

Biocontrol con levaduras de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* en manzana Golden Delicious

Biocontrol with yeasts of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* in Golden Delicious apples

VÍCTOR MANUEL GUERRERO-PRIETO^{1,2,4}, DAVID IGNACIO BERLANGA-REYES¹
Y DÁMARIS LEOPOLDINA OJEDA-BARRIOS³

Recibido: Julio 4, 2012

Aceptado: Octubre 22, 2012

Resumen

Los hongos *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* son los principales patógenos causantes de las pérdidas poscosecha en manzanas producidas en Chihuahua, México. Para el control de estos patógenos generalmente se utilizan fungicidas sintéticos. Para evitar la acumulación de residuos químicos sobre los frutos y la generación de resistencia en el patógeno como consecuencia del uso intensivo de los fungicidas sintéticos, el control biológico es cada vez es más utilizado como estrategia alternativa para el control de diversos fitopatógenos. En este estudio se evaluó la eficiencia como agentes de biocontrol de las levaduras nativas de la región de Cuauhtémoc, Chihuahua, México: *Rhodotorula glutinis*, *R. mucilaginosa*, y dos cepas de *Candida oleophila* (L-06 y L07), sobre *P. expansum* y de *B. cinerea* inoculados en manzanas Golden Delicious. Se evaluaron también las levaduras *Cryptococcus flavus*, *C. albidus* y *C. laurentii*. Solamente las cepas nativas de *C. oleophila*, L-06 y L-07 redujeron la severidad de las lesiones provocadas por *P. expansum* en un 77 y 69%, respectivamente; mientras que *R. mucilaginosa* redujo la severidad en un 21%. Las cepas L-07 y L-06 de *C. oleophila*, fueron las más eficientes para el control de *B. cinerea* con reducciones del daño en 73 y 57%, respectivamente. *C. flavus*, *C. albidus* y *R. mucilaginosa*, aunque en menor grado que *C. oleophila*, también redujeron la severidad de las lesiones causadas por *B. cinerea*. Las cepas nativas de *C. oleophila* tienen gran potencial para el biocontrol de *P. expansum* y *B. cinerea* en manzana en poscosecha.

Palabras clave: *Candida oleophila*, *Rhodotorula* spp., *Cryptococcus* spp., poscosecha.

Abstract

Penicillium expansum Link and *Botrytis cinerea* are among the most common pathogens causing postharvest losses in apples produced in Chihuahua, Mexico. Synthetic fungicides are still commonly used to control rots caused by these fungi on apples, although most *Penicillium* and *Botrytis* species have developed resistance to most of the fungicides that are used for their control. An alternative to the use of chemical control is the use of microorganisms that are capable of controlling phytopathogenic fungi and avoiding the chemical residues on the fruit. Efficiency as biocontrol agents of the following yeast native to the region of Cuauhtémoc, Mexico was evaluated: *Rhodotorula glutinis*, *R. mucilaginosa*, and two *Candida oleophila* strains (L-06 y L07), to biocontrol *P. expansum* and *B. cinerea*, on Golden Delicious apples. *Cryptococcus flavus*, *C. albidus* and *C. laurentii* were also evaluated. Only native strains *Candida oleophila* L-06 and L-07 reduced the severity of lesions caused by *P. expansum* by 77 and 69%, respectively; while *R. mucilaginosa* reduced lesion severity to 21%. L-07 and L-06 *C. oleophila* strains were the most efficient to control *B. cinerea* with damage reduction of 73 and 57%, respectively. *Cryptococcus flavus*, *C. albidus* and *R. mucilaginosa*, although less than *C. oleophila*, also reduced lesion severity caused by *B. cinerea*. *C. oleophila* native strains have a great potential for biocontrol *P. expansum* and *B. cinerea* on postharvest apples.

Keywords: *Candida oleophila*, *Rhodotorula* spp., *Cryptococcus* spp., postharvest

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Unidad Cuauhtémoc. Av. Río Conchos S/N Parque Industrial. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

² Adscripción actual del autor de correspondencia: Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Extensión Cuauhtémoc, Chih. Av. Presa de La Amistad # 2015, Cuauhtémoc, Chih. C. P. 31510 Tel. 01(625)581-06-47

³ Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Escorza 900. Chihuahua, Chih. 31000. México.

⁴ Dirección electrónica del autor de correspondencia: vguerrero@uach.mx.

El estado de Chihuahua aporta el 70% de la producción nacional de manzana (*Malus x domestica* Borkh; SIAP, 2010). Se ha reportado que las pérdidas poscosecha en productos perecederos como la manzana, pueden llegar hasta el 50% de la cosecha en los países en desarrollo y que aún con el uso de tecnologías avanzadas de conservación y manejo, las pérdidas son considerables (Eckert y Ogawa, 1985).

Los fitopatógenos más comunes en manzana en poscosecha son *P. expansum* y *B. cinerea* (Mari *et al.*, 2003; Gholamnejad *et al.*, 2010). Para el control de estos patógenos se utilizan fungicidas sintéticos. Debido al impacto negativo de los fungicidas sintéticos en la salud pública y en el medio ambiente, además de la resistencia que generan en el patógeno, se ha disminuido el uso de tales compuestos. (Mari *et al.*, 2003; Föster *et al.*, 2007; Myresiotis *et al.*, 2007; Sánchez-Ventura *et al.*, 2008). Como una alternativa en los últimos 25 años, se ha evaluado la eficiencia de diferentes microorganismos, incluyendo levaduras, para controlar biológicamente a *P. expansum* y *B. cinerea* (Leibinger *et al.*, 1997; Janisiewicz y Korsten, 2002; Mari *et al.*, 2003; Benítez-Ahrendts y Carrillo, 2004; Bencheqroun *et al.*, 2007; Hernández-Lauzardo *et al.*, 2007; Droby *et al.*, 2009; Sharma *et al.*, 2009; Xu *et al.*, 2010). Las levaduras poseen características que las sitúan, dentro de los microorganismos, con gran potencial para su uso como agentes de control biológico, ya que: a) colonizan la superficie vegetal por largos periodos de tiempo, aún bajo condiciones secas; b) producen polisacáridos extracelulares que inhiben el crecimiento de patógenos; c) se reproducen y consumen nutrimentos rápidamente; y d) son microorganismos menos afectados por los plaguicidas (El-Ghaouth *et al.*, 1998; Droby *et al.*, 2002; Castoria *et al.*, 2003; El-Ghaouth *et al.*, 2003; Scherm *et al.*, 2003; Droby *et al.*, 2009; Sharma *et al.*, 2009).

Los resultados obtenidos en el biocontrol son variables y dependen de factores como: antagonista utilizado, hospedero, patógeno, condiciones climáticas, pH, temperatura y concentración de gases cuando los experimentos se realizan en atmósferas controladas (Conway *et al.*, 2007; Hernández-

Lauzardo *et al.*, 2007). La superficie de los frutos, en campo o en almacenamiento, es una excelente fuente de microorganismos nativos antagonistas a fitopatógenos en poscosecha (Janisiewicz y Korsten, 2002; Guerrero-Prieto *et al.*, 2004; Guerrero-Prieto *et al.*, 2011). Se tiene mayor probabilidad de éxito en el biocontrol si se utilizan organismos nativos de la región donde van a ser utilizados como agentes de biocontrol (Harman *et al.*, 2010). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de cuatro levaduras nativas aisladas de la región de Cuauhtémoc, Chihuahua (Guerrero-Prieto *et al.*, 2004) y de levaduras previamente aisladas y evaluadas por otros grupos de trabajo, como agentes de biocontrol de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea*, en manzanas *Golden Delicious* en poscosecha.

Para la evaluación de las levaduras en el biocontrol de los dos hongos fitopatógenos evaluados, los trabajos se llevaron a cabo en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua en el año 2005. Las levaduras regionales evaluadas fueron: *Rhodotorula glutinis*, *R. mucilaginosa* y las cepas L06 y L07 de *Candida oleophila*. Se incluyeron también las levaduras ya evaluadas como agentes de control biológico *Cryptococcus flavus* (RGR 89.052), *Cryptococcus albidus* (RGR 80.0055) y *Cryptococcus laurentii* (RGR 87.0108), proporcionadas por el Dr. Rodney Roberts del Laboratorio de Investigación Frutícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA-ARS, Wenatchee, WA, EUA). Los patógenos utilizados fueron: a) *Penicillium expansum* Link., y b) *Botrytis cinerea* Pers., los cuales fueron proporcionados por el Dr. Robert Spotts, de la Estación Agrícola Experimental «Mid-Columbia» en Hood River, Oregon, EUA.

El inóculo de cada uno de los hongos patógenos se obtuvo de un cultivo de ocho días en agar, papa y dextrosa (PDA); y el de las levaduras de un cultivo de tres días en medio NYDA (caldo nutritivo, 8 g·L⁻¹, extracto de levadura, 5 g·L⁻¹, dextrosa, 10 g·L⁻¹ y agar, 15 g·L⁻¹).

Para la evaluación *in vivo* se utilizaron manzanas cv. *Golden Delicious* con cinco meses de almacenamiento convencional a 0 °C y 90% de humedad relativa. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. En cada manzana, se perforó un pozo de ocho milímetros de diámetro y una profundidad de 10 mm. Por separado, en cada pozo se inocularon 200 µL de una suspensión de 1 x 10¹² UFC·mL⁻¹ de cada una de las levaduras; transcurridos 30 min, los pozos se re inocularon con 200 µL de una suspensión de 1 x 10⁸ conidios·mL⁻¹ de *P. expansum* Link. o de *B. cinerea* Pers., según cada caso. Como tratamientos testigo, frutos de manzana *Golden Delicious* fueron inoculados con cada levadura por separado, con cada uno de los patógenos por separado o con agua estéril. El total de tratamientos fue de 20 con 4 repeticiones por tratamiento. Los pozos en las frutas fueron sellados con parafina y los frutos llevados a una cámara de refrigeración convencional en un frigorífico comercial para su almacenamiento durante un mes a 0 °C y una humedad relativa de 90%. Transcurrido el periodo de almacenamiento; la evaluación del daño provocado por los hongos, se realizó midiendo el diámetro de la lesión ocasionada por el patógeno en cada tratamiento. Los resultados se expresaron también como reducción de la magnitud de la lesión con respecto a la lesión observada en los frutos inoculados solamente con el patógeno, al cual se le consideró como un 100% de daño.

Los datos se analizaron mediante un ANOVA, bajo un diseño completamente al azar. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (P=0.05). Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System 6.12).

Los resultados obtenidos en esta evaluación, son los siguientes.

Penicillium expansum.

Las cepas L-07 y L-06 de *Candida oleophila* redujeron en un 69 y 77% respectivamente, la severidad de la lesión causada por el patógeno *Penicillium expansum*. *Rhodotorula mucilaginosa* también redujo la magnitud de la lesión en un 21% (Cuadro 1). Se ha reportado para *Candida sake* una satisfactoria capacidad de sobrevivencia sobre manzanas y en condiciones de campo, lo que le da ventaja para mantener o incrementar su población y proteger a la fruta por un tiempo mayor contra el ataque de patógenos (Sharma *et al.*, 2009). Tanto *C. oleophila* como *C. saitoana* inducen a una resistencia sistémica, incrementando la actividad de quitinasas y β-1,3-glucanasas en tejido de manzanas (El Ghaouth *et al.*, 2003; Tamayo-Urbina, 2011) y de toronjas (Droby *et al.*, 2002).

Las tres especies de *Cryptococcus* y *Rhodotorula glutinis* (cepa L-05) no inhibieron el crecimiento de *P. expansum* (Cuadro 1). Resultados similares reportaron Janisiewicz *et al.* (2008), quienes para obtener resultados satisfactorios en el control de *P. expansum* combinaron *C. laurentii* y *Metschnikowia pulcherrima*. Conway *et al.*, (2005) demostraron que *C. laurentii* es eficiente en controlar el desarrollo de *P. expansum* al inocularla mezclada con el patógeno. Calvo *et al.* (2007) encontraron que para inhibir la germinación de las esporas tanto de *P. expansum* como de *B. cinerea*, se requiere de un contacto directo del organismo de biocontrol con el patógeno.

Los frutos inoculados solo con las levaduras mostraron daños de entre 2 y 10% con relación al daño observado en los frutos tratados solo con el patógeno. El daño observado en los frutos inoculados solo con la levadura pudo ser el resultado del daño causado al perforar los pozos para los tratamientos, y no necesariamente por un efecto patogénico de la levadura.

Cuadro 1. Reducción del daño provocado por *Penicillium expansum*, al ser incubado con diferentes levaduras en manzanas *Golden Delicious* en poscosecha.

Tratamiento	Diámetro de la lesión (mm)	Magnitud de la lesión (%) ^y	Reducción del daño (%)
<i>P. expansum</i> vs <i>C. laurentii</i>	40.4 a ^z	118.1	-18.1
<i>P. expansum</i> vs <i>C. albidus</i>	36 b	105.3	-5.3
<i>P. expansum</i>	34.2 bc	100.0	0.0
<i>P. expansum</i> vs <i>R. glutinis</i> (L-05)	32.4 bc	94.7	5.3
<i>P. expansum</i> vs <i>C. flavus</i>	31.4 c	91.8	8.2
<i>P. expansum</i> vs <i>R. mucilaginosa</i>	26.8 d	78.4	21.6
<i>P. expansum</i> vs <i>C. oleophila</i> (L-07)	10.6 e	31.0	69.0
<i>P. expansum</i> vs <i>C. oleophila</i> (L-06)	7.8 e	22.8	77.2
Agua estéril	3.8 f	11.1	
<i>C. laurentii</i>	3.6 f	10.5	
<i>C. oleophila</i> (L-07)	2.6 f	7.6	
<i>C. oleophila</i> (L-06)	1.6 f	4.7	
<i>R. glutinis</i> (L-05)	1.4 f	4.1	
<i>C. albidus</i>	1.0 f	2.9	
<i>C. flavus</i>	1.0 f	2.9	
<i>R. mucilaginosa</i>	0.8 f	2.3	

^zValores con diferente letra son estadísticamente diferentes. Tukey ($P \leq 0.05$).

^yEl daño y reducción del mismo, son expresados en %, asignando un 100% de daño al provocado por *P. expansum*.

Botrytis cinerea.

Nuevamente, las cepas L06 y L07 de *Candida oleophila* mostraron el mayor control del daño provocado por *B. cinerea*, con reducciones de 57 y 73%, respectivamente (Cuadro 2). *Cryptococcus flavus*, *C. albidus* y *Rhodotorula mucilaginosa* presentaron un grado menor de control de *B. cinerea*, reduciendo el daño en un 19, 24 y 26%, respectivamente. El mayor control del daño obtenido con las dos cepas de *C. oleophila*, puede deberse a los diversos modos de acción que han sido reportados para esa levadura, como son el estímulo en la producción de fitoalexinas por parte del tejido del fruto (Arras, 1996), la competencia por espacio y nutrientes (Mari *et al.*, 2003; Guerrero-Prieto *et al.*, 2011) y la producción de β -1,3, glucanasa (Tamayo-Urbina, 2011), entre otros.

No se observó efecto antagónico de *C. laurentii* sobre el desarrollo *B. cinerea* (Cuadro 2); lo cual es contrario a lo reportado por Roberts (1990), quien encontró una inhibición del desarrollo de *B. cinerea* mediante la inoculación con *C. laurentii* en manzanas 'Golden Delicious'

a temperaturas de 5, 10, 15 y 20 °C, que son temperaturas más altas a la utilizada en este estudio, (0 °C). Dicho factor pudiera sugerir una reducida adaptación y desarrollo de *C. laurentii* en dicha temperatura. .

El porcentaje de control logrado por las cepas regionales de *C. oleophila* sobre *P. expansum* y *B. cinerea*, indica un control significativo de los patógenos evaluados.

Cuadro 2. Reducción del daño provocado por *Botrytis cinerea*, al ser incubado con diferentes levaduras en manzanas *Golden Delicious* en poscosecha.

Tratamiento	Diámetro de la lesión (mm)	Magnitud de la lesión (%) ^y	Reducción del daño (%)
<i>B. cinerea</i> vs <i>R. glutinis</i> (L-05)	57.0 a ^z	100.7	-0.7
<i>B. cinerea</i>	56.6 ab	100.0	0.0
<i>B. cinerea</i> vs <i>C. laurentii</i>	56.6 ab	95.4	4.6
<i>B. cinerea</i> vs <i>C. flavus</i>	45.8 c	80.9	19.1
<i>B. cinerea</i> vs <i>C. albidus</i>	43.0 cd	76.0	24.0
<i>B. cinerea</i> vs <i>R. mucilaginosa</i>	41.4 d	73.1	26.9
<i>B. cinerea</i> vs <i>C. oleophila</i> (L-06)	24.2 e	42.8	57.2
<i>B. cinerea</i> vs <i>C. oleophila</i> (L-07)	14.8 f	26.1	73.9
<i>C. oleophila</i> (L-06)	1.6 g	2.8	
<i>R. glutinis</i> (L-05)	1.4 g	2.5	
<i>C. laurentii</i>	1.4 g	2.5	
Agua estéril	1.4 g	2.5	
<i>C. albidus</i>	1.4 g	2.5	
<i>C. oleophila</i> (L-07)	1.2 g	2.1	
<i>C. flavus</i>	1.0 g	1.8	
<i>R. mucilaginosa</i>	0.6 g	1.1	

^zValores con diferente letra son estadísticamente diferentes. Tukey ($P \leq 0.05$).

^yEl daño y reducción del mismo, son expresados en %, asignando un 100% de daño al provocado por *B. cinerea*.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten emitir las siguientes conclusiones: Las cepas de *C. oleophila*, L-06 y L-07 redujeron el daño por *P. expansum* en un 77 y 69%, respectivamente. *R. mucilaginosa* redujo la severidad en un 21%. Las cepas de *C. oleophila* L-07 y L-06 redujeron el daño de *B. cinerea* en 73 y 57%, respectivamente. *C. flavus*, *C. albidus* y *R. mucilaginosa*, también redujeron el daño causado por *B. cinerea*. Las cepas nativas de *C. oleophila* tienen gran potencial para el biocontrol de *P. expansum* y *B. cinerea* en manzana en poscosecha.

Bibliografía

- ARRAS, G. 1996. Mode of action of an isolate of *Candida famata* in biological control of *penicillium digitatum* in orange fruits. *Postharvest Biology and Technology* 8(3):191-198.
- BENCHEQROUN, S.K., Bajji, M., Massart, S., Labhilili, M., Jaafari, S.E., and Jijakli, M.H. 2007. *In vitro* and *in situ* study of postharvest apple blue mold biocontrol by *Aureobasidium pullulans*: Evidence for the involvement of competition for nutrients. *Postharvest Biology and Technology* 46(2):128-135.
- BENÍTEZ-AHRENDTS, M.R., y Carrillo, L. 2004. Levaduras inhibidoras de *Penicillium*. *Revista Argentina de Microbiología* 36:182-186.
- CALVO, J., Calvente V., De Orellano, M.E., Benutzzi, D., and Sanz de Tosesti, M.I. 2007. Biological control of postharvest spoilage caused by *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* in apple by using the bacterium *Rahnella aquatilis*. *International Journal of Food Microbiology* 113:251-257.
- CASTORIA, R., Caputo, L., De Curtis, F., and De Cicco, V. 2003. Resistance of postharvest biocontrol yeasts to oxidative stress: a possible new mechanism of action. *Phytopathology* 93(5):564-572.
- CONWAY, W.S., Janisiewicz, W.J., Leverentz, B., Saftner, R.A., and Camp, M.J. 2007. Control of blue mold of apple by combining controlled atmosphere, an antagonist mixture, and sodium bicarbonate. *Postharvest Biology and Technology* 45(3):326-332.
- CONWAY, W.S., Leverentz, B., Janisiewicz, W.J., Saftner, R.A., and Camp, M.J. 2005. Improving biocontrol using antagonist mixtures with heat and/or sodium bicarbonate to control postharvest decay of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology* 36:235-244.
- DROBY, S., Vinokur, V., Weiss, B., Cohen, L., Daus, A., Goldschmidt, E. E., and Porat, R. 2002. Induction of resistance to *Penicillium digitatum* in grapefruit by the yeast biocontrol agent *Candida oleophila*. *Phytopathology* 92(4):393-399.
- DROBY, S., Wisniewski, M., Macarasin, D., Wilson, C., 2009. Twenty years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm? *Postharvest Biology and Technology* 52, 137-145.
- ECKERT, J.W., and Ogawa, J.M. 1985. The chemical control of postharvest diseases: subtropical and tropical fruits. *Annu. Rev. Phytopathology* 23:421-4.54
- EL-GHAOUTH, A.E., Wilson, C.L., and Wisniewski, M. 1998. Ultrastructural and cytochemical aspects of the biological control of *Botrytis cinerea* by *Candida saitoana* in apple fruit. *Phytopathology* 88(4):282-291.
- EL-GHAOUTH, A.E., Wilson, C.L., and Wisniewski, M. 2003. Control of postharvest decay of apple fruit with *Candida saitoana* and induction of defense responses. *Phytopathology* 93(3):344-348.
- FÖRSTER, H., Driever, G.F., Thompson, D.C. and Adaskaveg, J.E. 2007. Postharvest decay management for stone fruit crops in California using the «reduced risk» fungicides fludioxonil and fenhexamid. *Plant Dis.* 91:209-215.
- GHOLAMNEJAD, J., Etebarian, H.R., and Sahebani, N. 2010. Biological control of apple blue mold with *Candida membranifaciens* and *Rhodotorula mucilaginosa*. *African Journal of Food Science* 4(1):001-007.
- GUERRERO-PRIETO, V.M., Trevizo-Enríquez, M.G.; Gardea-Béjar, A.A.; Figueroa-Valenzuela, C.; Romo-Chacón, A.; Blanco-Pérez, A.C.; y Curry, E. 2004. Identificación de levaduras epifitas obtenidas de manzana [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) Mansf.] para control biológico poscosecha. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22(2):223-230.
- GUERRERO-PRIETO, V. M.; Blanco-Pérez, A. C.; Guigón-Lypez, C.; Tamayo-Urbina, C. J.; Molina-Corral, F. J.; Berlanga-Reyes, D. I.; Carvajal-Millán, E. y Ávila-Quezada, G. D. 2011. Competencia por Nutrientes; Modo de Acción de *Candida oleophila* Contra *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 29:90-97.
- HARMAN, G.E., Obregón, M.A., Samuels, G.J., and Lorito, M. 2010. Changing models for commercialization and implementation of biocontrol in the developing and the developed world. *Plant Disease* 94(8):928-939.
- HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A.N., Bautista-Baños, S., Velásquez-Del Valle, M.G., y Hernández-Rodríguez, A. 2007. Uso de microorganismos antagonistas en el control de enfermedades poscosecha en frutos. *Revista Mexicana de Fitopatología* 25(1):66-74.
- JANISIEWICZ, W.J., and Korsten, L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annual Review of Phytopathology* 40:411-441.
- JANISIEWICZ, W.J., Saftner, R.A., Conway, W.S., and Yoder, K.S. 2008. Control of blue mold decay of apple during commercial controlled atmosphere storage with yeast antagonists and sodium bicarbonate. *Postharvest Biology and Technology* 49:374-378.
- LEIBINGER, W., Breuker, B., Hahn, M., and Mendgen, K. 1997. Control of postharvest pathogens and colonization of the apple surface by antagonistic microorganisms in the field. *Phytopathology* 87(11): 1103-1110.
- MARI, M., Bertolini, P., and Pratella, G.C. 2003. Non-conventional methods for the control of post-harvest pear diseases. *Journal of Applied Microbiology* 94:761-766.
- MYRESIOTIS, C.K., Karaoglanidis, G.S., and Tzavella-Klonari, K. 2007. Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxyanilide, benzimidazole, and dicarboximide fungicides. *Plant Disease* 91:407-413.
- ROBERTS, R.G. 1990. Postharvest biological control of gray mold of apple by *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathology* 80:526-530.
- SÁNCHEZ-VENTURA, S.E., Martínez-Peniche, R.A., Castillo-Tovar, J., y Fernández-Escartín, E. 2008. Antagonismo de levaduras nativas contra la pudrición azul (*Penicillium expansum* Link) en frutos de manzana. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(4):359-366.
- SCHERM, B., Ortu, G., Muzzu, M., Budroni, M., Arras, G., and Migheli, Q. 2003. Biocontrol activity of antagonistic yeasts against *Penicillium expansum* on apple. *Journal of Plant Pathology* 85(3):205-213.
- SHARMA, R. R., Singh, D., and Singh, R. 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biological Control* 50:205-221.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en <http://www.siap.gob.mx>. (Junio, 2012).
- TAMAYO-URBINA, C. J. 2011. Purificación y caracterización de β 1, 3 glucanasa producida por *Candida oleophila* para el biocontrol de *Penicillium expansum*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. 98 páginas.
- XU, X.M., Salama, N., Jeffries P., and Jeger, M.J. 2010. Numerical studies of biocontrol efficacies of foliar plant pathogens in relation to the characteristics of a biocontrol agent. *Phytopathology* 100(8):814-821. 

Este artículo es citado así:

Guerrero-Prieto, V. M., D. I. Berlanga-Reyes y D. L. Ojeda-Barrios. 2013: *Biocontrol con levaduras de Penicillium expansum y Botrytis cinerea en manzana Golden Delicious*. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 7(2): 75-80.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

VÍCTOR MANUEL GUERRERO PRIETO. Terminó su licenciatura en 1975, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Fruticultor por la ahora Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH. Realizó su posgrado en la Oregon State University en Corvallis, OR. EUA, donde obtuvo el grado de Master of Science en Horticultura en 1984 y el grado de Doctor en Ciencias en Agronomía por la New Mexico State University en Las Cruces, N. M. EUA en 1995. Desde el año 2011, se reincorporó a la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas en el Campus Cuauhtémoc, Chih. Posee la categoría de Profesor-Investigador ATA. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1986 a 1990 (Candidato a Investigador Nacional) y actualmente es Investigador Nacional Nivel I, desde el 2002. Su área de especialización es la fisiología vegetal y de poscosecha, así como el control biológico de enfermedades poscosecha utilizando microorganismos. Ha dirigido 16 tesis de licenciatura, 10 de maestría y 6 de doctorado. Es autor de 39 artículos científicos, más de 60 ponencias en congresos, 2 libros y 2 capítulos de libro científicos; además ha impartido 9 conferencias por invitación y ha dirigido 7 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador RCEA de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales), Fundación Produce Chihuahua y es revisor del seguimiento de los Fondos sectoriales SAGARPA-CONACYT Y DEL CyTED, Madrid, España. Es árbitro de 9 revistas científicas de circulación nacional e internacional.

DAVID IGNACIO BERLANGA REYES. Terminó su licenciatura en 1992 en la Facultad de Fruticultura, hoy Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Realizó un posgrado en el Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Texcoco, Edo. de México, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias especialista en fruticultura en el año de 1996. De 1996 a 2003 se desempeñó como asesor de producción en huertos comerciales de manzana. Del 2003 a la fecha labora en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC con el puesto de Técnico Titular "B". Catedrático en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas. Especialista en Fisiología y Nutrición Vegetal y Fisiología Poscosecha. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura. Es autor o coautor de 15 artículos científicos. Participado en 15 Congresos Nacionales e Internacionales. Ha dirigido 3 proyectos de investigación financiados por fuentes externas.

DÁMARIS LEOPOLDINA OJEDA BARRIOS. Maestra-Investigadora de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Obtuvo su doctorado y maestría en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", su licenciatura en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Actualmente conduce investigaciones sobre desórdenes nutricionales en frutales caducifolios. Imparte los cursos de Nutrición Vegetal, Fisiología Vegetal y Anatomía Vegetal. Es asesora de estudiantes de posgrado y licenciatura. Ha participado como ponente en congresos científicos nacionales e internacionales y en publicaciones de artículos científicos y de divulgación como autora y coautora. Es responsable del Área de Fisiología y Nutrición Vegetal con Énfasis en Frutales Caducifolios en los cultivos de manzano y nogal pecanero, en el Laboratorio de Bioquímica Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas-UACH.