



Biocontrol de hongos fitopatógenos en cítricos

Por Eliseo Trujillo-Negrellos, estudiante de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Genómica, Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional con sede en Reynosa, Tamaulipas.
Correo electrónico:
etrujillon0800@ipn.mx

RESUMEN

La citricultura es una de las actividades agrícolas de mayor relevancia en el mundo. México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en cuanto a producción y entre los estados con mayores cosechas se encuentra Tamaulipas. Por otra parte, los cítricos albergan una cantidad con-

siderable de enfermedades. En frutos en poscosecha, las pérdidas por enfermedades pueden ser del 5 al 20% en países desarrollados y hasta del 50% en países en desarrollo, y la mayoría de éstas se deben a enfermedades causadas por hongos fitopatógenos. Las principales estrategias utilizadas para el control de las enfermedades de los cítricos han sido con fungicidas sintéticos; sin embargo, deben reducirse por el riesgo que representan sus residuos, ya que pueden resultar



tóxicos, tanto para el ambiente como para la salud humana. El control biológico es una estrategia viable para el combate de enfermedades causadas por fitopatógenos. Se basa en la utilización de microorganismos antagonistas que ejercen su acción de biocontrol por diferentes mecanismos. El propósito de este trabajo es dar a conocer los estudios realizados en el biocontrol de enfermedades causados por hongos fitopatógenos.

PALABRAS CLAVE: Biocontrol, hongos fitopatógenos, cítricos, antagonistas

ABSTRACT

The citrus production is one of the agricultural activities with most relevance in the world. Mexico occupies the fourth slot in the

world on a level of production and Tamaulipas is amongst the states with more crops in the country. On the other hand, citrus fruits hold a great variety of diseases. In developed countries the losses to these diseases are from 5 to 20 percent of the crops and in developing countries almost a 50 percent and in the majority of these the losses are due to a fungi named phytopathogen. The main strategies used in the control of these diseases have been synthetic fungicides, nevertheless the use of these fungicides can affect nature and the human health. Biological control has been the most viable strategy in the combat of these diseases caused by



FIGURA 3. Hoja de cítrico infectada con un hongo fitopatógeno de *Colletotrichum ssp.*

phytopathogen. This strategy is based in the use of antagonist microorganisms that do their job through different mechanisms. The purpose of this work is to show the results of the studies based on the biocontrol of diseases caused by phytopathogen fungi.

KEY WORDS: Biocontrol, phytopathogen fungi, citrus fruit, antagonists.

INTRODUCCIÓN

La citricultura es una de las actividades agrícolas de mayor relevancia en el mundo, superando en volumen a cultivos como plátano, uva y manzana, y en México ocupa el cuarto lugar

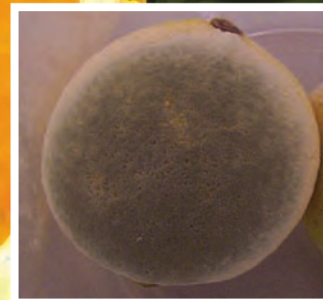


FIGURA 1. Naranja infectada con *Penicillium digitatum*.



FIGURA 2. Cepa de *Colletotrichum acutatum* aislada en la región citrícola de Tamaulipas.

a nivel mundial después de Brasil, Estados Unidos y China (FAO, 2006). Los cítricos son afectados por una cantidad considerable de enfermedades, las cuales en su mayoría son causadas por hongos fitopatógenos (Sampaio-Passos, 2005). A nivel mundial, las pérdidas poscosecha se estiman alrededor del 50% de la producción total y la mayoría de éstas se deben a enfermedades causadas por hongos y bacterias (El-Ghaouth, 1997). En frutos en poscosecha, las pérdidas por enfermedades pueden ser del 5 al 20% en países desarrollados y hasta del 50% en países en desarrollo por cuestiones de infraestructura (Janisiewicz y Korsten, 2002).



AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO	TIPO	PATÓGENO	PRODUCTOS COMERCIALES
<i>Pseudomonas syringae</i> ESC 10, 11	Bacteria	Postcosecha <i>Botrytis</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Geotrichum</i>	Bio-save 100 y 1000. Bio-save 110 (Eco-Science)
<i>Pseudomonas ohiororaphis</i>	Bacteria	<i>Fusarium</i> , entre otros	Cedomon (Bio Agri)
<i>Bacillus subtilis</i> GB07	Bacteria	Patógenos de plántulas	Epic (Gustafson)
<i>Trichoderma Polysporium</i>	Hongo	<i>Gacumannomyces graminis</i> podredumbres del cuello	BINAB T (BINAB USA, Inc.)
<i>Trichoderma spp.</i>	Hongo	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phyitium</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Fusarium</i>	Promot (J.H. Biotech, Inc.), Trichopel (Agrimm Biologicals)
Micorriza	Hongo	<i>Botrytis</i> , <i>Pythium</i>	Vaminoc (AGC Microbiol)
<i>Candida oleophila</i> 1-182	Levadura	Postcosecha <i>Botrytis spp.</i> , <i>Penicillium</i>	Aspire Oncogen

TABLA 1.

Biofungicidas que contienen como materia activa bacterias u hongos comercializados en diferentes países (Fernández y Juncosa, 2002).

AGENTES DE BIOCONTROL

La utilización de los fungicidas químicos debe reducirse por el riesgo que representan sus residuos, que pueden resultar tóxicos, tanto para el ambiente como para la salud humana. Lo anterior debido a que los hongos fitopatógenos pueden volverse resistentes a los fungicidas y es necesario utilizar mayor cantidad del compuesto químico para combatir al patógeno y por consiguiente, se generará mayor cantidad de residuos tóxicos. Una alternativa al control químico del fitopatógeno es mediante el uso de agentes biocontroladores,

es decir, microorganismos que impiden o inhiben el desarrollo del hongo patógeno (Serrano y Galindo, 2007). El control biológico se define como la reducción de la densidad del inóculo o de las actividades de un patógeno que produce una enfermedad, por uno o más organismos, en forma natural a través de la manipulación del medio ambiente, hospeder o antagonista, o por la introducción de una población de uno o más antagonistas (Cook y Baker, 1983). Es decir, deben excluir los fungicidas sintéticos, y los antagonistas que son considerados agentes de biocontrol, deben de cumplir

las siguientes características generales: estabilidad genética, bajos requerimientos nutricionales, capacidad de sobrevivir en condiciones ambientales adversas, amplio espectro contra microorganismos patógenos de frutos, capacidad de reproducirse en medios de crecimiento económicos, mantenimiento prolongado en una formulación, fácil aplicación sin producción de metabolitos secundarios que causen daños a la salud humana, resistencia y compatibilidad a fungicidas usados comercialmente y no ser patogénico sobre la planta que se utiliza (Kupper et al., 2003).

Las levaduras son organismos eucariotas unicelulares pertenecientes al reino de los hongos, de forma esférica u oval y que se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza. Debido a su gran adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, pueden utilizarse como agentes de control biológico, y a su vez, pueden usar uno o más mecanismos de antagonismo. Los hongos filamentosos por su capacidad de crecimiento y por utilizar mecanismos de micoparasitismo se les han catalogado como buenos agentes de control, tal es el caso de *Trichoderma spp.* Otros organismos que también se han estudiado como agentes de biocontrol son las bacterias por su capacidad de adaptabilidad en condiciones adversas.

ENFERMEDADES DE PRECOSECHA O EN CAMPO Y SU BIOCONTROL

Existen diferentes enfermedades debido a hongos fitopatógenos en el campo; una de las más importantes es la caída del fruto pequeño (Foto 1), causado por *Colletotricum acutatum*, que afecta principalmente a la naranja, la toronja y al limón persa. Esta enfermedad se reportó por primera vez en Belice en el año de 1959 y nueve años más tarde se detectó en México. Actualmente se presenta en la mayoría de las zonas productoras incluyendo a Tamaulipas. Asimismo, se reporta en Florida, Estados Unidos; Cuba, República Dominicana, Trinidad y Jamaica, en el Caribe; Panamá, Guatemala, El Salvador y Costa Rica, en América Central; Argentina,

Brasil, Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela, en Sudamérica. La enfermedad se presenta en regiones cítricas que registran lluvias durante los períodos de floración-fructificación. En ataques severos puede reducir el rendimiento en un 49% en plantaciones de naranja Valencia. En los últimos años ha cobrado una gran importancia en México y ha ocasionado pérdidas hasta de un 70% (Orozco-Santos et al., 2008). Se han realizado estudios de control biológico del hongo *C. acutatum*, agente causal de la caída de fruto pequeño en cítricos y evaluado diferentes aislamientos de los antagonistas *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp.*, bajo condiciones de laboratorio y campo. Los resultados en árboles de naranja dulce, mostraron la capacidad de algunos tratamientos de *B. subtilis* y *T. aureoviridae* en reducir el porcentaje de flores con síntomas de la enfermedad en comparación al tratamiento testigo (Kupper et al., 2003).

ENFERMEDADES DE POSCOSECHA DE CÍTRICOS Y SU BIOCONTROL

Las enfermedades poscosecha más importantes en cítricos son causadas por *Penicillium spp.*, ya que colonizan el área superficial aprovechando cualquier herida en la superficie del fruto y penetran a la cáscara. Si la enfermedad es causada por *P. italicum* se le denomina moho azul y si el agente causal es *P. digitatum* se denomina moho verde. Los síntomas comienzan con zonas acuosas en la superficie del fruto, seguido por el crecimiento de un micelio blanco y posteriormente la esporulación de color verde. Se han desarrollado productos co-



Fuente: CORTESÍA DEL AUTOR

FRUTOS

- 1.- Caída del fruto pequeño.
- 2.- Frutos que no se desarrollaron.
- 3.- Frutos secándose.

merciales de biocontrol con base en levaduras y bacterias como *Pichia guilliermondii*, *Candida oleophila* y *Pseudomonas fluorescens* para controlar *Botrytis spp* y *Penicillium* en cítricos (Fernández y Juncosa, 2002).

En un trabajo realizado por Arras (1996) se encontró que la levadura *Candida famata*, redujo la pudrición causada por el moho verde (*P. digitatum*) utilizando el mecanismo de inducción de la resistencia de los frutos, y aumentó la concentración de las fitoalexinas escoparona y escopoletin en las heridas de la fruta después de cuatro días de haberse inoculado. Las observaciones en microscópica electrónica mostraron la colonización rápida y lisis parcial de las hifas del patógeno por el antagonista.

Droby et al. (1998) estudiaron el mecanismo de antagonismo de una cepa de la levadura *Pichia guilliermondii* cuando se aplicaba sobre heridas de toronjas para controlar el ataque por *Penicillium digitatum*, y concluyeron que la competencia por nutrientes es uno de los mecanismos mediante los cuales se logra un efectivo control del patógeno en las heridas.

CONCLUSIÓN

Los productos con base en microorganismos tienen una especificidad en su acción. Respetan al medio ambiente, además de que los patógenos tienden a desarrollar menor resistencia a productos microbianos que a productos químicos sintéticos;

son totalmente no patógenos, lo que los hace atractivos, como una alternativa; sin embargo, su estudio debe llevarlos a niveles competitivos con las estrategias de químicos sintéticos, identificando los mejores antagonistas. Para contrarrestar algunas enfermedades de los cítricos, existen productos comerciales basados en bacterias, hongos y levaduras como agentes de biocontrol; no obstante, el campo a la investigación en este aspecto continúa, por lo que es necesario proponer nuevas estrategias de control. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arras, G. (1996). "Mode of action of an isolate of *Candida famata* in biological control of *Penicillium digitatum* in orange fruits", en *Postharvest Biology & Technology*. 8: 191-198.
- Cook, R.J. y Baker, K.F. (1983). *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. St. Paul, Minn.: American Phytopathological Soc.
- Droby, S. et al. (1998). "Commercial Testing of Aspire: a yeast preparation for the biological control of postharvest decay of citrus", en *Biological Control*. 12(2): 97-101.
- El-Ghaouth, A. (1997). "Biologically-based alternatives to synthetic fungicides for the control of postharvest diseases", en *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. 19 (3): 160-162.
- Fernández, C. y Juncosa, R. (2002). "Biopesticidas: ¿la agricultura del futuro?", en *Phytoma*. 141: 14-19.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations. FAO. (2006). *Estadísticas anuales 2006*. [En línea]. Disponible en: http://www.fao.org/ES/ESC/es/15/238/highlight_243.html.
- González, G.R. (2005). "Enfermedades de los cítricos diseminadas mediante plantas de viveros", en *IX Simposio Internacional de Citricultura*. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México [CD-room].
- Janisiewicz, W. y Korsten, L. (2002). "Biological control of postharvest diseases of fruits", en *Annual Review of Phytopathology*. 40: 411-441.
- Kupper, K.C., Gimenes-Fernandes, N. y de Goes, A. (2003). "Control biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda premature dos frutos cítricos", en *Fitopatologia Brasileira*. 28(3): 251-257.
- Orozco-Santos, M., Robles-González, M., Vázquez-Jiménez, J.L. y Timmer, L.W. (2008). "Biología y manejo integrado de antracnosis", en *2ª Semana Internacional de la Citricultura*. Martínez de la Torre Veracruz, México, 24-28 de noviembre de 2008.
- Sampaio-Passos, O. (2005). "El cultivo de cítricos en el mundo: producción y destino de la producción", en *IX Simposio Internacional de Citricultura*, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México [CD-room].
- Serrano, L. y Galindo, E. (2007). "Control biológico de fitopatógenos: un reto multidisciplinario", en *Ciencia*. 58(1): 77-88.