

Estudio preliminar de uso de compuestos biorracionales para el control de oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lév.) Arn.) en pimiento bajo cubierta

Valeria Longone, Germán Aguado, Gabriel Pisi, Sandra D’Innocenzo, Martín Uliarte
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Mendoza; Argentina

Introducción

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta es susceptible a la infección de oidiopsis que es causada por *Leveillula taurica* (Lév.) Arn. El agente causal es un endoparásito que afecta cerca de 1000 especies. Entre los cultivos de importancia hortícola se menciona berenjena, tomate, cebolla y varias malezas como reservorio del patógeno (Bernal, R., 2006; Braun, U. *et al.*, 2012). Los síntomas en pimiento comienzan en las hojas más viejas de la planta y se manifiestan con manchas amarillas difusas en la cara adaxial en concordancia con el desarrollo del micelio del patógeno en la cara abaxial. En ataque severo de la enfermedad, las hojas se doblan por sus bordes hacia arriba y quedan adheridas al tallo, hasta que caen. La defoliación de la planta deja expuesto a los frutos a los rayos solares causando daños y en consecuencia la pérdida de la producción (Braun, U. *et al.*, 2012).

Varias investigaciones informan que la aplicación foliar de fungicidas de síntesis química resulta eficaz para reducir la incidencia de oidios en diferentes cultivos (Raju, J. *et al.*, 2017; Daunde, A.T. *et al.*, 2018). Se conoce que el uso excesivo de estos fungicidas en el control de las enfermedades en las plantas, crea resistencia en los patógenos, causa contaminación ambiental, acumulación de residuos en las hortalizas y como consecuencia afecta la salud de los productores y consumidores (De Siqueira, D.F. *et al.*, 2013). Por otra parte, existen métodos alternativos para el manejo de las enfermedades, como control biológico, aceites esenciales, extractos de plantas y sales de

La eficacia del uso de bicarbonatos contra los oidios se ha demostrado en varios cultivos, como en pimiento (Fallik, E. *et al.*, 1997; Obregón V. *et al.*, 2016), en vid (Sawant, S.S.D. *et al.*, 2008); en pepino (Ziv, O. *et al.*, 1992); en rosal (Horst, R.K. *et al.*, 1992); en manzano, (Beresford, R.M. *et al.*, 1996) entre otros. Algunos autores (Yildirim, I. *et al.*, 2002; Davide, S. *et al.*, 2004; Karabulut, O.A. *et al.*, 2006; Avis, T.J. 2007; Hasan, M.F. *et al.*, 2012) demostraron que los bicarbonatos presentan propiedades antifúngicas, inhibiendo la germinación de esporas y la formación del tubo germinativo. Además, incrementa el pH en la superficie de la hoja, produce colapso de las células del hongo, y la deshidratación de la pared celular de las esporas. Estas condiciones demuestran la efectividad del uso alternativo de sales de bicarbonatos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la cola de caballo y bicarbonato de sodio en el control de la oidiopsis que afecta al cultivo de pimiento bajo cubierta y su rendimiento.

Materiales y métodos

El ensayo de cultivo de pimiento se estableció en un invernáculo parabólico de estructura metálica perteneciente al área de floricultura, en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Mendoza. El 22 de noviembre de 2019 se trasplantaron 48 plantas de pimiento de la variedad Melina (Sakata Seed) sobre dos camas con dos hileras de cultivo cada una. La distancia de plantación fue 40 cm

... y 1,4 m entre centro de camas (Figura 1). Las plántulas se produjeron en condiciones controladas en bandejas plásticas con celdas de 17,15 cm³. El tutorado de las plantas se realizó sujetando con hilo de polipropileno a un extremo de la zona basal de la planta y el otro extremo al alambre de conducción a 1,5 m de altura. Se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos de

tres repeticiones por tratamiento. Cada repetición constituida por 4 plantas. Los tratamientos fueron: (T1) Boscalid 25,2% + Pyraclostrobin 12,8%, (T2) bicarbonato de sodio al 1%, (T3) decocción de *Equisetum arvense* al 20% (FAO, 2013) y (T4) testigo sin aplicación. Se realizaron aplicaciones foliares preventivas, cada 7 días con T2 y T3, y cada 15 días en T1, iniciando las aplicaciones el día 6/12/19 y finalizando el día 13/03/20. Durante las aplicaciones se colocó un panel plástico para evitar la deriva y el contacto entre las plantas. A partir de esa fecha se discontinuaron los tratamientos debido al período de cuarentena por COVID-19. El total de aplicaciones para los tratamientos T2 y T3 fueron 15 y para el tratamiento T1 de 8. En cuanto al manejo del cultivo, el riego fue por goteo y desmalezado a mano. La fertilización de base para todos los tratamientos se realizó semanalmente con un biofertilizante líquido o biol al 10%, producto líquido obtenido por digestión anaeróbica de estiércol, restos de leguminosas frescas picadas, agua y otros componentes (FAO, 2013). La fertilización se efectuó entre el 25/11/19 y el 13/03/20. Su aplicación fue por drench, en

dosis creciente de 0,3, 0,5 a 0,8L m⁻², según el desarrollo de la planta. Semanalmente, se monitoreó la enfermedad en la parte baja y media de todas las plantas, observando manchas cloróticas y presencia de micelio del patógeno en el envés de las hojas (Figura 2). El 14/04/20 se evaluó incidencia (% I) y severidad (% S) de la enfermedad en todos los tratamientos. La S se midió con una escala de 0 a 5 utilizada por Sepúlveda-Chavera, G. *et al.*, (2013). Entre el 20/02/20 y el 29/04/20 se realizaron 4 cosechas a fin de evaluar el rendimiento y número de frutos por parcela. A partir de dichos datos de cosecha se calculó el rendimiento total del cultivo (kg m⁻²), el peso medio de frutos (g), el número de frutos por unidad de superficie. Los datos se analizaron estadísticamente con ANOVA, y se utilizó la prueba de LSD Fisher para evaluar las diferencias entre los tratamientos en $p \leq 0.05$ en incidencia y rendimiento. En severidad se analizaron con la prueba de Kruskal Wallis para datos no paramétricos. Todos los análisis se realizaron con el software INFOSTAT.



Figura 1. Cultivo de pimienta Melina



Figura 2. Síntomas de oidiosis en hojas de pimienta

Resultados

Según los resultados obtenidos de las aplicaciones foliares para el control de oidiosis, demostraron diferencia estadísticamente significativa para incidencia de la enfermedad ($p=0,0026$). Boscalid + Pyraclostrobin presentó menor I con respecto a *E. arvense* y el testigo. En tanto bicarbonato de sodio, no se diferenció del resto de los tratamientos. En

cuanto a la severidad ($p=0,001$) hubo diferencia estadísticamente significativa. El fungicida presentó la menor S con respecto al resto de los tratamientos. Las aplicaciones con bicarbonato de sodio y *E. arvense* no se diferenciaron del testigo (Tabla 1).

Tabla 1. Incidencia (% I) y severidad (% S) de *Leveillula taurica* (Lév.) Arn. en cultivo de pimiento bajo cubierta.

Tratamientos	% I	% S
	Media	
Boscalid + Pyraclostrobin	50 a	14 a
Bicarbonato de sodio	71 ab	36 b
<i>E. arvense</i>	76 b	41 b
Testigo	94 b	44 b

Letras diferentes significan diferencias significativas.

El análisis de rendimientos según los tratamientos aplicados para el control de oidiopsis se detalla en la Tabla 2. No hubo diferencias estadísticas para rendimiento ($p=0,736$), frutos por unidad de

superficie ($p=0,335$) y peso medio de fruto ($p=0,308$). La producción promedio fue de 43.000 kg/ha.

Tabla 2. Componentes de rendimiento para los tratamientos evaluados en pimiento “Melina” cultivado bajo cubierta.

Tratamientos	Rendimiento (kg m ⁻²)	N frutos m ⁻²	Peso medio de fruto (g)
	Media		
Bicarbonato de sodio	3,82 a	21,43 a	150,53 a
Testigo	3,96 a	23,51 a	160,79 a
<i>E. arvense</i>	4,49 a	29,17 a	164,01 a
Boscalid + Pyraclostrobin	4,95 a	30,66 a	183,87 a

Letras diferentes significan diferencias significativas.

Discusión

En este estudio preliminar, durante el desarrollo del ensayo se presentó la dificultad de COVID -19, lo que impidió completar las aplicaciones y seguimiento exhaustivo a finales de marzo y abril, período donde las condiciones ambientales favorecieron el desarrollo de la enfermedad. Hasta ese momento, el desarrollo del cultivo se encontró en muy buenas condiciones y sin presencia de síntomas de oidiopsis en todas las plantas del ensayo. Los resultados muestran que las plantas tratadas con bicarbonato de sodio y *E. arvense* presentaron alta incidencia (71%, 76%) y severidad (36%, 41%), respectivamente. A pesar de estos resultados, en ninguno de los tratamientos la producción se vio afectada por problemas de defoliación de las plantas y escaldaduras en los frutos, esto ocurre cuando hay ataques severos de la enfermedad (Braun, U. *et al.*, 2012), obteniéndose un rendimiento promedio de 43.000 kg/ha. A diferencia de Fallik, E. *et al.*, (1997), quien

indicó que el control de oidiopsis en pimiento con sales de bicarbonato con un 12% de severidad de la enfermedad, las plantas perdieron sus hojas y como consecuencia el 14% de los frutos presentaron escaldadura. Además, Cerkauskas, R. (2004) menciona que durante el desarrollo vegetativo del pimiento pueden ocurrir varios ciclos de infección de oidiopsis, probablemente haya sido uno de los motivos por lo cual la incidencia y severidad fueron altas, pero no se pudieron comprobar los ciclos de infección. Posiblemente los síntomas de oidiopsis se detectaron en un momento avanzado del cultivo, influenciado por el entorno donde está ubicada la parcela experimental, tratándose de una zona árida. Varios autores recomiendan comenzar los tratamientos en etapas tempranas del cultivo (Bernal, R. 2006; Cerkauskas, R. 2004; Mitidieri, M. *et al.*, 2010), sin embargo, esto puede llegar a no ser necesario si en el momento en el que se dan las

condiciones predisponentes para la enfermedad, el cultivo se encuentra en su etapa final de desarrollo y producción. Esto concuerda con Brand, M. *et al.*, (2009), donde señala que la presencia de la enfermedad al final de la temporada no causa pérdidas en el rendimiento del cultivo. Por lo tanto, realizar aplicaciones al final de la temporada no se justificaría económicamente.

Aunque se conoce que el uso de estos compuestos biorracionales tiene efectos sobre el control de oídios, en este ensayo sólo fue posible evidenciar una leve reducción de la incidencia de oidiopsis respecto del testigo, aunque sin diferencias estadísticas.

Por todo lo anterior, es importante continuar evaluando el uso de estos compuestos biorracionales en el control de oidiopsis del pimiento, siendo una herramienta más para la agricultura sustentable.

Conclusiones

La incidencia y severidad demostrada por el producto químico fue menor que para los productos biorracionales, que no lograron diferenciarse del testigo, debido a que no se pudo continuar con las aplicaciones, el monitoreo de la enfermedad ni completar el ciclo vegetativo de las plantas de pimiento por causa del COVID-19. En este sentido, es necesario repetir el ensayo y poder generar recomendaciones de manejo de enfermedades en cultivos bajo cubierta insertos en zonas áridas y semiáridas. Además, ajustar la metodología de monitoreo para determinar el momento oportuno del inicio de las aplicaciones.

Los cultivos de pimiento en ambientes protegidos de Mendoza, permiten comenzar el ciclo de cultivo en diferentes momentos calendarios. Dicha situación podría modificar la relación huésped/patógeno y su interacción con el ambiente biofísico del agroecosistema, generando diferentes escenarios frente a esta enfermedad. Es necesario continuar evaluando alternativas para el manejo sustentable de los agentes fitopatógenos, en el marco de un manejo integrado de plagas y enfermedades, con el propósito de disminuir el uso de fungicidas de síntesis química, reducir la generación de poblaciones de hongos con resistencia y el riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente.

Bibliografía

- Avis, T.J. (2007). Antifungal compounds that target fungal membranes: applications in plant disease control. *Can. J. Plant Pathol.* 29: 323 - 329.
- Beresford, R.M.; Wearing, C.H.; Marshall, R.R.; Shaw, P.W.; Spink, M. and Wood, P.N. (1996). Slaked lime, baking soda and mineral oil for black spot and powdery mildew control in apples. *Proc. 49th N.Z. Plant Protection Conf.* 106 - 113.
- Bernal, R. (2006). Oídio del pimiento en la zona Norte del Uruguay. *Hoja de Divulgación N 4.* Mayo. INIA Uruguay.
- Bertalot, M.J.A.; Carvalho Pupatto, J.G.; Furtado, E.L.; Mendoza, E.; Mendes, R.D. y Buso, D. (2012). Controle alternativo de *Mycosphaerella fragariae* na cultura de morango orgânico (*Fragaria vesca*). *Rev. Bras. de Agroecologia.* 7(2): 170-177.
- Braun, U. and Cook, R.T.A. (2012). *Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews)*. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands. 11:1-707.
- Brand, M.; Messika, Y. and Elad, Y. (2009). Spray treatments combined with climate modification for the management of *Leveillula taurica* in sweet pepper. *Eur. J. Plant Pathol.* 124, 309-329.
- Calsin Huayta, Y.M. (2017). Actividad antimicrobiana "In vitro" del aceite esencial y extracto etanólico de *Equisetum arvense* "cola de caballo" frente a *Escherichia coli* y *Candida albicans uropatógenas*. Tesis de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias biológicas. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Peru.
- Cerkauskas, R. (2004). Pepper diseases. Powdery mildew. AVRDC. The world vegetable center. Fact sheet. Publication 04 - 580.
- Daunde, A.T.; V.S. Khandare and Wadikar, R.N. (2018). Management of Chilli Powdery Mildew Caused by *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. Using Fungicides. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 6: 388 - 392.
- Davide, S.; Angelo, G. and Maria, L.G. (2004). Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on apple combining a biocontrol agent with hot water dipping and acibenzolar-S-methyl, baking soda, or ethanol application. *Postharvest Biol. Technol.* 33: 141 - 151.
- De Siqueira, D.F.; Moura, R.M.; Laurentino, G.E.C.; Araújo, A.J. and Cruz, S.L. (2013). Analysis of rural workers exposure to pesticides. *Rev. Bras. promoção saúde* 26 (2): 176 - 185.
- Dik, A.J.; Van der Gaag, D.J. and Van Slooten, M.A. (2003). Efficacy of salts against fungal diseases in glasshouse crops. *Comm. Agric. Applied Biological Sciences.* 68 (4b): 475 - 485.
- Fallik, E.; Ziv, O. and Grinberg, S. (1997). Bicarbonate solutions control powdery mildew (*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and reduce the development of postharvest fruit rotting. *Phytoparasitica* 25: 41 - 43.
- FAO (2013). Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. Supervisión técnica de Alberto Pantoja, Ph.D. Oficial de Producción Y protección Vegetal. Disponible on-line: <http://www.fao.org/3/a-i3360s.pdf>

- Hasan, M.F.; Mahmud, T.M.M.; Kadir, J.; Ding, P. and Zaidul, I.S.M. (2012). Sensitivity of *Colletotrichum gloeosporioides* to sodium bicarbonate on the development of anthracnose in papaya (*Carica papaya* L. cv. Frangi). *Aus. J. Crop Sci.* 6 (1): 17 - 22
- Horst, R.K.; Kawamoto, S.O. and Porter, L.L. (1992). Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. *Plant Disease* 76: 247 - 251.
- Karabulut, O.A.; Arslan, U.; Ilhan, K. and Yagdi, K. (2006). The effect of sodium bicarbonate alone or in combination with a reduced rate of mancozeb on the control of leaf rust *Puccinia triticina* in wheat. *Can. J. Plant Pathol.* 28: 484 - 488.
- Mitidieri, M.; Strassera, M.E.; Amoia, P. y Martínez Quintana, O. (2010). Evaluación de fungicidas para el control de oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lév.) Arn) en el cultivo de pimiento bajo cubierta. *Horticultura Argentina* 29(68): 5-9
- Mora Durán, D.V. (2018). Biocontrol de *Sphaerotheca pannosa*, en rosas, mediante *Equisetum arvense* y *Trichoderma spp.* Tesis de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Obregón, V.; Lattar, T.; Cardozo, N. y Monteros, J. (2016). Evaluación de fungicidas biorracionales para el control *Leveillula taurica* en cultivo de pimiento en invernadero. *Horticultura Argentina* 35 (86).
- Raju, J.; Adivappar N. and Jayalakshmi, K. (2017). Management of powdery mildew of capsicum under protected cultivation. *Int. J. Chem. Studies*, 5(5): 1213 - 1215.
- Sawant, S.S.D. and Sawant, I.S. (2008). Use of potassium bicarbonates for the control of powdery mildew in table grapes. *Proc. IS on Grape Production and Processing. Acta Hort.* 785 (ISHS 2008): 285 - 291.
- Sepúlveda Chavera, G.; Salvatierra Martínez, R. and Andía Guardia, R. (2013). The alternative control of powdery mildew complex (*Leveillula taurica* and *Erysiphe* sp.) in tomato in the Azapa Valley, Chile. *Ciencia e investigación agraria*, 40(1): 119 - 130.
- Yáñez, J.M.G.; Ayala, T.F.; Partida, R.L.; Velázquez, A.T.; Godoy, A.T.P. y Díaz, V.T. (2014). Efecto de bicarbonatos en el control de cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Rev. Mex.Cienc. Agríc.* 5: 991-1000.
- Yildirim, I.; Onogur, E. and Irshad, M. (2002). Investigations on the efficacy of some natural chemicals against powdery mildew (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.) of grape. *J. Phytopathol.* 150: 697 - 702.
- Ziv, O. and Zitter, T.A. (1992). Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant Disease* 76: 513 - 517.