

COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE NARANJO Y MANDARINO RESPECTO A CANCROSIS EN LA ZONA CENTRAL DE SANTA FE

FAVARO, M.A.¹; PERETTI, R.¹; MARANO, M.R.²;

GARIGLIO, N.F.¹ & RISTA, L.M.¹

RESUMEN

Con el objetivo de analizar el comportamiento de diferentes cultivares de naranjo y mandarina respecto a la cancrrosis bacteriana en la región central de Santa Fe, se calculó la incidencia y severidad de la enfermedad en hojas de la brotación primaveral, estival y en frutos de la estación de crecimiento 2013/14. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 10 repeticiones por cultivar. Los datos se analizaron a través del Análisis de la varianza y test de Tukey, utilizando el Programa InfoStat. Además se analizaron los datos meteorológicos de la zona en conjunto con la fenología durante la estación de crecimiento. Los naranjos 'Washington Navel' y 'Lanelate' presentaron el peor comportamiento frente a la cancrrosis mientras que los naranjos 'Midknight', 'Delta Seedless', 'Valencia late' y 'Salustiana' se ubicaron en un nivel intermedio. Los frutos del mandarina 'Clemenules' presentaron un muy buen comportamiento, pero sus brotes se vieron severamente afectados. El mandarina 'Okitsu' fue el cultivar más resistente.

Palabras clave: *Xanthomonas, citri subsp. citri*, incidencia, severidad, cultivares, fenología.

SUMMARY

Incidence and severity of citrus canker on different orange and mandarin cultivars at the central area of Santa Fe (Argentina).

In order to analyze the behavior of different orange and mandarin cultivars against citrus bacterial canker in Central Santa Fe, the incidence and severity of the disease were calculated in leaves and fruits of 4 selected branches per tree during spring and summer 2013/14. A complete randomly experimental design with ten replicates per cultivar was used. Data were analyzed using Analysis

1.- Dpto. de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Tel-Fax +54 (3496) 426400. Email: mfavaro@fca.unl.edu.ar

2.- Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR-CONICET), Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario. Ocampo y Esmeralda. (2000) Rosario, provincia de Santa Fe. Manuscrito recibido el 26 de septiembre de 2014 y aceptado para su publicación el 4 de noviembre de 2014.

of variance and means separated by the Tukey's test, through InfoStat Software. Meteorological and phenological data were analyzed in order to explain disease behavior. Between oranges, 'Washington Navel' and 'Lanelate' showed the highest incidence of citrus canker, while 'Midnight', 'Delta Seedless', 'Valencia late' and 'Salustiana' showed intermediate incidence and severity values. The fruits of 'Clemenules' mandarin showed low incidence of canker but their shoots were severely affected. 'Okitsu' mandarin was the most resistant cultivar to citrus canker.

Key words: Xanthomonas, Citri subsp. incidence, severity, cultivars, phenology.

INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios fenológicos, fisiológicos y de comportamiento productivo han demostrado que la zona central de la provincia de Santa Fe presenta condiciones agroecológicas adecuadas para la producción de cítricos (21, 22, 23). Sin embargo, el último Censo Nacional Agropecuario (2002) registró sólo 504 ha de frutales cítricos en la provincia, principalmente naranjas (78%) y mandarinas (19%) (18). Para extender la producción de estos frutales, se hace necesario conocer la adaptación de los diferentes cultivares, así como la información referente al comportamiento frente a las enfermedades más importantes de los cítricos.

La cancrrosis A o Asiática producida por *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (*X. citri*), es la forma más severa y más ampliamente diseminada de CBC (17). *X. citri* es una bacteria hemibiotrófica capaz de infectar frutos, hojas y ramas (13). La temperatura óptima para el desarrollo de los síntomas es de 28-30°C (28), mientras que las temperaturas bajas ejercen un efecto negativo. Las infecciones de las hojas ocurren principalmente vía estomas y heridas causadas por tormentas, poda, o por insectos como el minador de los cítricos (13, 24). Las hojas más susceptibles a la infección de *X. citri* son

aquellas que se han expandido entre un 50 a 100% de su tamaño final (12, 13), mientras que el período más crítico para la infección en frutos es durante los noventa días posteriores a la caída de los pétalos (15).

Una vez en el interior del tejido, las células de *X. citri* se multiplican en los espacios intercelulares envueltas en una matriz de polisacáridos (30). Cuando las condiciones son adecuadas, aproximadamente 7 días después de la inoculación, aparecen los primeros síntomas en el envés de las hojas como pequeñas ampollas sobreelevadas, de aspecto aceitoso o húmedo (13). Las lesiones consisten en la hiperplasia del tejido del mesófilo que luego evoluciona a pústulas con aspecto eruptivo y corchoso. La bacteria sobrevive principalmente en lesiones de hojas y ramas. Las lluvias que causan la acumulación de agua en las hojas y ramas, sumadas a velocidades de viento superiores a los 28 km/h, facilitan su dispersión (16).

Cuando la cancrrosis es considerada enfermedad endémica, deben ponerse en práctica programas de manejo integrado. En Argentina, luego de intentos poco exitosos de erradicación de plantaciones afectadas, se intenta "convivir con la enfermedad". Esta estrategia consiste en la selección de cultivares poco susceptibles, producción de plantas libres de la enfermedad en viveros, en combinación con pulverizaciones de

productos cúpricos y prácticas culturales tales como plantación de cortinas rompevientos, control del minador de los cítricos y saneamiento de herramientas y equipos. Los factores que integran el plan deben combinarse de manera de poder mantener un nivel de patógeno que no cause pérdidas económicas sin producir grandes desequilibrios ecológicos (1).

La introducción de genotipos resistentes es la mejor solución a largo plazo para el manejo de la cancrrosis (9, 29). *X. citri* posee un amplio rango de hospedantes dentro de la familia de las Rutáceas, sin embargo existen diferencias de susceptibilidad dentro de esta familia, y entre las especies y cultivares del género *Citrus* (9, 13, 14, 26, 29). Actualmente, la información que se dispone en cuanto a comportamiento de cultivares frente a la CBC proviene de trabajos realizados en otras regiones productoras de cítricos. Si bien esta información resulta de utilidad para nuestra región, las variaciones en las condiciones climáticas y fechas de ocurrencia de los estados fenológicos en relación a estos lugares demanda la realización de un estudio zonal. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de diferentes cultivares de naranjo y mandarino frente a la CBC en la región central de la provincia de Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones de comportamiento de cultivares se llevaron a cabo en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (CECIF) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Litoral, ubicado en Esperanza (31°26' S; 60°56' O; 40 m sobre el nivel del mar), en el centro-este de la provincia de

Santa Fe, Argentina.

Se realizaron mediciones de incidencia y severidad de CBC en árboles de 10 años de edad injertados sobre pie *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., plantados en un marco de plantación de 5x5 m, sobre suelo 'Argiudol típico' serie Esperanza, con riego por goteo complementario, y con una cortina rompevientos de casuarinas rodeando el monte frutal. Los cultivares evaluados fueron naranjos (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cvs. 'Washington Navel', 'Lanelate', 'Salustiana', 'Valencia late', 'Midknight' y 'Delta Seedless'; y mandarinos cvs. 'Clemenules' (*C. reticulata* Blanco) y 'Okitsu' (*C. unshiu* Marcovitch). Durante la brotación primaveral y estival de la temporada 2013-2014, se identificaron 4 ramos por planta a una altura de 1,5 m desde el suelo, y distribuidos en los cuatro cuadrantes de la copa. A lo largo de la estación de crecimiento se realizaron mediciones de incidencia y severidad de la enfermedad. La incidencia se calculó como el número de hojas enfermas sobre el número de hojas del brote (19) mientras que la severidad se registró en las 5 hojas más afectadas del brote, utilizando las escalas diagramáticas desarrolladas por Belasque Jr. *et al.* (4). Por otro lado, luego que los frutos atravesaron su período de susceptibilidad, y previamente a la cosecha, se registró el número de frutos por árbol para calcular la incidencia de la enfermedad (número de frutos afectados sobre el número total de frutos) (2). La severidad se midió en los 10 frutos más visiblemente afectados, estimando el porcentaje de daño. Se utilizó un diseño estadístico totalmente aleatorizado con 10 repeticiones (plantas) por cada cultivar. Los datos se analizaron a través del Análisis de la Varianza y test de Tukey, utilizando el Programa InfoStat (Versión 2014).

En paralelo a estas mediciones, se analizaron los datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias, comparándolos con la media local de 30 años; y se registró la fecha de ocurrencia de las distintas etapas fenológicas de brotación y floración en ramos de la brotación primaveral y estival, empleándose la escala desarrollada por el INTA Yuquerí (11). Particularmente, se registró la fecha de inicio y fin del período de susceptibilidad de los brotes a la infección por *X. citri*, determinados por los estados B3 (brotes alargándose, hojas creciendo) y B5 (brotes y hojas sazonando), respectivamente; y el estado F5 (flores con caída de pétalos), que determina el inicio del período de susceptibilidad de los frutos.

climático desde setiembre a noviembre, aunque se incrementaron a partir de diciembre. Las precipitaciones fueron inferiores a la media climática durante setiembre, octubre, diciembre y enero. Sin embargo, los meses de noviembre y febrero presentaron registros notablemente superiores a la media (+179% y +242%, respectivamente).

Las fechas de ocurrencia de los estados fenológicos B3 y B5, que determinan el inicio y el fin del estado de susceptibilidad a la infección por *X. citri*, respectivamente, variaron de acuerdo a los cultivares (Tabla 2). Sin embargo, en todos los naranjos y mandarinos evaluados, el período de máxima susceptibilidad de la brotación primaveral transcurrió principalmente durante el mes de octubre, mientras que el período de susceptibilidad de la brotación estival transcurrió durante febrero y los primeros días de marzo. Por otro lado, el estado F5 que determina el inicio del período de susceptibilidad de los frutos luego de la caída de pétalos, ocurrió a mediados de octubre en todos los cultivares evaluados (Tabla 2).

En las hojas de la brotación primaveral,

RESULTADOS

Las condiciones meteorológicas de la estación de crecimiento 2013-2014 difirieron respecto de la media climática zonal (Tabla 1). Las temperaturas medias estuvieron por debajo del promedio

Tabla 1: Temperaturas y precipitaciones registradas durante la primavera y comienzos de verano durante la estación de crecimiento 2013- 2014 en la región central de la provincia de Santa Fe en comparación con la media climática. Los datos climáticos históricos son el promedio de 30 años de registros, obtenidos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Sauce Viejo (31°7' S; 60°81' W; 17 msnm), Santa Fe, Argentina. Los datos de la estación de crecimiento 2013-2014 fueron obtenidos de la Estación Meteorológica automática de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNL).

Mes	2013-2014				Media histórica climática			
	Temp. Máx (°C)	Temp. Med. (°C)	Temp. Min. (°C)	Precipitaciones (mm)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Med. (°C)	Temp. Min. (°C)	Precipitaciones (mm)
Setiembre	23,1	16,3	10,2	16,0	22,3	18,8	12,7	55,0
Octubre	28,1	21,2	14,8	59,0	24,9	22,1	15,3	86,0
Noviembre	28,2	22,6	16,6	276,3	28,9	24,1	17,2	99,0
Diciembre	34,0	27,3	20,4	21,3	31,0	25,8	18,9	117,0
Enero	31,5	27,4	23,2	89,5	32,7	24,9	18,3	126,0
Febrero	29,3	24,7	20,1	294,5	31,6	23,1	16,8	86,0

los síntomas de cancrrosis comenzaron a visualizarse entre fines de octubre y principios de noviembre. Los niveles de CBC a lo largo del período primaveral fueron muy bajos, y no se encontraron diferencias significativas entre cultivares en la incidencia y severidad (Tabla 3). En concordancia, la medición final realizada a principios del verano, luego de que las hojas alcanzaron su estado adulto, tampoco arrojó diferencias significativas (Tabla 3).

Por otro lado, en las hojas de la brotación estival, se observaron diferencias significativas entre cultivares luego de

un mes del comienzo del período de susceptibilidad a *X. citri* (Tabla 4). El mandarino 'Clemenules' y los naranjos del grupo Navel, 'Washington Navel' y 'Lanelate', presentaron una incidencia y severidad de CBC significativamente superior al resto de los cultivares analizados. El mandarino 'Okitsu' mostró una incidencia significativamente inferior al resto de los cultivares, mientras que los naranjos blancos 'Midknight', 'Delta Seedless', 'Valencia late' y 'Salustiana', presentaron un comportamiento intermedio. Al mismo tiempo, todos estos cultivares

Tabla 2: Fechas de inicio de los estados fenológicos de susceptibilidad a la cancrrosis en cultivares de mandarino y naranjo durante la estación de crecimiento 2013-2014. B3 (brotes alargándose, hojas creciendo), B5 (brotes y hojas sazonando) y F5 (Flores con caída de pétalos).

Cultivar	Brotación primaveral		Brotación estival		Caída de pétalos
	B3	B5	B3	B5	F5
'Clemenules'	09-oct	05-nov	08-feb	28-feb	15-oct
'Okitsu'	09-oct	22-oct	15-feb	01-mar	22-oct
'Valencia late'	09-oct	22-oct	15-feb	01-mar	15-oct
'Salustiana'	09-oct	26-oct	15-feb	06-mar	22-oct
'Lanelate'	01-oct	22-oct	15-feb	01-mar	22-oct
'Midknight'	01-oct	22-oct	15-feb	06-mar	15-oct
'Delta Seedless'	09-oct	26-oct	08-feb	01-mar	22-oct
'Washington Navel'	01-oct	22-oct	08-feb	06-mar	22-oct

Tabla 3: Incidencia y severidad de cancrrosis en la brotación primaveral de diferentes cultivares de mandarino y naranjo dulce durante la estación de crecimiento 2013-2014. Medias seguidas por diferentes letras en la misma columna difieren significativamente (Test de Tukey, $P < 0,05$).

	Brotación Primavera							
	22-Oct		5-Nov		3-Dic		23-Dic	
	Inc ¹	Sev ²	Inc	Sev	Inc	Sev	Inc	Sev
'Midknight'	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,20 a	1,15 a	2,13 a	1,36 a
'Salustiana'	0,00 a	0,00 a	0,45 a	0,20 a	0,91 a	0,76 a	1,22 a	0,97 a
'Valencia late'	0,00 a	0,00 a	0,48 a	0,50 a	0,99 a	1,81 a	0,99 a	2,35 a
'Delta Seedless'	0,00 a	0,00 a	0,43 a	0,35 a	0,89 a	0,81 a	1,09 a	1,36 a
'Washington Navel'	0,57 a	0,18 a	0,83 a	0,24 a	1,40 a	0,96 a	2,03 a	1,80 a
'Lanelate'	0,61 a	0,20 a	0,87 a	0,44 a	1,20 a	0,97 a	2,55 a	1,76 a
'Okitsu'	0,14 a	0,20 a	1,18 a	0,20 a	1,18 a	0,80 a	1,54 a	0,80 a
'Clemenules'	0,47 a	0,20 a	1,20 a	0,23 a	2,01 a	1,50 a	2,19 a	1,66 a

1.- Incidencia; 2.- Severidad

Tabla 4: Incidencia y severidad de cancrrosis en la brotación estival y en frutos de diferentes cultivares de mandarino y naranjo dulce durante la estación de crecimiento 2013-2014. Medias seguidas por diferentes letras en la misma columna difieren significativamente (Test de Tukey, $P < 0,05$).

Cultivar	Brotación Estival 6-Mar		Frutos 14-Abr	
	Inc ¹	Sev ²	Inc	Sev
'Okitsu'	1,30 c	1,00 cd	0,00 d	0,00 d
'Midknight'	26,78 b	1,55 d	7,42 cd	9,86 b
'Valencia late'	30,41 b	2,40 cd	16,28 c	9,66 bc
'Delta Seedless'	37,43 b	3,76 c	3,35 d	6,87 bcd
'Salustiana'	38,06 b	2,50 cd	14,00 c	5,57 cd
'Washington Navel'	78,75 a	8,60 b	69,6 a	13,92 a
'Lanelate'	79,80 a	9,76 ab	41,0 b	14,43 a
'Clemenules'	94,25 a	10,97 a	2,70 d	2,00 d

1.- Incidencia; 2.- Severidad

presentaron una severidad de cancrrosis significativamente inferior al mandarino 'Clemenules' y a las naranjas del grupo navel.

Las diferencias observadas en la brotación estival no se manifestaron de la misma manera en los frutos (Tabla 4). Si bien los naranjos del grupo navel, 'Washington Navel' y 'Lanelate', se diferenciaron significativamente del resto por su alta incidencia y severidad de enfermedad, los niveles de CBC del cv. 'Clemenules' no se relacionaron con lo observado en las hojas de la brotación estival. Este cultivar prácticamente no presentó síntomas de cancrrosis en sus frutos, y en conjunto con 'Okitsu' y 'Delta Seedless' se diferenció significativamente del resto por sus bajos valores de incidencia de CBC. Los naranjos blancos 'Valencia late', 'Salustiana' y 'Midknight' presentaron un comportamiento intermedio.

DISCUSIÓN

La cancrrosis bacteriana es la enfermedad que mayores daños causa en las plantaciones de cítricos de la provincia de Santa Fe (25). La introducción de genotipos resistentes es la mejor solución a largo plazo para el manejo de esta enfermedad (9, 29). Si bien en la bibliografía se ha establecido una extensa clasificación de cultivares de cítricos de acuerdo a su grado de susceptibilidad/resistencia, estas clasificaciones varían ampliamente de acuerdo a los autores, a la metodología y condiciones utilizadas para la evaluación (7, 8, 9, 13, 14, 26, 27). Por lo tanto, los estudios regionales permiten determinar con mayor certeza los cultivares que mejor se adaptan a cada zona, teniendo en cuenta la fenología y condiciones climáticas de los montes frutales.

Las condiciones meteorológicas fueron

determinantes para los niveles de enfermedad cuantificados en el presente estudio. Durante comienzos de la primavera del año 2013, las precipitaciones y temperaturas fueron inferiores a la media climática, especialmente durante el mes de octubre, cuando todos los cultivares presentaban las hojas de la brotación primaveral en el estado de susceptibilidad a la cancrrosis (Tablas 1 y 2). Las precipitaciones son el factor más importante en impulsar las epidemias, porque las bacterias se liberan de las lesiones por la humedad y se dispersan con las gotas de agua de lluvia y el viento (13). Así, las menores lluvias no favorecieron el desarrollo de la enfermedad, que apenas alcanzó niveles de incidencia del 2 %, y no se observaron diferencias entre cultivares en las hojas de la brotación primaveral (Tabla 3). Por el contrario, las excesivas precipitaciones registradas durante el mes de febrero, junto a las temperaturas más elevadas propias del verano, permitieron que los síntomas de cancrrosis se desarrollen en un grado variable de acuerdo a la susceptibilidad del cultivar en los brotes de verano (Tabla 4).

Los frutos son susceptibles a la infección por *X. citri* durante su desarrollo temprano, aproximadamente durante noventa días luego de la caída de pétalos (15). En consecuencia, la incidencia y severidad de cancrrosis en los frutos es más importante en las áreas geográficas donde las lluvias y el viento son frecuentes durante este período (5). En la estación de crecimiento 2013-2014, los frutos de todos los cultivares evaluados atravesaron el período de máxima susceptibilidad durante noviembre, con lluvias abundantes que sobrepasaron en un 179% a los valores de la media climática (Tablas 1 y 2). De esta manera, se observaron diferencias en el desarrollo de síntomas en los frutos, de acuerdo a la susceptibilidad del cultivar (Tabla 4), y en conjunto con las mediciones realizadas en

las hojas de la brotación de verano, se pudo establecer una escala preliminar de comportamiento de cultivares frente a *X. citri* en la región central de Santa Fe.

El mandarino 'Okitsu' se comportó de manera óptima, aún bajo condiciones pre-disponibles al desarrollo de la enfermedad (Tabla 4). Estos resultados coinciden con trabajos previos que consideran resistente a este cultivar bajo condiciones de campo (6, 10, 13, 27). Los cultivares de naranjo blanco 'Midnight', 'Delta Seedless', 'Valencia late' y 'Salustiana' se ubicaron en un nivel intermedio de susceptibilidad frente a *X. citri* (Tabla 4). Entre ellos, 'Midnight' presentó el mejor comportamiento en las hojas de la brotación estival y 'Delta Seedless' en los frutos, mientras que 'Valencia late' y 'Salustiana' no mostraron diferencias entre sí. En este sentido, mientras do Amaral *et al.* (9) clasifican como susceptible a 'Salustiana' y moderadamente resistente a 'Valencia late' a partir de estudios realizados bajo invernadero, otros autores que efectuaron mediciones a campo en la región paranaense de Brasil consideran que 'Valencia late' es más susceptible que 'Salustiana' (27). Estas controversias reafirman nuevamente la necesidad de realizar estudios bajo condiciones locales para establecer el comportamiento de los cultivares. Por otro lado, si bien el mandarino 'Clemenules' se considera susceptible o extremadamente susceptible a cancrrosis (9, 10, 13), en este trabajo, se observó que sus frutos presentan un muy buen comportamiento, aún cuando los brotes se vean severamente afectados durante la misma temporada (Tabla 4). Resulta interesante destacar que los estudios mencionados para establecer el grado de susceptibilidad ante la cancrrosis sólo consideraron los niveles de enfermedad en hojas, pero no en frutos. Esto permite explicar la clasificación previa del cultivar 'Clemenules' como susceptible. En estudios posteriores sería

interesante determinar cuáles son las causas del comportamiento diferencial entre los brotes y frutos en el cv. 'Clemenules'.

La identificación de cultivares con niveles de resistencia a CBC, con características agronómicas y comerciales deseables, tiene una gran importancia para el manejo de esta enfermedad. De acuerdo a estudios realizados en la provincia de Santa Fe, los cultivares de naranjo y mandarino que mejor se adaptan a la región por su producción y calidad de frutas son 'Valencia late', 'Salustiana', 'Clemenules' y 'Okitsu' (21), lo que resultó coincidente con los cultivares que demostraron buen comportamiento frente a CBC en este trabajo. De acuerdo a estos resultados sería recomendable la introducción de estos cultivares en las plantaciones frutales de la zona central de la provincia de Santa Fe, lo que complementado con aplicaciones de bactericidas cúpricos y el uso de cortinas rompevientos, permitiría realizar un manejo racional y efectivo de la enfermedad. Por el contrario, los frutos y brotes de los naranjos de ombligo 'Washington Navel' y 'Lanelate' presentaron el peor comportamiento frente a la cancrrosis (Tabla 4) por lo cual, si se los desea cultivar en esta región, deberían intensificarse las medidas de manejo y las aplicaciones de bactericidas a lo largo de la estación de crecimiento para que los mismos no vean afectada su producción. Llamativamente, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) el cv. 'Lanelate' es uno de los cítricos de mayor difusión en la provincia de Santa Fe (18). En este sentido, considerando que la principal limitante sanitaria de los cítricos en esta región es la CBC, debería considerarse una reconversión hacia otros cultivares para evitar las continuas aplicaciones de bactericidas cúpricos, dado que su uso reiterado puede generar toxicidad en las plantas y en los insectos predadores y benéficos (20) y llevar

al surgimiento de cepas de la bacteria resistentes, de las cuales ya existen antecedentes en Argentina (3).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Litoral por su financiamiento a través del Programa CAI+D 2011.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **AGOSTINI, J.P.** 2007. Manejo integrado de enfermedades de los frutales cítricos. En: Sozzi, G.O. (ed.). Árboles frutales, ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. p. 484-487.
- 2.- **BEHLAU, F.; BELASQUE JR., J.; GRAHAM, J.H. & LEITE JR., R.P.** 2010. Effect of frequency of copper applications on control of citrus canker and the yield of young bearing sweet orange trees. *Crop Protection* 29: 300-305.
- 3.- **BEHLAU, F.; CANTEROS, B.I.; MINSAVAGE, G.V.; JONES, J.B. & GRAHAM, J.H.** 2011. Molecular Characterization of Copper Resistance Genes from *Xanthomonas citri* subsp. *citri* and *Xanthomonas alfalfa* subsp. *citrumelonis*. *Applied and Environmental Microbiology* 12: 4089-4096.
- 4.- **BELASQUE JR., J.; BASSANEZI, R.B.; SPOSITO, M.B.; RIBEIRO, L.M.; JESUS JR., W.C. & AMORIM, L.** 2005. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. *Fitopatologia Brasileira* 30: 387-393.
- 5.- **BOCK, C. H., PARKER, P. E. & GOTTWALD, T. R.** 2005. Effect of simulated

- wind-driven rain on duration and distance of dispersal of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* from canker-infected citrus trees. *Plant Disease* 89:71-80.
- 6.- **CANTUARIAS-AVILÉS, T.; DE ASSIS ALVES MOURÃO FILHO, F.; SANCHES STUCHI, E.; RODRIGUES DA SILVA, S. & ESPINOSA-NUÑEZ, E.** 2009. Tree performance and fruit yield and quality of 'Okitsu' Satsuma mandarin grafted on 12 rootstocks. *Scientia Horticulturae* 123: 318-322.
 - 7.- **DAS, A.K.** 2003. Citrus canker- a review. *Journal Applied Horticulture* 5: 52-60.
 - 8.- **DENG, Z.N.; XU, L.; LI, D.Z.; LONG, G.Y.; LIU, L.P.; FANG, F. & SHU, G.P.** 2009. Screening citrus genotypes for resistance to canker disease (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*). *Plant Breeding* 129: 341-345.
 - 9.- **DO AMARAL, A.M.; CARVALHO, S.A.; SILVA, L.F.C. & MACHADO, M.A.** 2010. Reaction of genotypes of Citrus species and varieties to *Xanthomonas citri* subsp. *citri* under greenhouse conditions. *Journal of Plant Pathology* 92: 519-524.
 - 10.- **FAVARO, M.A.; MICHELOUD, N.G.; ROESCHLIN, R.A.; CHIESA, M.A.; CASTAGNARO, A.P.; VOJNOV, A.; GMITTER, F. JR.; GADEA, J.; RISTA, L.M.; GARIGLIO, N.F. & MARANO, M.R.** 2014. Surface barriers of mandarin cv. 'Okitsu' leaves make a major contribution to canker disease resistance. *Phytopathology* 104: 970-976.
 - 11.- **GARRÁN, S.M.; ANDERSON, C.M. & GARÍN, R.O.** 2005. Metodología para el Registro de Observaciones Fenológicas en Cítricos. V Congreso Argentino de Citricultura, Concordia, p. 2.
 - 12.- **GOTO, M.** 1992. Plant diseases of international importance. Citrus canker. En: Kumar, J.; Chaube, H.S.; Sing, U.S.; Mukhopadhyay, A.N. (eds.). *Diseases of Fruit Crops*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. p. 170-208.
 - 13.- **GOTTWALD, T.R.; GRAHAM, J.H. & SCHUBERT, T.S.** 2002. Citrus canker: The pathogen and its impact. *Plant Health Progress*. DOI: 10.1094/PHP-2002-0812-01-RV.
 - 14.- **GOTTWALD, T.R.; GRAHAM, J.H.; CIVEROLO, E.L.; BARRETT, H.C. & HEARN, C. J.** 1993. Differential host range reaction of citrus and citrus relatives to citrus canker and citrus bacterial spot determined by leaf mesophyll susceptibility. *Plant Disease* 77: 1004-1007.
 - 15.- **GRAHAM, J. H.; GOTTWALD, T.R.; RILEY, T.D. & BRUCE, M.A.** 1992. Susceptibility of citrus fruit to bacterial spot and citrus canker. *Phytopathology* 85: 111-117.
 - 16.- **GRAHAM, J.H.; GOTTWALD, T.R.; RILEY, T.R. & ACHOR, D.** 1992. Penetration through leaf stomata and growth of strains of *Xanthomonas campestris* strains in citrus cultivars varying in susceptibility to bacterial diseases. *Phytopathology* 82: 1319-1325.
 - 17.- **GRAHAM, J.H.; CUBERO, J.; GOTTWALD, T.R. & ACHOR, D.S.** 2004. *Xanthomonas campestris* pv. *citri*: factors affecting successful eradication of citrus canker. *Molecular Plant Pathology* 5: 1-15.
 - 18.- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS.** 2002. Censo Nacional Agropecuario 2002. En: http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuario/cna_principal.asp. Acceso: 15/07/2014.
 - 19.- **LEITE JR., R.P.; MOHAN, S.K.; PEREIRA, A.L.G. & CAMPACCI, C.A.** 1987. Integrated control of citrus canker: effect of genetic resistance and application of bactericides. *Fitopatologia Brasileira* 12: 257-263.

- 20.- **MENEGUIM, L.; RINALDI, D.A.M.F.; SANTOS, A.C.A.; RODRIGUES, L.S.; SILVA, M.R.L.; CANTERI, M.G. & LEITE JR., R.P.** 2007. Sensibilidade de *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ao cobre e mancozeb. *Fitopatologia Brasileira* 32: 247-252.
- 21.- **MICHELOUD, N.G.** 2013. Comportamiento fenológico reproductivo de variedades en la zona centro de la provincia de Santa Fe. Tesis de Maestría en Cultivos Intensivos. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- 22.- **MICHELOUD, N.G.; PILATTI, R.A. & GARIGLIO, N.F.** 2011. Efecto de la fecha de poda sobre la brotación, la intensidad de floración y el cuajado de frutos en mandarina, cv. 'Clemenules', en la zona central de Santa Fe. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires, Argentina. Resumen pp. 64.
- 23.- **PILATTI, R.A.; DOVIS, V.L.; GARIGLIO, N.F.; BUYATTI, M. & MICHELOUD, N.** 2009. Efecto de la fertilización foliar con Nitrógeno sobre la floración, el establecimiento de frutos y el rendimiento en cítricos. *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias* 8: 19-28.
- 24.- **PRUVOST, O.; BOHER, B.; BROCHERIEUX, C.; NICOLE, M. & CHIROLEU, F.** 2002. Survival of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in leaf lesions under tropical environmental conditions and simulated splash dispersal of inoculum. *Phytopathology* 92: 336-346.
- 25.- **RISTA, L.M. & FAVARO, M.A.** 2014. Manejo de Enfermedades. En: Bouzo, C.; Gariglio, N.F. & Travadelo, M. (eds.) *Cultivos Frutales y Ornamentales para zonas templados cálidas. Experiencias en la zona central de Santa Fe.* Ediciones UNL, Santa Fe, p. 205-223.
- 26.- **SCHUBERT, T.S.; RIZVI, S.A.; SUN, X.; GOTTWALD, T.R.; GRAHAM, J.H. & DIXON, W.N.** 2001. Meeting the challenge of eradicating citrus canker in Florida again. *Plant Disease* 85: 340-356.
- 27.- **VARGAS, R.G.; GONÇALVES-ZULIANI, A.M.O., CROCE FILHO, J., CARVALHO, S.A., NOCCHI, P.T.R. & NUNES, W.M.C.** 2013. Avaliação da resistência de variedades de Citrus spp. à *Xanthomonas citri* subsp. *citri* na região Noroeste Paranaense, em condições de campo. *Summa Phytopathologica*, 39: 235-241.
- 28.- **VERNIÈRE, C.J.; GOTTWALD, T.R. & PRUVOST, O.** 2003. Disease development and symptom expression of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in various citrus plant tissues. *Phytopathology* 93: 832-843.
- 29.- **VILORIA, Z.; DROUILLARD, D.L.; GRAHAM, J.H. & GROSSER, J.W.** 2004. Screening triploid hybrids of 'Lakeland' limequat for resistance to citrus canker. *Plant Disease* 88: 1056-1060.
- 30.- **VOJNOV A. & MARANO M.R.** 2014. Biofilm formation and virulence in bacterial plant pathogens. En: Wang, N.; Jones, J.; Sundin, G.; White, F.; Hogenhout, S.; Roper, C.; De La Fuente, L.; Ham, J.H. (eds.). *Virulence mechanisms of plant pathogenic bacteria.* APS Press, USA (en prensa).