

NTF 19-022

## Control biológico de pudrición blanda del cogollo del agave



Planta de agave con pudrición blanda del cogollo  
(*Pectobacterium* [Erwinia] *carotovora*)<sup>1</sup>

### Importancia

El cultivo de agave es muy importante para México, ya que los productos derivados de éste representan una importante fuente de ingresos para los productores, industrializadores y comercializadores. La planta de agave es la materia prima para la elaboración de tequila y mezcal, y México posee la denominación de origen de ambas bebidas que son altamente apreciadas en el mercado internacional. Asimismo, la demanda internacional de tequila se ha incrementado desde 2003 en 26 países, incluyendo China, países miembros del TLCAN y la Unión Europea, los cuales en conjunto consumen anualmente 184 millones de litros (SAGARPA, 2017).

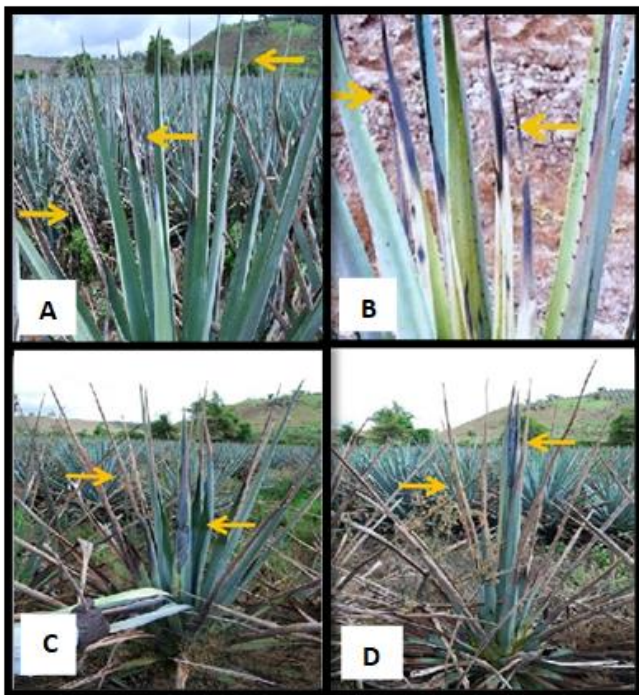
### Enfermedades del cultivo de agave

Las parcelas de agave son monitoreadas de manera permanente para identificar las enfermedades del cultivo, tanto por el Consejo Regulador del Tequila (CRT) como por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Las enfermedades más comunes del cultivo de agave son: marchitez, pudrición del cogollo y mancha gris, sin embargo, en los últimos años este cultivo ha sido afectado por la plaga denominada “picudo del agave” causante de la pudrición blanda del cogollo, ocasionando importantes pérdidas económicas en las plantaciones (SIAP, 2018).

### Pudrición blanda del cogollo en agave

Actualmente existen varias especies de bacterias asociadas a la pudrición del cogollo del agave; incluso se ha sugerido que la enfermedad es un síndrome (CIPF, 2016). Inicialmente Vélez *et al.* (1996) aislaron a *Pectobacterium* (*Erwinia*) sp. del grupo *carotovora* en *Agave tequilana*. Posteriormente, el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal (CNRF-DGSV, 2017) determinaron que *Pectobacterium carotovorum* (*Erwinia carotovora*) es el agente causal de la pudrición blanda del cogollo del agave tequilero var. Azul.

Los primeros síntomas de la pudrición blanda del cogollo en agave aparecen como lesiones necróticas acuosas en las puntas de las pencas y en la mayoría de los casos inician en la espina apical o en las espinas laterales. Sin embargo, estas lesiones avanzan hacia el centro y base del cogollo causando una pudrición descendente de consistencia blanda que llega hasta la piña. Estos daños desintegran el tejido y dejan hueca la piña, dejando únicamente las fibras (Figura 1) y ocasionando la muerte de la planta (Rubio, 2007).



**Figura 1. Síntomas de pudrición blanda del cogollo en agave:** A) inicio del síntoma en la punta de las pencas, B) lesiones necróticas en las puntas de las pencas, C) lesiones necróticas que avanzan hacia el cogollo y D) síntoma avanzado de la pudrición blanda del cogollo.<sup>2</sup>

El avance de la pudrición blanda de cogollo depende del nivel de humedad que se acumule en las hojas internas del cogollo, es decir, a la película de agua que se forma sobre la superficie de las hojas. La

humedad desplaza los niveles de oxígeno y favorece el desarrollo de la bacteria. La severidad de la enfermedad se incrementa en los predios infestados con malezas, la cuales favorecen la humedad y sirven como fuente de inóculo de la bacteria, ya que ésta puede sobrevivir en la rizosfera. Esta enfermedad puede avanzar 2 cm por día en forma descendente (Castro, 2003).

La presencia y diseminación de la pudrición blanda del cogollo de agave se ha asociado con el picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) como insecto transmisor, es decir, se han detectado células bacterianas en la superficie externa del insecto, las cuales utilizan como vías de entrada las heridas que causa el mismo insecto al alimentarse de la planta (Rubio, 2007).

La dispersión de la bacteria también se ha asociado con la presencia de *Drosophila melanogaster* o mosca de la fruta (Brewer *et al.*, 1980). Sin embargo, se ha reportado que la bacteria al infectar las larvas de *Drosophila* activa el sistema de respuesta inmune del insecto, es decir, el sistema inmune innato reconoce compuestos microbianos y desencadena una respuesta antimicrobiana (Basset *et al.*, 2000, Keita *et al.*, 2017), por lo que no existe seguridad en que disemine la bacteria.

Por otra parte, Aquino *et al.* (2009) demostraron que, bajo condiciones de campo, el suelo no es un agente causal que transmita o sea hospedante de *P. carotovorum*, mientras que las hojas o pencas de agave frescas o húmedas cortadas y tiradas en el suelo si alojan la bacteria, sin embargo, si éstas ya están secas, la bacteria no sobrevive.

## Control biológico

Debido a la importancia del agave tequilero, a partir de 2013 el SENASICA implementó la campaña contra plagas reglamentadas del cultivo de agave con la finalidad de disminuir los niveles de infestación del picudo del agave y reducir la incidencia de las enfermedades, entre ellas la pudrición del cogollo (DGSV-CNRF, 2017).

Existen varias estrategias para controlar las enfermedades de los cultivos como los antibióticos químicos y el cobre, los cuales se han utilizado durante muchos años; también se han desarrollado otras estrategias como el uso de ciertas prácticas culturales, activadores y genes de resistencia en plantas, las cuales se utilizan ampliamente para controlar diversas enfermedades bacterianas. Sin embargo, existen reportes de resistencia al cobre en muchos patógenos bacterianos, pocos bactericidas efectivos y varios genes de resistencia a antibióticos codificados por plásmidos. Por lo tanto, se requieren nuevas estrategias para el control de enfermedades bacterianas. Entre las nuevas estrategias para el control de estas enfermedades se han propuesto alternativas biológicas como bacteriocinas o bacteriófagos (Lim *et al.*, 2013).

Krzyzanowska *et al.* (2012) evaluaron varios agentes de biocontrol considerando su capacidad *in vitro* para inhibir el crecimiento de al menos una cepa patógena e inactivar la acil-homoserina lactona (AHL) involucrada en la reproducción celular de *Pectobacterium*, la cual origina la pudrición blanda del agave. Entre estos agentes de biocontrol se encuentran *Pseudomonas sp.* y *Bacillus sp.* Aunque la mayoría de los aislados indujeron antibiosis *in*

*vitro* esto no garantiza la eliminación de esta enfermedad en la planta.

Lim *et al.* (2013) aislaron al bacteriófago PP1, el cual desintegra las células de *P. carotovorum* perturbando su membrana plasmática. Asimismo, estos autores descubrieron que el crecimiento de lechugas tratadas con PP1 después de inocularlas con *Pectobacterium* fue similar al de la muestra testigo no tratada con *Pectobacterium*. Esto indica que el bacteriófago PP1 tiene potencial de control biológico.

Li *et al.* (2018) evaluaron 12 aislados de *Bacillus subtilis* (BS) contra *P. carotovorum*. La cepa que produjo BS con excelente actividad antibacteriana se identificó como *Myxococcus sp.* Los resultados obtenidos de pruebas realizadas en flores de Alcatraz en macetas mostraron que las cepas de BS redujeron la incidencia de la pudrición blanda de 75% a 19.8%, así como de 6.3 a 6% la severidad de la enfermedad. Cuando se aplicaron las cepas de BS al suelo, las plantas tratadas mostraron niveles de crecimiento significativamente más altos y un mayor número de tubérculos de progenie que los controles no tratados. Debido a sus múltiples características benéficas, las cepas BS tienen el potencial de convertirse en un agente de biocontrol que promueven el crecimiento de la planta para estrategias integradas de manejo de enfermedades y salud.

## Recomendaciones

1. Uso de material propagativo sano y/o certificado que provenga de cultivo *in vitro*.
2. Las herramientas de poda, cosecha y otros implementos que se utilicen durante las labores del cultivo, se deben de desinfectar



- con sales cuaternarias a una concentración mínima del 2% cada determinado número de plantas (50 por ejemplo).
- Realizar actividades de muestreo (actividades de vigilancia epidemiológica), la cual se debe de intensificar en los periodos de lluvia y deben complementarse con el muestreo del principal insecto transmisor (*S. acupunctatus*).
  - Las pencas que manifiesten los primeros síntomas de esta enfermedad deben cortarse 50 cm por debajo de la zona de avance de la enfermedad, el material vegetal podado se debe de sacar del predio y quemar en un lugar apartado.
  - Fertilizar adecuadamente al cultivo durante su crecimiento y realizar análisis foliares para monitorear su nutrición.
  - Realizar un análisis fitopatológico para identificar si nuestro suelo presenta patógenos fúngicos y representen un riesgo para el cultivo.

## Referencias

- Aquino, B.T., J. Ruiz, y M.A. Iparraguirre. 2009. Métodos de control de *Pectobacterium carotovorum* y de su portador *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, en agave mezcalero en Oaxaca, México. *Centro Agrícola* 36(4): 33-36.
- Basset, A., R.S. Khush, A. Braun, L. Gardan, F. Bocard, J.A. Hoffmann, and B. Lemaitre. 2000. The phytopathogenic bacteria *Erwinia carotovora* infects *Drosophila* and activates an immune response. *Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America*, 97(7): 3376-3381.
- Brewer, J.W., M.D. Harrison, and J.A. Winston. 1980. Differential attraction of *Drosophila melanogaster* Meig. to potato tissue infected with two varieties of *Erwinia carotovora*. *American Potato Journal*, 57(5): 219-224.
- Castro, V. 2003. Incidencia y distribución de marchitez y pudrición del cogollo del agave (*Agave tequilana* weber variedad azul) en la zona sur de Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Guadalajara, México. 71 p.
- CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria). 2016. Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 08. 1998. Determinación de la situación de una plaga en un área. Secretaría de la Convención Internacional de Protección fitosanitaria. FAO-IPPC. 12p. Disponible en: <http://cort.as/-JR6p>  
Fecha de consulta: 2019-06-10
- CNRF-DGSV. 2017. Pudrición Blanda del cogollo del Agave. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. SAGARPA-SENASICA. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria - Dirección General de Sanidad Vegetal. Tecámac, México. 16 p.
- Keita, S., A. Masuzzo, J. Royet, and C.L. Kurz. 2017. *Drosophila* larvae food intake cessation following exposure to *Erwinia* contaminated media requires odor perception, *Trap 1* channel and *evf* virulence factor. *Journal of Insect Physiology* 99: 25-32.
- Krzyzanowska, D.M., M. Potrykus, M. Golanowska, K. Polonis, A. Gwizdek-Wisniewska, E. Lojkowska, and S. Jafra. 2012. Rhizosphere bacteria as potential biocontrol agents against soft rot caused by various *Pectobacterium* and *Dickeya* spp. strains. *Journal of Plant Pathology* 94(2): 367-378.
- Li, Z., T. Wang, X. Luo, X. Li, C. Xia, Y. Zhao, X. Ye, Y. Huang, X. Gu, H. Cao, Z. Cui, and J. Fan. 2018. Biocontrol potencial of *Myxococcus* sp. strain BS against bacterial soft rot of calla Lily caused by *Pectobacterium carotovorum*. *Biological control*. 126: 36-44.
- Lim, J., S. Jee, D.H. Lee, E. Roh, K. Jung, C. Oh, and S. Heu. 2013. Biocontrol of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* Using Bacteriophage PP1. *J. Microbiology Biotechnology* 23(8): 147-1153.



Rubio, C. R. 2007. Enfermedades del cultivo de agave. pp. 169-195. *In*: Rulfo-Vilchis O., Pérez-Domínguez J.F., del Real-Laborde J.I., and Byerly-Murphy KF. (eds.). Conocimiento y prácticas agronómicas para la producción de *Agave tequilana* Weber en la zona de denominación de origen del tequila. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Libro técnico Núm. 4. México. 196 p.

SAGARPA. 2017. Planeación agrícola 2017-2030: Agave Tequilero y Mezcalero Mexicano. Cd. Mx, México. 20p.

SIAP. 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola.

Disponible en: <http://cort.as/-JZAY>

Fecha de consulta: 2019-06-10.

Vélez, G.C., C. Álvarez, y G.B. Rodríguez. 1996. Aislamiento de *Erwinia* del grupo *carotovora* como patógeno de *Agave tequilana*. Resumen XXIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Guadalajara, Jal., México. 336 p.

**Fuentes de imágenes:**

1. <https://bit.ly/2IFTvik>
2. <https://bit.ly/2WEZrlr>