de acuosidad. Sin embargo, en la parte externa de los tallos no se presenta ninguna alteración. Internamente, los tejidos vasculares de los tallos y parte central superior de los pecíolos muestran un color amarillo claro a café, y más tarde se vuelven de color café rojizo. Tales decoloraciones son más prominentes en los nudos. Eventualmente la médula se llega a decolorar y toma un aspecto amarillo (Anónimo, 2006).

Mills *et al.*, (1997), indican que los tallos con la podredumbre anular solamente muestran una poca cantidad de flujo bacteriano y el tejido afectado adquiere un aspecto esponjoso, un flujo de color amarillo puede salir de los tallos cortados cuando se aplica una ligera presión. Bajo condiciones de alta humedad y poca luz, se pueden presentar manchas en hojas de color verde pálido a blanco crema, rodeadas por anillos oscuros de tejidos necróticos (Figura 4). Estas manchas se secan rápidamente y la lesión adquiere una apariencia papulosa (se produce una reacción de hipersensibilidad) (Mills *et al.*, 1997).

En tubérculos iniciales que se encuentran en plantas con síntomas evidentes de la podredumbre anular, en el área de

unión con la raíz se puede observar puntos amarillos en la zona de tejidos vasculares, esta coloración amarilla se desplaza por estos tejidos hasta el embrión de las semillas y por ello la diseminación de esta bacteria por semilla. Posteriormente cuando los tubérculos están maduros, al realizarles un corte transversal el tejido vascular presentan un color oscuro y acuoso sobre ella. Los síntomas en los tubérculos, son lesiones sobre la médula de color claro blanco opaco a café oscuro. Las áreas vasculares amarillas de la semilla no siempre se presentan, únicamente cuando existen condiciones favorable, pero cuando se encuentra este tipo de síntomas son de mucha ayuda en el diagnóstico (Anónimo, 2004).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología de la “Podredumbre anular” en papa (*Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum*).

Las fuentes de inóculo para esta enfermedad pueden ser residuos de plantas en el suelo, malezas hospedantes, plantas voluntarias, estacones de madera contaminados y semilla. La diseminación secundaria puede ocurrir por medio del salpique del agua, equipo contaminado y las manos de los trabajadores; la enfermedad también es diseminada al realizar prácticas culturales como escarda y aporte de tierra al surco. En el cultivo de papa, los síntomas de cáncer pueden ser obvios en los tallos en donde los hilos han causado abrasión. En trasplantes podados con tijeras el periodo latente puede ser de tres a seis semanas (Mills *et al.*, 1997).

Las plantas infectadas de semilla pueden morir, no producir frutos o pueden no mostrar síntomas de enfermedad. La diseminación secundaria con frecuencia provoca los síntomas foliares descritos. Sin embargo, la diseminación secundaria ocasionada por prácticas culturales da como resultado una infección sistémica con muerte o daños evidentes en muchas plantas que se encuentran en una sola hilera dentro del cultivo. Los cultivos de papa que se desarrollan en áreas en donde se presentó la enfermedad, frecuentemente muestran daños por la podredumbre anular. Su sobrevivencia de una temporada a otra es principalmente en tubérculos infectados, los cuales pueden manifestar síntomas o, por el contrario, presentar una apariencia totalmente normal (infección latente). También puede permanecer viable por nueve meses o más como mucosidad seca adherida a bolsas, canastos, etc. (Latorre, 1999).

Interacciones entre *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum* y sus plantas huésped.

Las bacterias de *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum* presentan una capa de protección contra la deshidratación. Esa capa esta formada por exopolisacáridos (EPS), los cuales están formados en su mayoría por ácidos orgánicos y carbohidratos. Los EPS pueden actuar como

intercambiadores de iones, concentrando minerales y nutrientes, así como vinculantes de compuestos tóxicos. Particularmente en el contexto de la interacción patógena con células vegetales, los EPS pueden impedir el reconocimiento de la planta de papa hacia el patógeno por el sistema de defensa de la planta; generalmente realizándolo por bloqueo de aglutininas o lectinas o bien desintoxicando fitoalexinas o especies reactivas de oxígeno. Además, los EPS también median en la adhesión a la superficie de la raíz promoviendo la infección y posterior colonización, lo cual es un requisito previo para el desarrollo de la enfermedad. El peso molecular de los EPS en el género *Clavibacter* varía de uno a 10 MDa. Actualmente los estudios de EPS están siendo encaminados a detectar si existe una región y que papel desempeña realmente en la patogenicidad (Holger *et al.*, 1999).

Por otra parte, se han identificado enzimas extracelulares que actúan en el reconocimiento de las primeras etapas de la infección. Enzimas extracelulares como celulasas y pectinasas capaces de degradar las paredes de las células vegetales. Asimismo las enzimas extracelulares secretadas por la bacteria también contribuyen al marchitamiento debido a la degradación del xilema y células adyacentes y parenquimatosas. Entre otro factor de interacción de la bacteria con el huésped figura un plásmido nativo donde al parecer esta involucrado el gen de patogenicidad (Holger *et al.*, 1999).

Factores que afectan la supervivencia de *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum* en el agua.

La enfermedad bacteriana comúnmente conocida como podredumbre anular de la papa *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicum* (*Cms*), puede causar daños considerables ya sea directamente por las pérdidas de cultivos durante el crecimiento y el almacenamiento, rechazo de los lotes de semillas infectadas, o en particular, debido a los gastos derivados de las medidas adoptadas para impedir una nueva difusión de este organismo de cuarentena. Un solo tubérculo infectado con *Cms* puede ser suficiente para dar lugar a graves consecuencias y a daños económicos, debido a una tolerancia nula para la enfermedad (Mills *et al.*, 1997).

El patógeno es de amplia distribución geográfica; informes indican que en treinta países de los cinco continentes está distribuida la enfermedad. Sólo a través de una intensa y bien estructurada erradicación de Campaña, la diseminación del *Cms* puede ser reducida. Este patógeno es conocido como un organismo biotrófico que puede desarrollarse en plantas hospederas. Sin hospedantes la bacteria puede sobrevivir si esta se limita a una baja

actividad metabólica y con una baja competencia microbiana (Van der Wolf y Beckhoven, 2004).

Actualmente, se le ha estado dando importancia al agua de riego como un factor de sobrevivencia, sobre todo aquella que proviene de partes superficiales y que es utilizada para el riego de un cultivo de papa o como disolvente para agentes de protección de los cultivos. Asimismo, la contaminación de aguas superficiales con *Cms* es más peligrosa si las malezas sobre todo aquellas solanáceas infectadas se desarrollan a las orillas de los ríos (Mills *et al.*, 1997).


Lo anterior ha sido corroborado con especies bacterianas como *Ralstonia solanacearum*, organismo causal de la “vaquita” o “podredumbre parda de la papa”, que se le ha visto asociada con malas hierbas perennes que crecen a lo largo de ríos jugando un papel importante en la epidemiología de esta enfermedad (Van der Wolf y Beckhoven, 2004).

Conclusiones

La prueba del material de siembra para lograr el estatus libre de patógenos es un método importante, si bien no exclusivo, para controlar las enfermedades bacterianas de las plantas. La situación ideal es la generación de un entorno libre de patógenos utilizando materiales de siembra sin patógenos o resistentes a los patógenos o enfermedades, pero esta situación no es siempre posible en la práctica.

Para la mayoría de los patógenos bacterianos, la resistencia no está disponible en hospedantes cultivados y la producción de material de cultivo libre de patógenos debe, por lo tanto, buscarse a través de estrictos esquemas de certificación a través de diversas rutas que incluyen: (i) detección, con la posterior destrucción del material infectado o contaminado de la cadena de producción; (ii) sistemas producción de material libre de patógenos; (iii) desinfección superficial de plantas o semillas contra patógenos bacterianos epífitos; y (v) evitación o descontaminación de los factores de producción contaminados, tales como el sustrato, suelo o agua de riego. Sin embargo es importante indicar que ninguno de estos métodos puede garantizar la ausencia al 100% del patógeno o la enfermedad durante la multiplicación del cultivo a partir de materiales certificados.

La importancia del conocer la biología de cualquier agente causal de enfermedades juega un papel primordial para evitar un manejo inadecuado??? cuando de epidemias en nuevos suelos agrícolas se trate ya que el control más

eficiente de las enfermedades bacterianas podría esperarse a través de la combinación de ese conocimiento con el uso de material de siembra sano y probado y las buenas prácticas de cultivo. 

Agradecimientos

Al Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Filogenéticos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo

Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) por la propuesta aprobada: "Detección De Enfermedades Bacterianas De Importancia Cuarentenaria En Material Vegetativo De Importación En Zonas Agro-Productoras" con Clave de Registro: 12067. El presente estudio figura como parte del proyecto institucional de la División de Ciencias Administrativas Contables y Agropecuarias del Campus Santa Ana, de la Universidad de Sonora denominado: Análisis Fitopatológicos en Cultivos Agrícolas del Estado de Sonora con clave: CD-DCACA-0904-15.

Bibliografía

- Anónimo. 1998. La papa en México, un cultivo con potencialidad. En: Revista Claridades Agropecuarias. Ed. Abriendo surcos. N° 59. México. pp. 3-15.
- Anónimo. 2004. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum*. OEPP, EPPO. Bulletin 34, 323-325.
- Anónimo. 2006. *Clavibacter michiganensis* ssp. *Sepedonicum*. OEPP, EPPO. Bulletin 36, 99-109
- Beckhoven, J. R., D. E. Stead and J. M. Wolf. 2002. Detection of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum* by AmpliDet RNA, a new technology based on real time monitoring of NASBA amplicons with a molecular. Journal of Applied Microbiology beacon 93, 840-849.
- Biadene, G. 1998. Las enfermedades de la patata. Ed. Mundi-Prensa. 1ª edición. España. pp. 1-80.
- Bolaños, C. J. 2006. El cultivo de papa. En revista: de riego, p-14.
- Cosave, M. A. 1991. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum*, método cuarentenario N°1. En: Procedimientos y métodos analíticos para materiales de propagación. Montevideo, Uruguay. pp 82-95
- García-Estrada, R. S. y J. A. Carrillo Fasio. 2007. Biología y Manejo de Marchitez y Cáncer Bacteriano In: Primer simposio nacional de bacterias fitopatógenas. Jalisco, Méx. pp. 18-23.
- Grageda, G. J., M. T. Cervantes, M. P. Ortega, P. R. Sabori, C. M. Chavez, C. A. Fun y L. A. Maldonado. 2001. Manual para la producción de cultivos agrícolas y forrajeros de la sierra de Sonora. Hermosillo. pp. 90-100.
- Gregory, P. y H. Andrade. 1996. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Ed. Stella. Lima-Perú. pp.7 y 8.
- Holger, J., B. Rainer, A. Burger, J. Ahlemeyer and R. Eichenlaub. 1999. Interaction between *Clavibacter michiganensis* and its host plants. Environmental Microbiology. 1 (2), 113-118.
- Latorre, G. B. 1999. Enfermedades de las plantas cultivadas. Ed: Alfaomega. 5ª edición. México. pp. 308-310.
- Laurila, J., M. C. Metzler, C. A. Ishimaru and V. M. Rokkaa. 2003. Infection of plant material derived from *Solanum acaule* With *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum*: temperature as a determining factor in immunity of *S. Acaule* to bacterial ring rot. Plant Pathology. 52: 496-504
- Mills, D., B. W. Russell and J. W. Hanus. 1997. Specific detection of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum* by amplification of three unique DNA sequences isolated by subtraction hybridization. Phytopathology 87:853-861.
- Moctezuma, G. R. 2006. Relevancia de la papa en México. En revista: productores de Hortalizas. Ed. Meister. México. p. 16.
- Mortensen, E. y E. Bullard. 1975. Horticultura tropical y subtropical. Ed. Pax - México. 3ª edición. México. pp. 102 y 103.
- Rouselle, P. y R. J. Crosnier. 1999. La patata. Ed. Mundi-Prensa. 2ª edición. España. pp. 76 y 77.
- Rueda, P. E. O., M. A. H. Tarazón, F. A. Hernández, B. Murillo y J. L. García. 2006. Producción de Antisuero contra la Mancha Bacteriana del Fruto [*Acidovorax avenae* pv. *citrulli* (Schaad, Sowell, Goth, Colwell y Webb) Willems, Goor, Thielemans, Gillis, Kersters y De Ley] y detección en el Cultivo de Sandía (*Citrullus vulgaris* Schrad.) en la Comarca Lagunera, México. Revista Mexicana de Fitopatología. 24: (2) 129-135.
- Rueda-Puente Edgar Omar, Maricela Duarte Medina, Ana Gabriela Alvarado Martínez, Adrián Mauricio García Ortega, Mario Antonio Tarazón Herrera, Ramón Jaime Holguín Peña, Bernardo Murillo Amador, José Luis García Hernández, Arnoldo Flores-Hernández and Ignacio Orona-Castillo. 2009. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*: Una Enfermedad Bacteriana En El Cultivo De Papa (*Solanum Tuberosum* L.) En Sonora, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10 169 - 175
- Van der Wolf, J. M., J. R. C. M. Beckhoven, A. Hukkanen, R. Karjalainen and P. Muller. 2005. Fate of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*, the Causal Organismo Bacterial Ring Rot of Potato, in Weeds and Field Crops. J. Phytopathology 153, 358-365.