

Combinación de tratamientos con fungicidas y nitrato de calcio para el control de la mancha marrón (*Alternaria alternata*) y su efecto en la producción de tangor ‘Murcott’

Publicado online 06 de abril de 2022

Alayón Luaces, P.¹; Chabbal, M.D.⁴; Piccoli, A.B.²; Yfran Elvira, M.M.³; Gaiad, J.E.¹; Giménez, L.I.⁴

RESUMEN

El control de la mancha marrón (*Alternaria alternata*) en los cítricos se realiza con la aplicación de fungicidas como mancozeb, iprodione, clorotalonil y de productos inductores de resistencia como fosfito de potasio y magnesio. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de aportes de nitrato de calcio a un plan de control sanitario (combinación de tratamientos con fungicidas) en el control de mancha marrón, la producción y la nutrición foliar de tangor -Murcott-. El experimento se realizó en Corrientes, Argentina, durante las campañas 2013-2014 y 2014-2015, en un lote de tangor ‘Murcott’ de 14 años de edad. En un arreglo factorial en bloques completos aleatorizados, se evaluó el aporte del nitrato de calcio (0, 125 y 250 kg por ha⁻¹) en parcelas con o sin tratamiento con fungicidas. Se determinó la incidencia y la severidad de la enfermedad, la producción por planta y el contenido foliar de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. La aplicación de 125 kg ha⁻¹ de nitrato de calcio y el control sanitario minimizaron los daños de la enfermedad. La aplicación de nitrato de calcio más el control sanitario actuaron en forma aditiva logrando resultados significativos en la disminución de la severidad e incidencia y en el aumento de la producción. En el análisis del contenido de nutrientes se observó que el tratamiento con control sanitario y aporte de 125 kg ha⁻¹ de nitrato de calcio aumentaron los porcentajes de N y de Ca en hojas.

Palabras clave: nitrato de Ca, mancha marrón, mandarina.

ABSTRACT

*Control of brown spot (*Alternaria alternata*) in citrus is done with the application of fungicides and products such as mancozeb, iprodione, chlorothalonil, and potassium or magnesium phosphite. The aim of this work was to evaluate the effect of calcium nitrate contributions to a sanitary program (combination of treatments with fungicides) on the control of brown spot, production, and foliar nutrition of tangor -Murcott-. The experiment was conducted in Corrientes, Argentina, during 2013-2014 and 2014-2015 production periods, on a 14-year-old tangor ‘Murcott’ grove. The contribution of calcium nitrate (0, 125 and 250 kg per ha⁻¹) on plots treated or not with fungicides was evaluated in a randomized complete block factorial arrangement. Incidence, severity, production per plant and foliar content of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium were determined. Application of 125 kg ha⁻¹ of calcium*

¹Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra Fruticultura. Sargento Cabral 2131, CP3400 Corrientes, Argentina.

²Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra Química General e Inorgánica. Sargento Cabral 2131, CP3400 Corrientes, Argentina.

³Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra Física. Sargento Cabral 2131, CP3400 Corrientes, Argentina. Correo electrónico: mariyfran077@hotmail.com

⁴Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Cálculo Estadístico y Biometría. Sargento Cabral 2131, CP3400 Corrientes, Argentina.

nitrate and the sanitary program minimized disease damage. Application of calcium nitrate plus the sanitary program acted additively, significantly reducing the severity and incidence of the disease and increasing plant production. In the analysis of the nutrient contents, it was observed that the sanitary scheme and 125 kg ha⁻¹ of calcium nitrate increased the percentages of N and Ca in leaves.

Keywords: Ca nitrate, brown spot, tangerine.

INTRODUCCIÓN

La mancha marrón (ABS, por sus siglas en inglés: *Alternaria Brown Spot*) es una enfermedad causada por el hongo *Alternaria alternata* que afecta a todos los cítricos cultivados, principalmente tangelos y tangores. El ABS afecta brotes, hojas jóvenes y frutos; los síntomas se caracterizan por manchas necróticas negras parduzcas rodeadas por un halo amarillo (Vicent *et al.*, 2007). El ABS se disemina principalmente a través de conidios (esporas asexuales) del hongo y el proceso de colonización involucra la producción de toxinas específicas del hospedero (HST, host-specific toxins) (Tsuge *et al.*, 2013). La infección causada por *A. alternata* en las hojas de citrus induce una rápida peroxidación de lípidos, acumulación de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) y muerte celular (Chung, 2012). Esta enfermedad no solo disminuye la calidad comercial del fruto, sino que también provoca la abscisión de las frutas de las variedades más susceptibles (Peres *et al.*, 2003). Los tangelos y tangores resultantes de cruzamientos que involucran a la especie *Citrus reticulata* o *C. tangerina* son más susceptibles al ABS que aquellos cruzamientos con *C. deliciosa* (Reis *et al.*, 2007).

El inóculo necesario para nuevas infecciones proviene de esporas que se encuentran suspendidas en el aire, o de lesiones en hojas que están aún en los árboles o en la hojarasca del suelo. El desarrollo de la enfermedad varía considerablemente en función de la susceptibilidad del cultivar, la historia de la enfermedad en el lote y las condiciones ambientales de cada año (Bassimba *et al.*, 2014). Las frutas pueden ser afectadas inmediatamente luego de la caída de pétalos y se mantienen susceptibles hasta aproximadamente tres meses después (Timmer *et al.*, 2003).

El control de la enfermedad requiere de la aplicación de fungicidas (Vicent *et al.*, 2009; Timmer *et al.*, 2003). Entre los fungicidas de contacto, mancozeb, iprodione y clorotalonil tienen comprobada eficacia; de la misma forma productos como fosfito de potasio y magnesio han mostrado ser eficientes aliados en el control de esta enfermedad (Vicent *et al.*, 2007; Rodrigues Moreira Catão *et al.*, 2013). Fungicidas sistémicos del grupo químico de los triazoles y del grupo de las estrobilurinas son eficientes para controlar la enfermedad y necesarios para obtener frutos saludables y evitar su caída prematura (Miles *et al.*, 2004).

Para establecer los intervalos de pulverización es necesario tener en cuenta la frecuencia de las precipitaciones y la historia de la enfermedad en el lote, ya que la cantidad de inóculo depende de la presencia de esporas. En el noreste argentino, las altas precipitaciones y noches húmedas en el mes de diciembre proveen condiciones favorables para la infección (Dewdney y Timmer, 2014).

Las sales de calcio pueden emplearse con éxito para disminuir el daño por enfermedades en plantas cultivadas (Serrano *et al.*, 2013). Al respecto, Sugimoto *et al.* (2005) reportaron

que la aplicación preventiva de nitrato o cloruro de calcio disminuyó el daño por *Phytophthora sojae* en plantas de soja (*Glycine max* L.), explicando que esa disminución de la enfermedad estaba relacionada con el aumento del contenido de calcio en el tejido vegetal y a la acción directa sobre el patógeno (disminución en la producción de zoosporas por efecto de las sales); además, con nitrato de calcio obtuvieron mejores resultados que con cloruro de calcio. Este nutriente actúa como agente cementante de las células y aumenta la resistencia de los tejidos a patógenos, mejorando la calidad nutricional (Ciccarese *et al.*, 2013). Las paredes celulares vegetales no solo proporcionan estructura a la planta, sino que también actúan como barreras contra estreses bióticos y abióticos (Malinovsky *et al.*, 2014).

Tradicionalmente el control de las enfermedades se realiza mediante la aplicación de fungicidas químicos, sin embargo, el uso indiscriminado de estos compuestos ha impactado negativamente a los agroecosistemas y al medioambiente. De ahí la importancia de desarrollar otras alternativas, como el uso de sales minerales con acción fungicida, que también activan los mecanismos de defensa de las plantas. Las sales minerales utilizadas para el control de enfermedades deben ser eficaces, además de tener bajo impacto negativo al ambiente y ser inocuas para la salud humana. Es importante incrementar el conocimiento sobre el uso de las sales minerales como alternativa ambiental aceptable para la protección de cultivos. Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto aditivo de la aplicación de nitrato de calcio a la combinación de tratamientos con fungicidas en el control de la mancha marrón (*Alternaria alternata*), la productividad y nutrición de plantas de tanger 'Murcott'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el establecimiento Trébol Pampa, en la localidad de Mburucuyá, Corrientes, Argentina (28,06 S; 58,26 O), durante dos campañas consecutivas 2013-2014 (A2013) y 2014-2015 (A2014), en un lote comercial de tanger 'Murcott' (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck), de 14 años de edad injertado sobre trifol (Poncirus trifoliata L. Raf.), cuyo marco de plantación fue 6 x 3 m (556 árboles ha⁻¹). El diseño experimental fue un arreglo factorial en bloques completos aleatorizados, los factores fueron: Factor 1: Campaña con dos niveles (A2013 y A2014), Factor 2: nitrato de calcio, Ca(NO₃)₂, con tres niveles (0, 125 y 250 kg ha⁻¹) y Factor 3: Control Sanitario con dos niveles (Sin y Con control) (tabla 1), con cinco repeticiones (bloques). La parcela experimental estuvo constituida por tres árboles, los cuales recibieron los tratamientos: se utilizó el árbol central para registrar los datos.

Los niveles de Ca(NO₃)₂ aportan en porcentaje N:16, OCa: 26 y fue aplicado en partes iguales en diciembre y en marzo. Los días 17/09/2013 y 26/9/2014 se aplicó por planta a todas las

Nitrato de calcio	Control sanitario	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Mar
F0 ¹	C0 ²	----	----	----	----	----	----	----
F0	C1	Cu	Di	Cu	Py+Fo	Cu	Py+Fo	Cu
F1	C0	----	----	----	----	Ca(NO ₃) ₂	----	Ca(NO ₃) ₂
F1	C1	Cu	Di	Cu	Py+Fo	Ca(NO ₃) ₂ +Cu	Py+Fo	Ca(NO ₃) ₂ +Cu
F2	C0	----	----	----	----	Ca(NO ₃) ₂	----	Ca(NO ₃) ₂
F2	C1	Cu	Di	Cu	Py+Fo	Ca(NO ₃) ₂ +Cu	Py+Fo	Ca(NO ₃) ₂ +Cu

Tabla 1. Detalle de la aplicación de nitrato de calcio y control sanitario, según los meses.

¹ F0, 0 kg ha⁻¹; F1, 125 kg ha⁻¹; F2, 250 kg ha⁻¹.

² C0, sin control; C1, combinación de oxiclورو de cobre (Cu) 0,25%, difenoconazole (Di) 0,0 %, pyraclostrobin (Py) 0,02% y fosfito de potasio (Fo) 0,2%.

parcelas, 900 g de 15-06-15-06 que aporta N: 15%, P₂O₅: 6%, K₂O: 15% y MgO: 6%. Las aplicaciones de productos fungicidas se realizaron con motomochila marca STIHL 420® y el volumen pulverizado promedio por planta fue de 2,5 L.

Variables analizadas

Para evaluar los daños por mancha marrón se seleccionaron 40 frutos por árbol mediante un muestreo aleatorio simple y se calculó la incidencia (I) y severidad (S). La incidencia se expresó en porcentaje de fruta afectada por árbol, la severidad mediante la siguiente escala expresada en grados según porcentaje de la superficie de los frutos con síntomas de la enfermedad: Grado 0 (G0): Sin daños; Grado 1 (G1) 1 a 15%; Grado 2 (G2): 16 a 30%; Grado 3 (G3): 31 a 45%; Grado 4 (G4): > de 46%. El cálculo de severidad se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$S = [0(N.^{\circ} \text{Frutos G0}) + 1(N.^{\circ} \text{Frutos G1}) + 2(N.^{\circ} \text{Frutos G2}) + 3(N.^{\circ} \text{Frutos G3}) + 4(N.^{\circ} \text{Frutos G4})] / \text{Total de frutos muestreados}$$

Al momento de la cosecha se determinó la producción por planta (kg planta⁻¹). Para determinar el contenido de nutrientes en hojas; en abril de cada campaña se muestrearon hojas de ramas fructíferas, de siete meses correspondiente a la brotación de primavera provenientes de los cuatro puntos cardinales de la planta. Se determinaron el contenido de nitrógeno (N) por el método de Kjeldhal; fósforo (P) por espectrometría

de absorción molecular (método Murphy-Riley), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) por espectrometría de absorción atómica (Kalra, 1998).

Análisis estadísticos

Se evaluó de manera conjunta la incidencia, la severidad y la producción por medio de un Análisis de la Varianza Multivariado (MANOVA), con cinco repeticiones. El modelo estadístico utilizado incluyó los factores: Bloque, Campaña, Nitrato de Calcio, Control Sanitario y las interacciones dobles de Campaña, Nitrato de Calcio y Control Sanitario. Para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se utilizó la transformación de Box y Cox, $Y = (Y^{\lambda} - 1) / \lambda$, $\lambda = 0,53$ y logaritmo natural para las variables severidad y producción respectivamente. Los vectores de medias se compararon con la prueba de Hotelling, $\alpha = 0,05$ (Hair et al., 2005).

En lo referente al contenido de nutrientes en hojas (N, P, K, Ca y Mg), se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) y Biplot.

El programa utilizado para el análisis de datos fue InfoStat (Di Rienzo et al., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de cada tratamiento para las variables Incidencia, Severidad y Producción se presentan en la tabla 2.

Nitrato de calcio ¹	Control sanitario ²	Incidencia (%)	Severidad	Producción (kg Planta ⁻¹)	Prueba Hotelling Alfa=0,05
F1	C1	39,27	0,46	86,65	C
F2	C1	47,42	0,57	80,39	B C
F0	C1	46,99	0,6	74,14	B C
F1	C0	61,3	0,82	71,09	B
F2	C0	73,57	1,14	74,77	A
F0	C0	87,02	1,47	55,74	A

Tabla 2. Incidencia, severidad y producción promedio, en árboles con distintos tratamientos de nitrato de calcio (F0, F1 y F2) y control sanitario (C0 y C1). Resultados de la prueba de Hotelling.

Medias con letras iguales no difieren significativamente $p > 0,05$.

¹ F0: 0 kg ha⁻¹, F1: 125 kg ha⁻¹ y F2: 250 kg ha⁻¹ de Ca(NO₃)₂.

² C0: sin control; C1: combinación de oxiclورو de cobre 0,25%, difenoconazole 0,03%, pyraclostrobin 0,02% y fosfito de K 0,2%.

Mes	Campaña 2013-2014	Campaña 2014-2015
Agosto	42	0
Septiembre	15	135
Octubre	202	81
Noviembre	303	95
Diciembre	153	386
Enero	136	238
Febrero	169	153
Marzo	240	169
Abril	232	145

Tabla 3. Precipitación acumulada (mm) por mes y campaña.

Fuente propia del establecimiento Trébol Pampa, localidad de Mburucuyá, Corrientes, Argentina.

El análisis de la varianza multivariado arrojó significancia ($p < 0,001$) de cada factor.

Se puede observar que las aplicaciones de productos fungicidas (combinación de oxiclورو de Cu 0,25%, difenoconazole 0,03%, pyraclostrobin 0,02% y fosfito de K 0,2%) y la aplicación de nitrato de calcio [nivel F1 (125 kg ha⁻¹ de Ca(NO₃)₂)] producen efectos aditivos logrando los mejores resultados en el control sanitario y la producción respecto de los tratamientos sin aporte de nitrato de calcio (F0) y sin control sanitario (C0). Miles *et al.* (2004) y Llorens *et al.* (2013) estudiaron el control de *Alternaria* en mandarina Fortune con productos como estrobilurinas (pyraclostrobin), mancozeb y cobre (oxiclورو

de cobre y óxido cuproso), demostrando que se logra un buen control con los fungicidas que tienen penetración en el tejido y con los de contacto, aunque sugieren que estos deberían alternarse. Asimismo, Agostini *et al.* (2003) aplicando estrobilurinas sobre la brotación en plantas en macetas observaron reducción de la severidad de la enfermedad en comparación con el control no tratado. Los fosfitos exhiben un complejo modo de acción, ya que tienen la capacidad de controlar enfermedades en diversos cultivos, actuando directamente en el desarrollo del patógeno e indirectamente mediante la estimulación de respuestas de defensa de las plantas (Lobato *et al.*, 2011; Eshraghi *et al.*, 2011; Machinandarena *et al.*, 2012).

Las ventajas del control sanitario se visualizan en la combinación F0-C1, con una incidencia del 46,99% y una producción de 74,14 kg planta⁻¹ (promedio ponderado de dos campañas para todos los datos), representando una disminución de la incidencia del 40% y un aumento de 18,4 kg planta⁻¹ respecto del tratamiento sin fertilización y sin control sanitario (F0-C0). Sin embargo, cuando se aplica 250 g de nitrato de calcio sin control sanitario, se manifiesta un aumento en la brotación que resultaría favorable para el desarrollo de la enfermedad. Conjuntamente las condiciones ambientales, especialmente las precipitaciones, que se presentaron durante el desarrollo de la investigación (tabla 3), fueron las óptimas para favorecer las etapas infectivas del hongo, lo cual se vio reflejado en una mayor incidencia y severidad en la fruta con aporte de 250 g de nitrato de calcio, sin diferenciarse del tratamiento testigo (F0-C0). Asimismo, los resultados encontrados por Saborio *et al.* (2000) en papaya o mamón (*Carica papaya*) en Costa Rica, con pulverizaciones de CaCl₂ y CaCO₂ no lograron disminuir la severidad de la enfermedad en el control de *Colletotrichum gloeosporioides*. No obstante, el tratamiento con aporte de 125 g de nitrato de calcio sin control sanitario logró diferenciarse

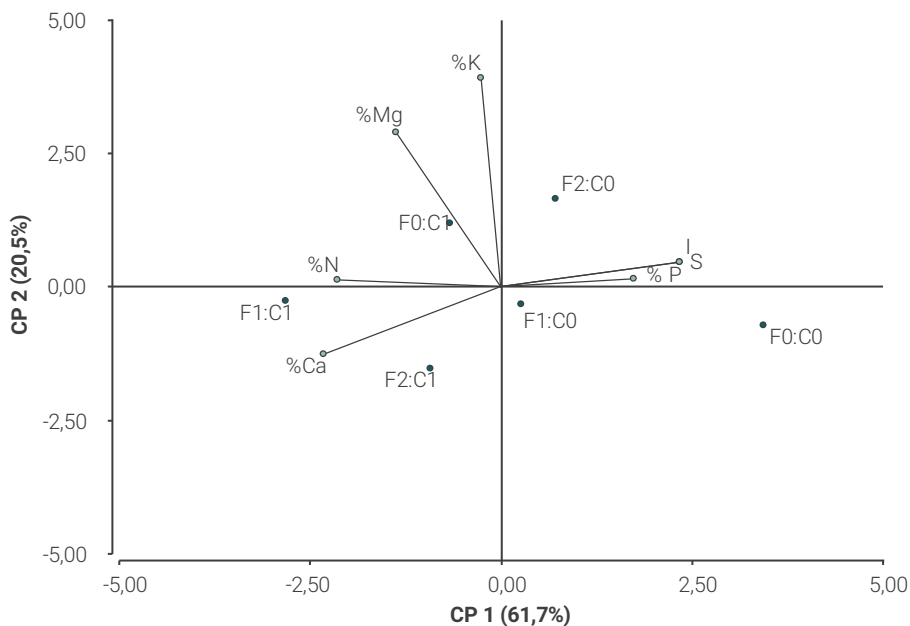


Figura 1. Biplot resultante de contenido de nutrientes foliares (N, P, K, Ca y Mg), respecto del agregado de nitrato de calcio (F0, F1 y F2) y del control sanitario (C0 y C1).

(F0: 0 kg ha⁻¹, F1: 125 kg ha⁻¹ y F2: 250 kg ha⁻¹ de Ca(NO₃)₂ y C0: sin control y C1: combinación de oxiclورو de Cu (Cu) 0,25%, difenoconazole (Di) 0,03%, pyraclostrobin (Py) 0,02% y fosfito de K (Fo) 0,2%).

significativamente de los tratamientos testigos [sin aporte de nitrato de calcio (F0) y sin control sanitario (C0)].

En el tratamiento F1-C1 (con aporte de 125 kg de nitrato de calcio ha⁻¹ y control sanitario), se encontraron valores significativamente mayores de producción de frutos (kg planta⁻¹) en comparación con el resto de los tratamientos. Resultados similares obtuvieron Berdeja-Arbeu *et al.* (2016) en lima Persa fertilizada con 2% de nitrato de calcio (15% N y 34% Ca), encontrando rendimiento acumulado de fruto significativamente mayor respecto del testigo.

Del análisis de Componentes Principales y Biplot realizado con los contenidos de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg), la Incidencia y la Severidad se pueden observar en la figura 1 que las componentes principales 1 y 2 (CP 1, CP 2) representan el 61,7% y 20,5% respectivamente de la variación total. Mientras que la Incidencia y la Severidad estuvieron asociadas a tratamientos sin Control Sanitario (C0) ni aportes de nitrato de calcio (N0-C0). Existen estudios en otros cultivos sobre la influencia que tiene la nutrición, especialmente con ciertos elementos minerales. Uno de los elementos que más influye sobre el control de la expresión de enfermedades es el calcio (Yáñez Juárez *et al.*, 2016; Jiang *et al.*, 2013). El calcio está considerado como el principal responsable de la constitución de la membrana de las células y se acumula entre pared celular y lámina media, en donde interacciona con el ácido péctico para formar pectato de calcio, lo que confiere la estabilidad y mantiene la integridad de estas; desde este punto de vista, el calcio tiene gran importancia en la economía del agua (Palacios, 2005; Agustí, 2010; Rincón Pérez-Martínez Quintero, 2015). Este nutriente actúa como agente cementante de las células, además se encuentra estrechamente relacionado con la actividad meristemática, tiene influencia en la regulación de los sistemas enzimáticos y la actividad de fitohormonas y aumenta la resistencia de los tejidos a patógenos, incrementando la vida útil poscosecha y calidad nutricional (Paniagua *et al.*, 2013; Aghdam *et al.*, 2012; Ciccavese *et al.*, 2013). Las sales de calcio pueden emplearse con éxito para mejorar la tolerancia a enfermedades en plantas cultivadas (Serrano *et al.*, 2013).

Los reportes acerca del efecto de las sales minerales contra fitopatógenos del follaje y raíces de plantas cultivadas son numerosos y aunque su eficacia es generalmente menor que la de los fungicidas convencionales y no los podrían sustituir por completo (Deliopoulos *et al.*, 2010), su integración como parte de un programa de manejo integrado puede permitir la disminución del número de aplicaciones de fungicidas y reducir la posibilidad de generar resistencia a fungicidas por los hongos.

CONCLUSIONES

El efecto aditivo de la aplicación de 125 kg ha⁻¹ de nitrato de calcio a la combinación de tratamientos con fungicidas resultó tener efectos favorables en el control de la mancha marrón por *Alternaria* (*Alternaria alternata*), en la productividad y contenidos foliares de N y Ca en plantas de tanger 'Murcott'.

BIBLIOGRAFÍA

- AGHDAM, M.S.; HASSANPOURAGHDAM, M.B.; PALIYATH, G.; FARMANI, B. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Scientia Horticulturae*.144 (Supplement C):102-15.
- AGOSTINI, J.P.; BUSHONG, P.M.; TIMMER, L.W. 2003. Greenhouse Evaluation of Products That Induce Host Resistance for Control of Scab, Melanose, and *Alternaria* Brown Spot of Citrus. *Plant Disease* 87 (1), 69-74.
- AGUSTI, M. 2010. *Fruticultura*. 2 ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 507 p.
- BASSIMBA, D.D.M.; MIRA, J.L.; VICENT, A. 2014. Inoculum sources, infection periods, and effects of environmental factors on *Alternaria* brown spot of mandarin in Mediterranean climate conditions. *Plant Disease* 98 (3), 409-417.
- BERDEJA-ARBEU, R.; HERNÁNDEZ-SAYAGO, K.; SALAZAR-SANDOVAL, R.I.; VÁZQUEZ-CRUZ, F.; MÉNDEZ-GÓMEZ, J.; MORENO-VELÁZQUEZ, D. 2016. Aspersiones foliares con nitratos en lima 'Persa'. 2016. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 2 (3), 72-77.
- CICCAVESE, A.; STELLACCI, A.M.; GENTILESCO, G.; RUBINO, P. 2013. Effectiveness of pre- and post-ripening calcium applications to control decay and maintain table grape fruit quality during storage. *Postharvest Biology and Technology* 75 (Supplement C), 135-41.
- CHUNG, K.R. 2012. Stress Response and Pathogenicity of the Necrotrophic Fungal Pathogen *Alternaria alternata* Review Article. *Scientifica*: 1-17.
- DELIPOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P.S.; HARE, M.C. 2010. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. *Crop Protection*. 29:1059-1075.
- DEWDNEY, M.M.; TIMMER, L.W. 2014. Florida Citrus Pest Management Guide: *alternaria* Bown Spot. 1-3.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. InfoStat [Internet]. Version 2018. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat; 2017.
- ESHRAIGHI, L.; ANDERSON, J.; ARYAMANESH, N.; SHEARER, B.; MCCOMB, J.; HARDY, G.E.S.; O'BRIEN, P.A. 2011. Phosphite primed defence responses and enhanced expression of defence genes in *Arabidopsis thaliana* infected with *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathology* 60, 1086-1095.
- HAIR, J.K.Jr.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. 2005. *Análisis Multivariante*, 5 ed. Prentice Hall Iberia, Madrid, 799 p.
- JIANG, J.F.; LI, J.G.; DONG, Y.H. 2013. Effect of calcium nutrition on resistance of tomato against bacterial wilt induced by *Ralstonia solanacearum*. *Eur. J. Plant Pathol.* 136, 547-555.
- KALRA, P.Y. 1998. *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC Press. Boca Raton. 300 p.
- LOBATO, M.C.; MACHINANDIERENA, M.F.; TAMBASCIO, C.; DOSIO, G.A.A.; CALDIZ, D.O.; DALIO, G.R.; ANDREU, A.B.; OLIVIERI, F.P. 2011. Effect of foliar applications of phosphite on post-harvest potato tubers. *European Journal Plant Pathology* 130,155-163.
- LORENS, E.; FERNÁNDEZ-CRESPO, E.; VICEDO, B.; LAPENA, L.; GARCÍA-AGUSTÍN, P. 2013. Enhancement of the citrus immune system provides effective resistance against *Alternaria* brown spot disease. *Journal of Plant Physiology* 170, 146-154.
- MACHINANDIERENA, M.F.; LOBATO, M.C.; FELDMAN, M.L.; DALEO, G.R.; ANDREU, A.B. 2012. Potassium phosphite primes defense responses in potato against *Phytophthora infestans*. *Journal of Plant Physiology* 169, 1417-1424.
- MALINOVSKY, F.G.; FANGEL, J.U.; WILLATS, W.G.T. 2014. The role of the cell wall in plant immunity. *Frontiers in Plant Science* 5 (178), 1-12.
- MILES, A.K.; WILLINGHAM, S.L.; COOKE, A.W. 2004. Field evaluation of strobilurins and a plant activator for the control of citrus black spot. *Aust. Plant Pathol.* 33, 371-378.
- PALACIOS, J. 2005. *Citricultura*. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 518 p.
- PANIAGUA, A.C.; EAST, A.R.; HINDMARSH, J.P.; HEYES, J.A. 2013. Moisture loss is the major cause of firmness change during postharvest storage of blueberry. *Postharvest Biology and Technology*, 79, 13-9.
- PERES, N.A.R.J.; AGOSTINI, J.P.; TIMMER, L.W. 2003. Outbreaks of *alternaria* brown spot of citrus in Brazil and Argentina. *Plant Disease* (87),750.
- REIS, R.F.; DE ALMEIDA, T.F.; STUCHI, E.S.; DE GOES A. 2007. Susceptibility of citrus species to *Alternaria alternata*, the causal agent of the *Alternaria* brown spot. *Scientia Horticulturae* 113, 336-342.
- RINCÓN-PÉREZ, A.; MARTÍNEZ-QUINTERO, E. 2015. Funciones del calcio en la calidad poscosecha de frutas y hortalizas: una revisión. *Alimentos Hoy* 23(34), 13-25.
- RODRIGUES MOREIRA CATÃO, H.C.; PEREIRA SALES, N.L.; QUEIROZ AZEVEDO, D.M.; DIAS DA SILVA FLÁVIO, N.S.; BATISTA DE CAMPOS MENEZES, J.; VIEIRA BARBOSA, L.; SAVELLI MARTINEZ, R.A. 2013. Fungicides and alternative products in the mycelial growth and germination control of *Alternaria tomatophila*. *IDESIA* (Chile) 31(3), 21-28.
- SABORIO, D.; SAENZ, V.; ARAUZ, L.F.; BERTSCH, F. 2000. Efecto del calcio en aplicaciones precosecha y poscosecha sobre la severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y la calidad de frutos de Papaya (*Carica papaya*). *Agronomía Costarricense*, 24(2), 77-88.

SERRANO, M.S.; FERNÁNDEZ, R.P.; DE VITA, P.; SÁNCHEZ, M.E. 2013. Calcium mineral nutrition increases the tolerance of *Quercus ilex* to *Phytophthora* root disease affecting oak rangeland ecosystems in Spain. *Agroforestry Systems*. 87,173-179.

SUGIMOTO, T.; AINO, M.; SUGIMOTO, M.; WATANABE, K. 2005. Reduction of *Phytophthora* stem rot disease on soybeans by the application of CaCl_2 and $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. *J. Phytopathol.* 153,536-543.

TIMMER, L.W.; PEEVER, T.L.; SOLEL, Z.; AKIMITSU, K. 2003. *Alternaria* diseases of citrus – Novel pathosystems. *Phytopathologia Mediterranea*. (42), 99-112.

TSUGE, T.; HARIMOTO, Y.; AKIMITSU, K.; OHTANI, K.; KODAMA, M.; AKAGI, Y.; EGUSA, M.; YAMAMOTO, M.; OTANI, H. 2013. Host-selective toxins pro-

duced by the plant pathogenic fungus *Alternaria alternata*. *FEMS Microbiology*, Amsterdam, 37, 44-66.

VICENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. 2007. Rain-fastness and persistence of fungicides for control of *Alternaria* brown spot of citrus. *Plant Disease*, 91,393-399.

VICENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. 2009. Protectant activity of reduced concentration copper sprays against *Alternaria* brown spot on 'Fortune' mandarin fruit in Spain. *Crop Protection*, 28,1-6.

YÁÑEZ JUÁREZ, M.G.; RUVALCABA, L.P.; ZAVALA-MEJÍA, E.; AYALA TAFOYA, F.; VELÁZQUEZ ALCARAZ, T.J.; DÍAZ VALDÉS, T. 2016. Sales minerales para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7, 1551-1561.