

## Evaluación de diferentes formulaciones cúpricas para el control de la cancrrosis de los cítricos en limoneros en la provincia de Tucumán, R. Argentina\*

Beatriz E. Stein\*\*, C. Jacqueline Ramallo\*\*\*, Hernán Salas\*\*\*\*, Lucas Foguet\*\* y James H. Graham\*\*\*\*\*

### RESUMEN

La eficacia de compuestos a base de cobre, solos o combinados con otros productos, para el control de la cancrrosis de los cítricos causada por *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc) fue evaluada durante cuatro campañas sucesivas (2002 a 2006) en una quinta comercial de limoneros en Alderetes, Tucumán, R. Argentina. Los tratamientos se aplicaron seis veces por campaña, desde la caída de pétalos hasta el mes de febrero, con intervalos de 28 días, con una máquina turbo pulverizador de alto volumen empleando de 25 a 30 l de caldo por planta. Las evaluaciones se efectuaron visualmente sobre el total de los frutos que tenían un diámetro de 60 mm o superior, durante cada uno de los cortes comerciales (abril, junio y agosto). La incidencia de cancrrosis en los frutos se redujo significativamente con todos los tratamientos, en comparación al testigo sin aplicar. La combinación de oxiclورو de cobre con aceite emulsivo como adherente, mancozeb o desinfectantes (amonios cuaternario y ácido peracético) no mejoró el control de la enfermedad. Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran la eficacia de los productos cúpricos en el control de la cancrrosis en limonero bajo nuestras condiciones, lo cual sumado a las otras medidas que conforman un programa de manejo integrado, permite obtener fruta libre de la enfermedad con las garantías fitosanitarias exigidas por el comercio internacional.

**Palabras clave:** *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, formulaciones y dosis de cobre, control de cancrrosis, Citrus limon.

### ABSTRACT

#### Evaluation of different copper compounds for citrus canker control on lemon in the province of Tucumán, Argentina

Efficacy of copper-based compounds, alone or combined with other products for the control of citrus canker caused by *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc) was evaluated during four successive seasons (2002-2006) in a commercial lemon orchard in Alderetes, Tucumán (Argentina). Treatments were applied six times per season, at 28 days intervals since petal fall till February, with a high volume air blast sprayer that delivered 25 l to 30 l per tree. Evaluations were performed visually on all fruits exceeding size 138 (60 mm in diameter) during April, June, and August each year. Citrus canker incidence on fruits was reduced significantly with all treatments as compared to the unsprayed control. The combination of copper oxychloride with spray oil as adherent, mancozeb or disinfectants (quaternary ammonium and peracetic acid), did not improve disease control. Results obtained in this work demonstrate the effectiveness of copper-based compounds in the control of citrus canker on lemons under our conditions. These chemical treatments, along with other measures of an Integrated Pest Management program, allow the production of disease-free fruit with the phytosanitary guarantees required by overseas markets.

**Key words:** *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, copper formulations and rates, canker control, Citrus limon.

---

\*Parte de los datos presentados en este trabajo fueron publicados anteriormente (Stein et al., 2007).

\*\*Centro de Saneamiento de Citrus, EEAOC. saneamiento@eeaoc.org.ar

\*\*\*SA San Miguel; Tucumán, R. Argentina.

\*\*\*\*Sección Fruticultura, EEAOC.

\*\*\*\*\*University of Florida, Citrus Research and Education Center, Lake Alfred, FL, USA.

## INTRODUCCIÓN

La canchrosis de los cítricos (*Xanthomonas citri* subsp *citri*), tipo A, fue detectada en el Noroeste Argentino (NOA) en el año 2002 (Canteros, 2004; Ramallo *et al.*, 2005a). Esta región, que agrupa a las provincias de Tucumán, Salta, Jujuy y Catamarca, se destaca especialmente por la limonicultura de Tucumán (Foguet, 2011). La distribución de la enfermedad es todavía irregular, encontrándose áreas de muy baja prevalencia e incluso zonas libres de ella. Sin embargo, su condición de cuarentenaria para nuestro principal destino de exportación de fruta fresca -la Unión Europea- hizo necesario, desde su detección, desarrollar un programa de manejo adaptado a las características propias del área, que se encuentra ubicada a 26° latitud sur y que presenta veranos cálidos, una temperatura media anual de 19°C, lluvias monzónicas estivales (con precipitaciones anuales que varían de 800 mm a 1500 mm) y suelos fértiles, en los que crecen plantas vigorosas con múltiples floraciones (Ramallo *et al.*, 2005b, Stein *et al.*, 2007). Este programa de manejo se basa, fundamentalmente, en aplicaciones preventivas con productos cúpricos, ampliamente usados a nivel mundial. La eficiencia del control químico de esta enfermedad depende de varios factores, entre ellos la susceptibilidad del cultivar, la edad de las plantas, el número de aplicaciones y la época en que se realizan, así como también de las otras prácticas culturales que se efectúan (Canteros, 2000).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes formulaciones y dosis de fungicidas cúpricos para el control de la canchrosis de los cítricos en limoneros, a fin de asegurar la producción de frutos libres de la enfermedad, que cuenten con las garantías fitosanitarias exigidas por el comercio internacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en una plantación comercial de limonero Lisboa Limoneira 8 A (*Citrus limon*, L. Burm f.) injertados sobre citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*). Esta plantación estaba ubicada en la localidad de Alderetes del Departamento Cruz Alta, en Tucumán (R. Argentina). Al inicio de los estudios, en la primavera del año 2002, los árboles tenían cinco años de edad. Durante cuatro campañas sucesivas, se compararon productos cúpricos (oxicloruros e hidróxidos) de distintos fabricantes, en diferentes dosis. En el caso del oxicloruro, se evaluó su eficacia solo y en combinación con: **a)** mancozeb (producto de la coordinación del ion zinc y etilen bis ditiocarbamato de manganeso); **b)** sulfato de cobre pentahidratado; **c)** desinfectantes: ácido peracético y amonios cuaternarios y **d)** aceite mineral (Tabla 1). El propósito de la combinación con amonios cuaternarios era conocer su efecto en la eliminación de bacterias epifitas de la superficie de los órganos aéreos, más que estudiar su acción como coadyuvantes.

Las fuentes de cobre evaluadas eran las más usadas y las que se encontraban disponibles al momento del ensayo. En el caso de los hidróxidos, las dosis utilizadas fueron recomendadas por los fabricantes. Solamente en la última campaña (2005/2006) se las redujo para dos hidróxidos: K 2 y Ch (Tabla 2).

El efecto del sulfato de cobre pentahidratado y de los amonios cuaternarios agregados al oxicloruro de cobre se evaluó únicamente en el primer año de ensayo. Las aplicaciones de oxicloruro de cobre combinadas con desinfectantes fueron realizadas solamente en las pulverizaciones de noviembre, diciembre y enero, mientras que en las restantes se empleó el fungicida solamente.

**Tabla 1. Fuentes de cobre y otros productos utilizados en los ensayos de control químico de canchrosis, realizados durante las cuatro campañas (2002/2006) en El Corte, Alderetes, Tucumán (R. Argentina).**

Producto	Ingrediente activo (%)	Nombre comercial	Fabricante/ proveedor
Oxicloruro de cobre	50,0	Caurifix	Basf SA
Hidróxido de cobre (K 1)	50,0	Kocide 101	Dupont SA
Hidróxido de cobre (K 2)	35,0	Kocide 2000	Dupont SA
Hidróxido de cobre (DP)	37,5	Champ DP	Nufarm SA
Hidróxido de cobre (Ch)	50,0	Champion	Nufarm SA
Hidróxido de cobre (H)	50,0	Hidrocob	Brometan
Sulfato de cobre pentahidratado	10,0	Cotacuatro	S.Ando y Cía SA
Mancozeb (Mz)	80,0	Dithane M -80	Dow Agrosciences
Amonio cuaternario (T)	35,0	Triquart	Ecolab SA
Acido peracético	4,3	Vortexx	Ecolab SA
Didecildimetil amonio (S)	12,0	Sporekill	Cotrade
Aceite emulsionable	99,5	EFT	Texaco Argentina

**Tabla 2. Efecto de diferentes tratamientos en la incidencia de cancrrosis de los cítricos en frutos de limonero, durante las cuatro campañas analizadas (2002/2006). El Corte, Alderetes, Tucumán (R. Argentina).**

Tratamiento	Dosis (%) pc	Kg cobre/ha	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
Hidróxido de cobre (K 1) + aceite*	0,20	9,0	25,5 A **	16,9A		
Hidróxido de cobre (K 2) + aceite	0,15	4,7	27,4 AB	22,0ABC	4,0 AB	2,3 AB
Oxicloruro de cobre	0,30	13,5	30,1 ABC	17,9A	3,9 AB	
Oxicloruro de cobre + mancozeb (Mz) + aceite	0,3 +0,2	13,5	33,8 ABC	20,7AB	2,0 A	1,8 A
Oxicloruro de cobre + ácido peracético	0,3 + 0,1	13,5	36,0 ABC	24,4 BCD	4,0 AB	
Oxicloruro de cobre + sulfato de cobre pentahidratado + aceite	0,3 + 0,5	13,5	36,2 ABC			
Oxicloruro de cobre + aceite	0,20	9,0	36,2 ABC	30,5 E	6,2 B	4,4 AB
Oxicloruro de cobre + aceite	0,30	13,5	37,4 ABC	27,1 CDE	3,4 AB	
Oxicloruro de cobre + amonio cuaternario (T)	0,3 + 0,1	13,5	38,8 BC			
Oxicloruro de cobre + Mz + aceite	0,2 +0,1	9,0	38,9 BC	20,5AB	3,6 AB	3,7 AB
Oxicloruro de cobre + amonio cuaternario (S)	0,3 + 0,1	13,5	43,5 C			
Oxicloruro de cobre + Mz + S	0,3 +0,2 +0,1	13,5	43,9 C			
Hidróxido de cobre (DP) + aceite	0,15	5,0	44,2 C	27,1 CDE	4,5 AB	
Amonio cuaternario (S)	0,10		69,8 D			
Hidróxido de cobre (Ch) + aceite	0,20	9,0		17,0A	2,6 AB	
Oxicloruro de cobre	0,20	9,0		27,9 DE	4,9 AB	5,0 B
Hidróxido de cobre (H) + aceite	0,20	9,0			2,2 A	2,2 AB
Hidróxido de cobre (Ch)	0,20	9,0				2,1 A
Hidróxido de cobre (Ch)	0,10	4,5				4,0 AB
Hidróxido de cobre (Ch) + aceite	0,10	4,5				4,3 AB
Hidróxido de cobre (K 2) + aceite	0,10	3,1				5,0 B
Testigo			76,6 D	60,0 F	32,7 C	27,0 C
<b>CV</b>			<b>22,53</b>	<b>15,57</b>	<b>48,58</b>	<b>35,87</b>
<b>P</b>			<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>

\*aceite emulsivo al 0,1%.

\*\* Tests: LSD Fisher Alfa=0.05. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Los tratamientos se aplicaron anualmente sobre los mismos árboles, a fin de evaluar el posible efecto acumulativo en la reducción de inóculo.

Para dispersar los fungicidas, se empleó un turbo pulverizador FMC, regulado para descargar entre 25 y 30 litros de caldo por planta. Los tratamientos se iniciaron cuando las tres cuartas partes de los pétalos habían caído, a fines de septiembre, y continuaron cada 28 días, con un total de seis aplicaciones por tratamiento y por año.

El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y cada bloque estuvo compuesto por una fila central de 20 plantas por tratamiento y dos filas de borduras.

Las evaluaciones se efectuaron en las cinco plantas centrales de cada parcela para cada uno de los cortes comerciales (abril, junio y agosto). Los resultados de incidencia de cancrrosis en frutos que se presentan en este trabajo corresponden a la suma de las evaluaciones para cada año de ensayo. En todos los casos se realizaron de manera visual sobre el total de la fruta que presentaba un diámetro de 60 mm o más. La presencia de una pústula visible de cancrrosis fue el criterio para considerar a un fruto como infectado. No se evaluó severidad.

Las precipitaciones ocurridas durante el período del ensayo se registraron mensualmente y se compararon con el promedio de los últimos 20 años.

Para el análisis estadístico, se utilizó el test de LSD Fisher Alfa de comparación de medias, al 0,05% de significancia.

**RESULTADOS**

Las precipitaciones y su relación con la incidencia de la enfermedad

Las precipitaciones y el número de días con lluvias fueron variables durante los años de ensayo e inferiores comparados con los valores de los últimos 20 años para esta localidad (Tabla 3).

La incidencia de canchosis en frutos en el tratamiento testigo fue variable y mostró una marcada tendencia decreciente, con valores que variaron de 76,6% a 27,0% para el primero y último año de los ensayos, 2002/2003 y 2005/2006, respectivamente (Figura 1).

Relacionando estos niveles de infección en frutos del tratamiento testigo con las precipitaciones registradas durante los años en que se realizaron los ensayos, se observó que la incidencia de la enfermedad estuvo influenciada más por las lluvias de los inicios de la primavera (de octubre, especialmente), que por el valor de precipitaciones acumulado durante el periodo de setiembre a marzo (Tabla 3). Así, en las campañas 2004/2005 y 2005/2006 -durante las cuales no se registraron lluvias en el mes de octubre-, los valores de incidencia de canchosis fueron los más bajos (32,7% y 27,0%, respectivamente). En cambio, en el segundo año de ensayo, a pesar de que las precipitaciones acumuladas fueron las más bajas por efecto de una severa sequía, los 41 mm registrados en el mes de octubre determinaron que el 60,0% de los frutos en el tratamiento testigo presentara síntomas de canchosis (Figura 1 y Tabla 3).

Tabla 3. Precipitaciones (mm) registradas durante el periodo setiembre a marzo en las campañas 2002/2003 a 2005/2006. El Corte, Alderetes, Tucumán (R. Argentina).

Mes	2002/2003		2003/2004		2004/2005		2005/2006		Promedio de 20 años
	mm	Nº días con lluvia	mm	Nº días con lluvia	mm	Nº días con lluvia	mm	Nº días con lluvia	
Set.	5,0	1	9	2	11	1	66	1	22,2
Oct.	165,5	7	41	6	0	0	0	0	73,6
Nov.	166,0	7	0	0	241	12	32	3	101,0
Dic.	282,0	14	118	3	76	2	44	2	179,5
Ene.	152,0	9	145	7	162	4	314	9	233,1
Feb.	60,0	2	112	7	143	4	156	6	184,0
Mzo.	99,0	9	77	5	66	2	111	11	184,7
<b>Total</b>	<b>929,5</b>	<b>49</b>	<b>502</b>	<b>30</b>	<b>699</b>	<b>25</b>	<b>723</b>	<b>32</b>	<b>978,1</b>

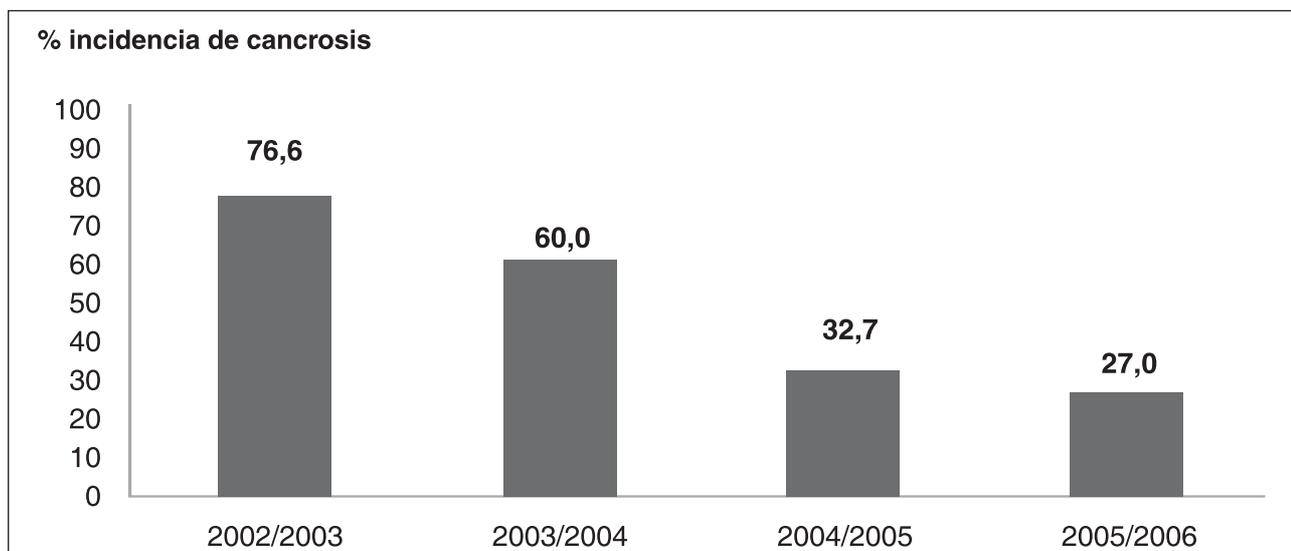


Figura 1. Porcentaje de fruta con canchosis en el testigo sin tratar. Campañas 2002/2003 a 2005/2006.

### Efecto de los tratamientos

Los tratamientos ensayados, tanto formulaciones cúpricas como dosis evaluadas, disminuyeron la incidencia de la enfermedad en frutos y se diferenciaron estadísticamente del testigo sin tratar en las cuatro campañas (Tabla 2).

El hidróxido fue más eficiente que el oxiclورو, cuando se compararon tratamientos a igual contenido de cobre metálico. Las cinco marcas comerciales ensayadas tuvieron un comportamiento similar, a excepción del hidróxido DP, que se diferenció negativamente de los otros en los dos primeros años de ensayos. La reducción de dosis de dos marcas comerciales, Ch y K 2, en la única campaña evaluada -2005/2006- no mostró diferencias significativas (Tabla 2).

La comparación de dosis de oxiclورو de cobre (sin el agregado de otros activos) solamente mostró diferencias significativas a favor de la más alta en la campaña 2003/2004 (Tabla 2).

### Efecto de formulaciones cúpricas combinadas con otros productos

**A) Con otros fungicidas:** Las combinaciones de oxiclورو de cobre (0,3% y 0,2%) con mancozeb en dos dosis (0,2% y 0,1%, respectivamente) más aceite mejoraron levemente el control de la enfermedad, con diferencias estadísticas solamente en la campaña 2003/2004 (Tabla 2). La disminución promedio de cancrrosis con el agregado de mancozeb fue similar independiente de la dosis de los dos fungicidas (Tabla 4).

El control obtenido con el tratamiento de oxiclورو de cobre combinado con sulfato de cobre pentahidratado fue similar y no presentó diferencias estadísticas con el

**Tabla 4. Incidencia de cancrrosis en frutos tratados con dos combinaciones de oxiclورو de cobre y mancozeb (Mz) (porcentaje promedio de las campañas que se indican debajo de la tabla).**

	Cancrrosis en frutos (%)
Oxicloruro de cobre 0,3% + aceite	22,6 *
Oxicloruro de cobre 0,3% + Mz 0,2% + aceite	18,8 *
<b>Testigo</b>	<b>56,4 *</b>
Oxicloruro de cobre 0,2% + aceite	19,3**
Oxicloruro de cobre 0,2% + Mz 0,1% + aceite	16,7**
<b>Testigo</b>	<b>49,1**</b>

\* Promedio de las campañas 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005.  
\*\* Promedio de las campañas 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 y 2005/2006.

tratamiento de oxiclورو de cobre solo (Tabla 2).

**B) Con desinfectantes:** El amonio cuaternario (S), aplicado solo -sin oxiclورو- se comportó de igual manera que el testigo sin tratar, sin que se registraran diferencias estadísticas entre estos (Tabla 2).

La combinación de desinfectantes (amonios cuaternarios y ácido peracético) con oxiclورو de cobre al 0,3% no contribuyó a mejorar el control de la enfermedad (Tabla 5).

**Tabla 5. Efecto de amonios cuaternarios solos y combinados con oxiclورو de cobre en el control de cancrrosis en frutos de limonero. Campaña 2002/2003.**

	Frutos con cancrrosis (%)
Oxicloruro de cobre 0,3% + ácido peracético	36
Oxicloruro de cobre 0,3% + aceite	37,4
Oxicloruro de cobre 0,3% + amonio cuaternario (T)	38,8
Oxicloruro de cobre 0,3% + amonio cuaternario (S)	43,5
Oxicloruro de cobre 0,3% + Mz 0,2% + amonio cuaternario (S)	43,9
Amonio cuaternario (S)	69,8
<b>Testigo</b>	<b>76,6</b>

**C) Con aceite mineral:** El agregado de aceite mineral, como tensioactivo adherente, al tratamiento de oxiclورو de cobre en las dosis ensayadas no mejoró el control de la enfermedad, observándose valores de incidencia similares. Solamente en la campaña 2003/2004 se obtuvieron diferencias estadísticas, a favor del tratamiento sin aceite (Tablas 2 y 6).

**Tabla 6. Incidencia de cancrrosis en frutos tratados con dos dosis de oxiclورو de cobre, más el agregado de aceite emulsionable (promedio de dos campañas: 2003/2004 y 2004/2005).**

	Frutos con cancrrosis (%)	
	Sin aceite	Con aceite
Oxicloruro de cobre 0,3%	10,9	15,2
Oxicloruro de cobre 0,2%	16,4	18,3
<b>Testigo</b>	<b>46,4</b>	

## DISCUSIÓN

Las precipitaciones son un factor determinante para el inicio de la enfermedad, ya que las bacterias se liberan de las lesiones de los distintos órganos por el agua libre en superficie y se dispersan por lluvias con viento. Los resultados obtenidos en los ensayos con limoneros permitieron comprobar que la incidencia de cancrrosis estuvo directamente relacionada con las precipitaciones de primavera, especialmente con las del mes de octubre, que fueron determinantes en los niveles de incidencia de la enfermedad. Se obtuvieron resultados similares en ensayos con pomelos, en Florida, EE. UU., donde las lluvias del mes de abril (equivalentes a las de octubre en el hemisferio sur) condicionan la infección de frutos al inicio de la estación y representan un riesgo desde el punto de vista epidemiológico (Behlau *et al.* 2011).

La disminución de la incidencia de cancrrosis observada en el testigo sin tratar a lo largo de los cinco años de ensayos puede atribuirse al incremento del tamaño de las plantas con la edad, además de la influencia de los cambios en las condiciones climáticas. En Brasil, Leite and Mohan (1990) y Behlau *et al.*, 2008 demostraron que la proporción de brotaciones susceptibles disminuye en relación al volumen total de la copa, a medida que el cultivo avanza en edad y aumenta el tamaño de las plantas.

“Las condiciones climáticas del primer año de ensayo, sumadas a la susceptibilidad del limonero y a la presencia de minador de los citrus (*Phyllocnistis citrella*), contribuyeron a determinar para el tratamiento testigo (sin aplicación) una incidencia de la enfermedad en frutos del 76,6 %.

La infección de cancrrosis no se prolongó durante todo el año, ni se manifestó de manera uniforme, sino que estuvo asociada con las distintas fases de crecimiento de la planta y se produjo exclusivamente en tejidos inmaduros bajo condiciones climáticas favorables, principalmente en la primavera y en el inicio del verano, coincidente con períodos de lluvia, las cuales favorecen el desarrollo y dispersión de la enfermedad. La incidencia de la enfermedad es aun más severa (Bock *et al.*, 2005) cuando ocurren lluvias acompañadas por vientos que favorecen el ingreso pasivo de la bacteria al interior del tejido (Bock and Gottwald, 2011).

En general, los frutos cítricos son susceptibles a la cancrrosis por un periodo de seis a ocho semanas después de la floración. Ya en 1992, Graham *et al.* determinaron, mediante inoculaciones artificiales, que los frutos de naranja Hamlin de 0,5 cm a 4,0 cm de diámetro eran los más susceptibles a la infección por cancrrosis. En Tucumán, al inicio de la época de lluvias, los frutos tienen un diámetro promedio inferior a los 4,0 cm. Esta

susceptibilidad a campo disminuye a medida que los órganos van madurando (Canteros, 2001).

Los tratamientos con cúpricos que se describen en el presente trabajo y que se ensayaron durante cuatro campañas sucesivas disminuyeron en forma significativa la incidencia de la enfermedad en frutos, hasta en un 51% con respecto al testigo sin tratar. Esto coincide con lo informado por Leite en 1990, en cuanto a la reducción de la incidencia de cancrrosis en especies susceptibles, lograda con la aplicación de productos cúpricos.

La combinación de oxiclورو de cobre con diversos compuestos -otros fungicidas, desinfectantes y aceites- no contribuyó a mejorar el control de la enfermedad. Sin embargo, desinfectantes como el cloruro de benzalconio y otros grupos de amonios cuaternarios, al igual que el ácido peracético, resultaron muy eficientes en la inhibición del crecimiento de la bacteria (*X. citri* subsp. *citri*) *in vitro* (Murata *et al.*, 2010) y en la desinfección superficial de herramientas y otros elementos empleados en operaciones de cultivo y cosecha (Cordeiro *et al.*, 2010). Es decir que fueron efectivos sobre superficies inertes. El ácido peracético está también recomendado para la desinfección de frutos cítricos sin procesamiento en los EE. UU. y de cítricos orgánicos en Australia (Parra, 2007).

A nivel mundial, el control químico de la cancrrosis se obtiene mediante pulverizaciones de productos cúpricos durante la estación de crecimiento de las plantas cítricas, dirigidas a proteger los flujos de brotación, así como también a reducir el inóculo de las lesiones en ramas y hojas. La efectividad de estos cúpricos es mayor si se utilizan antes del inicio de las lluvias de primavera, lo cual confirma que las aplicaciones son estrictamente preventivas y no tienen actividad curativa ni sistémica (Graham *et al.*, 2011). Se obtienen niveles satisfactorios de control de cancrrosis si se protege a la fruta en crecimiento en forma continua, para que no sufra infecciones, siempre y cuando no se produzcan interrupciones en la cobertura de la superficie (Graham *et al.*, 2011). Otros estudios realizados en Brasil han demostrado que los cúpricos resultan más eficientes para el control de la enfermedad en hojas que en frutos (Behlau *et al.*, 2011).

El número de aplicaciones necesarias para controlar la cancrrosis de los cítricos en limonero puede variar de dos a siete por temporada, dependiendo de muchos factores, tales como la susceptibilidad del cultivar, el portainjerto utilizado, las condiciones ambientales, la exposición de la quinta a los vientos, etc. (Leite and Mohan, 1990; Leite *et al.*, 1987). Sin embargo, reiteradas aplicaciones de cobre pueden generar poblaciones de *Xanthomonas* resistentes, producir fitotoxicidad, ocasionar acumulación de cobre en el suelo e incrementar los costos de producción (Miller *et al.*, 2011, Behlau *et al.*, 2010).

Los resultados presentados en este trabajo

coinciden con los estudios realizados en Brasil por Behlau *et al.* (2008), quienes concluyeron que, independientemente del número de pulverizaciones por temporada, los árboles tratados con cobre presentan consistentemente menor incidencia de cancrrosis, siendo la reducción de la enfermedad proporcionalmente constante, independientemente del nivel de incidencia inicial, del órgano de la planta afectado (hojas o frutos) y del ingrediente activo utilizado (oxicloruro o hidróxido de cobre) (Behlau *et al.*, 2011).

En los últimos años, se ha profundizado en la búsqueda de productos alternativos para el control de la cancrrosis, tales como antibióticos, productos biológicos o inductores de mecanismos de defensa de la planta (SAR). Sin embargo, en ningún caso se alcanzó la efectividad de los fungicidas cúpricos para el control de cancrrosis bajo condiciones endémicas. La falta de productos alternativos y la satisfactoria eficiencia de los compuestos cúpricos son las razones para su uso persistente en las últimas décadas.

### CONCLUSIONES

Los tratamientos que se evaluaron durante cuatro campañas, aplicados seis veces cada 28 días, durante la estación de mayor crecimiento, redujeron la incidencia de la enfermedad en porcentajes variables, logrando controles de hasta un 80% de fruta libre de cancrrosis. Esto, sumado a otras medidas que conforman un programa de manejo integrado de la enfermedad, permite la producción de fruta libre de cancrrosis de los cítricos, con las garantías fitosanitarias exigidas por el comercio internacional.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Behlau, F.; J. Belasque Jr.; A. Bergamin-Filho; J. H. Graham; R. P. Leite Jr. and T. R. Gottwald. 2008. Copper sprays and windbreaks for control of citrus canker on young orange trees in southern Brazil. *Crop Protection* 27: 807–813.
- Behlau, F.; J. Belasque Jr.; J. H. Graham and R. P. Leite Jr. 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.
- Behlau, F.; T. G. da Silva and J. Belasque Jr. 2011. Copper bactericides for control of citrus canker: is there room for improvement? En: Proc. Workshop on *Xanthomonas citri* Citrus Canker, Ribeirão Preto, Brasil, 2011, pp. 44 -47.
- Bock, C. H. and T. R. Gottwald. 2011. Processes involved in the dispersal of *Xanthomonas citri* subsp. *citri* from canker-infected citrus canopies, and in the infection of citrus foliage. En: Proc. Workshop on *Xanthomonas citri* Citrus Canker, Ribeirão Preto, Brasil, 2011, pp. 27-30.
- Bock, C. H.; P. E. Parker and T. R. Gottwald. 2005. Effect of simulated wind-driven rain on duration and distance of dispersal of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* from canker-infected citrus trees. *Plant Dis.* 89: 71-80.
- Canteros, B. I. 2000. Citrus canker in Argentina: control, eradication, and current management. Proceeding of the International Citrus Canker Research Workshop, Fort Pierce, Fl., USA. [En línea]. Disponible en <http://www.freshfromflorida.com/content/download/9993/136226/abstracts.pdf>. Consultado diciembre 2012.
- Canteros, B. I. 2001. Cancrosis de los citrus. *IDIA XXI* (1): 23-27.
- Canteros, B. I. 2004. Management of citrus canker in Argentina. A review. En: Proc. Int. Soc. Citriculture, 10, Agadir, Marruecos, 2004, vol. 2, pp. 705-707.
- Cordeiro, A. B.; D. F. Costa; M. M. Murata; R. P. Leite e E. G. Silva. 2010. Eficiência do tratamento de material de colheita de citros com cloretos de benzalcônio em relação a *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. En: Resúmenes del Congreso de Fitopatología Brasileiro, 43, Cuiaba, MT, Brasil. *Tropical Plant Pathology* 35 (suplemento): S115.
- Foguet, J. L. 2011. The lemon industry in Argentina. En: Program and Abstracts of the International Congress of Citrus Nurserymen, 9, Tucumán, R. Argentina, p. 12.
- Graham, J. H.; M. Dewney and H. Yonce. 2011. Comparison of copper formulations for management of citrus canker on “Hamlin” orange in Florida. En: Proc. Workshop on *Xanthomonas citri* Citrus Canker, Ribeirão Preto, Brasil, pp. 37-40.
- Graham, J. H.; T. R. Gottwald; T. D. Riley and M. A. Bruce. 1992. Susceptibility of citrus bacterial spot and citrus canker. *Phytopathology* 82: 452-457.
- Leite Jr., R. P. 1990. Cancro cítrico: prevenção e controle no Paraná. Circular (61) IAPAR, Londrina, PR, Brasil.
- Leite Jr., R. P. and S. K. Mohan. 1990. Integrated management of the citrus bacterial canker disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in the State of Paraná, Brazil. *Crop Protection* 9: 3-7.
- Leite Jr, R. P.; S. K. Mohan; A. L. G. Pereira e C. A. Campacci. 1987. Controle integrado de cancro cítrico: efeito da resistência genética e da aplicação da bactericidas. *Fitopatologia Brasileira* 12: 257-63.
- Miller, A. M.; T. P. Barreto; M. L. R. Silva and R. P. Leite Jr. 2011. Control of citrus canker mediated by neonicotinoids in combination with acibenzolar-S-methyl. En: Proc. the Workshop on *Xanthomonas citri* Citrus Canker, Ribeirão Preto, Brasil, 2011, pp. 50-52.
- Murata, M. M.; A. B. Cordeiro; D. F. Costa; R. R. Motta y R. P. Leite Jr. 2010. Sensibilidade *in vitro* de isolados

- de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* aos cloretos de benzalcônio. En: Resúmenes del Congreso de Fitopatología Brasileiro, 43, Cuiaba, MT, Brasil. Tropical Plant Pathology 35 (Suplemento): S97.
- Parra, G. 2007.** Information regarding peroxyacetic acid and its efficacy to treat citrus canker bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. [En línea]. Disponible en [http://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/pdfs/Peroxyacetic\\_Acid\\_Efficacy.pdf](http://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/pdfs/Peroxyacetic_Acid_Efficacy.pdf) (consultado 26 febrero 2014).
- Ramallo, J.; N. E. V. de Ramallo y D. Ploper. 2005a.** Identificación y caracterización de la cancrrosis de los citrus en limoneros en Tucumán, Argentina. En: Libro de resúmenes del Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 13, Córdoba, R. Argentina, 2005, p. 240.
- Ramallo, J.; B. Stein y D. Ploper. 2005b.** Manejo integrado de la cancrrosis de los citrus en limoneros en Tucumán, Argentina. En: Libro de resúmenes del Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 13, Córdoba, R. Argentina, 2005, p. 416.
- Stein, B.; J. Ramallo; L. Foguet and J. Graham. 2007.** Citrus leafminer control and copper spray for management of citrus canker on lemon in Tucumán, Argentina. Proc. Fla. State Hort. Soc. 120: 127–131.