

Enfermedades Bacterianas Asociadas a Caña de Azúcar

Hilda Victoria Silva Rojas, Colegio de Postgraduados Patología y Biotecnología de Semillas, Km. 36.5 carretera México Texcoco, Montecillo, Edo. de México CP 56230, México. Correspondencia: hsilva@colpos.mx

Las industrias dedicadas a la producción de caña de azúcar (*Saccharum spp.* híbridos) en el mundo están generando cada día tecnologías más eficientes para competir con los mercados internacionales en la obtención de azúcar a bajo costo. Esta producción se basa principalmente en el uso de variedades resistentes a enfermedades, por lo que los programas de mejoramiento genético mediante la hibridación entre las especies o variedades de caña de azúcar es una de las responsabilidades más importantes para los países productores de todos los hemisferios.

Dentro de las enfermedades bacterianas que afectan la producción de caña de azúcar se han reportado al moteado bacteriano (Bacterial mottle) causado por *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. (= *Pectobacterium chrysanthemi*) en Australia, la falsa estría roja (False red stripe) por *Xanthomonas sp.* en Brasil, la gomosis (Gumming) por *Xanthomonas axonopodis* pv. *vasculorum* en 22 países de América, África y Asia, la escaldadura de la hoja (Leaf scald) por *Xanthomonas albilineans* en 66 países de los cinco continentes, la raya moteada (Mottle stripe) por *Herbaspirillum rubrisubalbicans* (= *Pseudomonas rubrisubalbicans*) en 30 países, principalmente en América y África, el raquitismo de la soca (Ratoon stunting) por *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* (= *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*) distribuida en 63 países alrededor del mundo, la línea roja (Red streak) por *Pseudomonas syringae* (= *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) en Irán y Japón, y la raya roja (Red stripe) por *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (= *Pseudomonas rubrilineans*) presente en 61 países a nivel mundial (1).

Estas enfermedades se transmiten de un país a otro o de un campo al contiguo, a través de la semilla asexual, estacas o esquejes infectados vía sistémica, a través de heridas, viento o agua. La diseminación de bacterianas a través del uso de herramientas durante las labores culturales y la cosecha es uno de los mecanismos más frecuentes de contaminación y significa un riesgo en el proceso de movilización internacional de semilla.

Para evitar la introducción de enfermedades en caña de azúcar y el daño potencial que pudiera causar, se estableció la Norma Oficial Mexicana NOM-016-FITO-1995, por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas de la caña de azúcar, en esta norma se encuentran mencionadas las siguientes agentes causales de enfermedades: *X. axonopodis* pv. *vasculorum*, *X. albilineans* y *L. xyli* subsp. *xyli*.

X. axonopodis pv. *vasculorum* y *X. albilineans* son bacterias Gram negativas, aeróbicas, pertenecientes a las gamaproteobacterias. En el caso de *X. axonopodis* pv. *vasculorum*, presentan dos fases de infección: foliar y sistémica. En la fase foliar, se observan rayas en las hojas de 3 a 6 mm de ancho que se inician en el margen hacia la

base de la hoja paralela a los haces vasculares. Estas rayas son de color amarillo a naranja con manchas rojas tornándose de color café, en cultivares altamente susceptibles y cuando las condiciones ambientales son favorables, la bacteria avanza por la lámina y la vaina e infecta el tallo. La fase sistémica se caracteriza por una coloración rojiza de los haces vasculares en los nudos, y la presencia de exudados a manera de goma en el tallo. Otra característica de esta etapa, es la clorosis parcial o total de hojas nuevas en los tallos maduros, la clorosis también puede ocurrir en los nuevos brotes como resultado del contacto con hojas contaminadas.

En el caso de *X. albilineans*, la infección foliar se caracteriza por la presencia de rayas blanquecinas a amarillas que van desde el ápice o margen de la hoja a la base. Se presentan cuatro fases: fase latente, crónica, aguda y eclipse. La infección latente o la ausencia de síntomas es un rasgo característico de la enfermedad, en la fase crónica, se observa unas finas líneas blancas de 1-2 mm de ancho que se extiende desde varios centímetros a casi toda la longitud de la hoja. Se puede producir una clorosis parcial o total y un encarrujamiento de las hojas hacia el interior, dando la apariencia de escaldadura. Los tallos afectados presentan un desarrollo anormal de los brotes laterales, a este estado se conoce como fase crónica, también el tallo muestra una coloración rojiza de los haces vasculares especialmente en los nudos. En la fase aguda de la enfermedad, se produce la muerte súbita de la planta en presencia o ausencia de síntomas, finalmente en la fase eclipse se observa la aparición y desaparición de las líneas blanquecinas después de la senescencia de las hojas.

≅ *L. xyli* subsp. *xyli*, es una actinobacteria, corineforme, fastidiosa, Gram positiva y aeróbica. No hay síntomas de diagnóstico confiable debido a que el síntoma de retraso en el crecimiento de la planta puede variar considerablemente y puede ser originado por otras causas. Los rendimientos pueden ser afectados negativamente, incluso cuando el retraso del crecimiento no es obvio. La reducción del rendimiento es causada por un crecimiento más lento de los tallos, que pueden ser más delgados y cortos, y cuando la enfermedad es grave se presenta una reducción en el número de tallos. Tallos infectados de algunos cultivares susceptibles pueden mostrar decoloración interna, pero estos síntomas a veces son efímeros. En tallos maduros, la intensidad de la decoloración puede variar entre los cultivares de un tiempo a otro, y van desde el amarillo, naranja, rosa y rojo a marrón rojizo en los nudos y puede extenderse hasta el entrenudo. Síntomas en tallos jóvenes pueden ser observados en algunos cultivares al realizar un corte longitudinal en tallos de 2 meses de edad. Los síntomas aparecen como decoloración rosada justo debajo de la zona de meristemático apical y pueden extenderse hacia abajo

aproximadamente en un centímetro.

Para conocer los mecanismos de patogenicidad de estas enfermedades y establecer mejores medidas de control, se ha iniciado el proceso de secuenciación de los genomas completos de *X. albilineans* y *L. xyli* subsp. *xyli*. *X. albilineans* tiene una longitud de 3.7 Mb, esta bacteria tiene un genoma reducido y no posee genes *hrp*. El análisis filogenético usando las secuencias genómicas de *X. albilineans* reveló que su genoma experimentó una evolución reduccionista. La adaptación al pobre contenido de nutrientes en los elementos del xilema y el nicho ecológico de los vasos del xilema probablemente favoreció esta evolución convergente en el que se encuentra también la albicidina, la única toxina producida por esta bacteria (3).

La secuencia del genoma de *L. xyli* subsp. *xyli*, es de 2,6 Mb de longitud y tiene 307 pseudogenes, lo que es más que cualquier bacteria fitopatógena secuenciada hasta la fecha. Muchos de estos pseudogenes, si son funcionales, probablemente están implicados en la degradación de heteropolisacáridos de plantas, la absorción de azúcares libres, y la síntesis de aminoácidos. Aunque *L. xyli* subsp. *xyli* sólo se ha identificado colonizando los vasos del xilema de la caña de azúcar, el número de genes reguladores predichos y los transportadores de azúcar son similares a los de organismos de vida libre. Algunos de los genes de

patogenicidad previstos parecen haber sido adquiridos por transferencia lateral e incluyen genes de celulasa, pectinasa, la proteína que induce marchitamiento, lisozima y desaturasa. La presencia de este último puede contribuir al retraso en el crecimiento, ya que es probable que participen en la síntesis de ácido abscísico, una hormona que detiene el crecimiento (2).

Referencias Bibliográficas

- Rott, P., Bailey, R. A., Comstock, J. C., Croft, B. J., and Saumtally, A. S. (eds.). 2000. A guide to sugarcane diseases. CIRAD. France. 343 pp.
- Monteiro-Vitorello, C. B., Camargo, L. E., Van Sluys, M. A., Kitajima, J. P., Truffi, D., *et al.* 2004. The genome sequence of the Gram-positive sugarcane pathogen *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*. *Mol Plant Microbe Interact.* 17:827-836.
- Pieretti, I., Royer, M., Barbe, V., Carrere, S., Koebnik, R., Cociancich, S., Couloux, A., *et al.* 2009. The complete genome sequence of *Xanthomonas albilineans* provides new insights into the reductive genome evolution of the xylem-limited Xanthomonadaceae. *BMC Genomics* 10:616.