

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS Y MOMENTOS DE APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE SARNA EN MANDARINOS CLEMENULES Y OKITSU

Víctor Antonio Rodríguez da Silva, Silvia Matilde Mazza Jeandet, María Mercedes Avanza Álvarez y Silvia Mónica Bertuzzi Bode

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2131 (3400) Corrientes, Argentina cocorodriguez@live.com.ar; smmazza@unne.edu.ar; mavanza@gmail.com; fruticultura@hotmail.com

RESUMEN

Para evaluar la efectividad del pyraclostrobin, en comparación con otros fungicidas para el control de sarna de los cítricos, en lotes comerciales de mandarina Clemenules y Okitsu en dos localidades de Corrientes, Argentina, se probaron diferentes combinaciones de frecuencias y momentos de aplicación de carbendazim 50 %, dithianon 70 %, mancozeb 80 %, pyraclostrobin 25 % y oxiclóruo de cobre 50 % durante dos campañas. Los ensayos se realizaron en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En la cosecha se evaluaron los porcentajes de frutos sin síntomas (grado 0), con menos del 20 % de síntomas (grado 1) y con más del 20 % de síntomas (grado 2). Para evaluar el comportamiento de los tratamientos se aplicó análisis de varianza, prueba de Duncan y análisis de componentes principales. Para un control satisfactorio de sarna en mandarina Clemenules y Okitsu, en la región y condiciones estudiadas, una sola aplicación de pyraclostrobin por campaña resultó insuficiente. Se puede lograr un elevado control de sarna de los cítricos (90 % de frutos sin síntomas) con dos aplicaciones de pyraclostrobin, en plena y posfloración; una aplicación de pyraclostrobin en preflor con dithianon en posflor o tres aplicaciones de mancozeb, en pre, plena y posfloración.

Palabras claves: *Elsinoe* sp., frecuencias de aplicación, frutos cítricos

ABSTRACT

To evaluate pyraclostrobin effectiveness, compared with other fungicides, for the control of citrus scab in commercial orchards of 'Clemenules' and 'Okitsu' mandarin, at two locations in Corrientes, Argentina, different frequencies and application moments combinations of carbendazim 50%, dithianon 70%, mancozeb 80%, pyraclostrobin 25% and copper oxychloride 50% were tested during two seasons. Trials were conducted in randomized complete block design with four replications. No symptoms fruits percentage (grade 0), fruits with less than 20% symptoms (grade 1) and symptoms over than 20% (grade 2) were evaluated at harvest. To evaluate the treatments behavior, analysis of variance, Duncan test and principal component analysis were applied. In order to achieve a satisfactory scab control, for the region and conditions studied, a single application of pyraclostrobin per season is not enough. With two applications of pyraclostrobin, in full and post bloom, one application of pyraclostrobin in pre bloom and dithianon in post bloom, or three applications of mancozeb in pre, full and post bloom, high control of citrus scab (90% of fruits without scab symptoms) was achieved for the varieties under study.

Key words: citrus fruits, *Elsinoe* sp., applications frequency

INTRODUCCIÓN

La sarna, enfermedad fúngica causada por *Elsinoe* sp., disminuye el valor comercial de los frutos por daños en el pericarpio; altos niveles de infestación pueden incluso provocar pérdidas de cosecha por caída de frutos pequeños. Por ser una enfermedad cuarentenaria, restringe el acceso a mercados como la Unión Europea y otros con similares restriccio-

nes. La sarna del naranjo dulce, causada por *Elsinoe australis*, afecta principalmente a frutos de naranjo dulce y mandarino; y la sarna de los cítricos, causada por *E. fawcettii*, se encuentra presente en todas las zonas húmedas del mundo [Sozzi, 2007]. Las mandarinas satsuma, entre ellas la Okitsu y las Clemenules, son sensibles a esta enfermedad. Las va-

riedades del primer grupo presentan un grado superior de susceptibilidad [Canteros, 2009].

Las esporas de *Elsinoe* sp. infectan tejidos jóvenes, hojas antes de su expansión y frutos hasta seis u ocho semanas poscaída de pétalos. La humedad es un factor esencial para la dispersión de la enfermedad. Solamente dos horas de alta humedad relativa son necesarias para la esporulación y otras tantas para la infección, por lo que en cultivares susceptibles las infecciones severas se asocian a primaveras húmedas, sobre todo si las lluvias ocurren después de la brotación [Dewdney y Timmer, 2012]. Las condiciones óptimas para la infestación y desarrollo de la sarna de los cítricos se corresponden a temperaturas cercanas a 24 °C y alta humedad, según Agostini *et al.* (2003), en tanto que Thind y Nirmaljit Kaur (2009) detectaron máxima incidencia con temperaturas entre 25 y 35 °C, alta humedad y sucesión de días nublados y lluviosos.

Para el control de esta enfermedad se han empleado compuestos cúpricos, ditiocarbamatos y fungicidas sistémicos del grupo de los benzimidazoles, hasta que la aplicación continuada de estos últimos generó resistencia. Para condiciones dadas en Uruguay, Bernal (2000) encontró cepas del hongo resistentes a benomyl y cepas tolerantes a benomyl y otros benzimidazoles. Las estrobilurinas constituyen alternativas a los benzimidazoles ante el riesgo de resistencia. Está recomendado el uso de estrobilurinas y cobre metálico para controlar adecuadamente sarna en cítricos; no obstante, no se recomienda utilizar el mismo principio activo en aplicaciones sucesivas para evitar resistencia, y se reconoce que los fungicidas cúpricos son buenas elecciones para la tercera aplicación, pero no resultan adecuados en el caso de alta presencia de inóculo Dewdney y Timmer (2012). Al evaluar el efecto de diferentes fungicidas como estrobilurinas, benzimidazoles y oxiclورو de cobre, en diferentes momentos fenológicos en naranjo Valencia Late en Entre Ríos, Argentina, para el control de sarna, Montangie *et al.* (2005) recomendaron realizar tres aplicaciones por campaña para variedades susceptibles, en botón floral o brotes con alargamiento inicial, cuando el riesgo de infección lo justifique, en caída de pétalos y en cuajado; para variedades menos susceptibles, dos aplicaciones, en caída de pétalos, cuando el riesgo de infección lo justifique y en cuajado de frutos.

Mondal *et al.* (2005) evaluaron el control de diferentes fungicidas para sarna de los cítricos en condiciones de

campo, en las que varias estrobilurinas resultaron efectivas. Timmer y Chung (2007), para condiciones del hemisferio norte, establecieron un programa de control para variedades cítricas susceptibles a sarna que consiste en tres aplicaciones, a un cuarto de expansión de la floración de primavera con ferbam o estrobilurinas, en caída de pétalos con estrobilurinas y a las tres semanas con fungicidas cúpricos. Estas tres aplicaciones son necesarias si existe alta infestación en hojas de estacaciones anteriores. En casos de bajos niveles de inóculo, la primera aplicación puede no ser necesaria.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la efectividad de diferentes fungicidas, frecuencias y momentos de aplicación, para el control de la sarna en mandarinos Clemenules y Okitsu.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó durante las campañas 2001/2002 y 2002/2003 en Mburucuyá (MB) (28°35'S, 58°41'O) y en General Paz (GP) (27°45'S, 58°05'O), en la provincia de Corrientes, Argentina. Las experiencias se llevaron a cabo en lotes comerciales de mandarino Clemenules (*Citrus reticulata* Blanco) injertado sobre trifolio (*Poncirus trifoliata* L. Raf.), con una densidad de plantación de 416 árb./ha, implantadas en 1996 (MB); y en lotes de mandarino Okitsu (*Citrus unshiu* Marc.) injertado sobre trifolio (*Poncirus trifoliata* L. Raf.), con una densidad de plantación de 416 árb./ha e implantadas en 1980 (GP). Las condiciones meteorológicas en que se realizaron los ensayos se detallan en la *Tabla 1*.

Los tratamientos evaluados se agruparon en dos ensayos (ensayos 1 y 2) para ambas variedades, con el fin de unificar la nomenclatura de los tratamientos comunes aplicados en cada situación. En la *Tabla 2* se describen los tratamientos evaluados en distinción al producto, dosis, momento de aplicación y el tipo de ensayo al que corresponde. En todos los casos el diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y parcela experimental de cuatro árboles (parcela útil dos árboles y sus respectivas borduras).

Las aplicaciones se realizaron cada cuarenta y cinco días para los tratamientos de tres aplicaciones (8 y 9) y cada sesenta días para los tratamientos de dos aplicaciones (5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17). En todos los tratamientos se utilizó aceite mineral al 0,5 % y se realizaron entre las nueve y once de la mañana, con temperaturas entre 25 y 28 °C, humedad relativa entre el 60 y 70 %, volumen de solución de 1,2 L/árb. en MB y 2,0 L/árb. en GP.

Tabla 1. Condiciones meteorológicas mensuales en los sitios y años de ensayo

| Dato | Año | Mes | | | | | | | | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| | | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
| TMM | 2001 | 26,8 | 28,1 | 26,5 | 22,0 | 17,0 | 17,0 | 16,5 | 20,1 | 18,3 | 21,9 | 23,8 | 24,9 |
| | 2002 | 26,0 | 26,0 | 27,0 | 20,9 | 20,2 | 14,7 | 14,4 | 18,6 | 19,0 | 23,2 | 24,1 | 25,5 |
| | 2003 | 27,3 | 26,5 | 24,5 | 21,7 | 18,9 | 19,4 | 15,8 | 15,6 | 19,9 | 22,8 | 23,4 | 24,0 |
| HR | 2001 | 76 | 78 | 75 | 83 | 80 | 80 | 76 | 70 | 76 | 70 | 72 | 71 |
| | 2002 | 69 | 64 | 78 | 83 | 81 | 79 | 83 | 71 | 67 | 79 | 75 | 75 |
| | 2003 | 72 | 72 | 81 | 77 | 77 | 80 | 70 | 65 | 63 | 79 | 66 | 71 |
| PTM | 2001 | 232,4 | 36,6 | 228,6 | 136,2 | 17,4 | 54,4 | 4,5 | 39,4 | 13,5 | 194,3 | 174,6 | 74,5 |
| | 2002 | 57,1 | 33,9 | 191,1 | 355,7 | 78,0 | 4,5 | 124,4 | 20,5 | 86,0 | 244,0 | 212,0 | 329,1 |
| | 2003 | 110,2 | 146,8 | 247,5 | 158,0 | 12,0 | 7,1 | 28,5 | 61,6 | 46,4 | 128,0 | 377,4 | 256,0 |
| DLL | 2001 | 10 | 4 | 8 | 12 | 6 | 8 | 2 | 4 | 5 | 9 | 11 | 6 |
| | 2002 | 8 | 6 | 11 | 19 | 5 | 2 | 7 | 6 | 6 | 12 | 11 | 11 |
| | 2003 | 7 | 6 | 15 | 9 | 4 | 7 | 2 | 3 | 5 | 9 | 7 | 10 |

TMM: Temperaturas medias; HR: Humedad relativa; PTM: Precipitaciones totales; DLL: Días con lluvias

Las evaluaciones se realizaron sobre 40 frutos por árbol (10 por cuadrante) en el momento previo a la cosecha. Se determinó el grado de daño de acuerdo con la escala desarrollada en función del destino posible de las frutas, según la gravedad del daño, donde grado 0 (G0): frutos sin síntomas (mercado fresco internacional), grado 1 (G1): frutos con menos del 20 % de síntomas (mercado fresco nacional), grado 2 (G2): frutos con más del 20 % de síntomas (industria).

Para cada ensayo se realizó análisis de varianza y posterior prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$), para evaluar la diferencia entre tratamientos respecto al porcentaje de frutos grado 0 (% frutos G0). Para cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad se transformó previamente la variable con la función $\arcsen\sqrt{x}$ [Di Rienzo *et al.*, 2008].

Para caracterizar el comportamiento de los tratamientos por variedad de acuerdo con el conjunto de variables (porcentaje de frutos grado 0, 1 y 2), se aplicó análisis de componentes principales (ACP), previa estandarización [Cuadras, 2012].

Los datos se analizaron mediante los paquetes lm y Anova del software R Development Core Team (2010) y con Infostat [Di Rienzo *et al.*, 2008].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza de cada ensayo indican que las interacciones entre campaña y tratamientos resultaron no significativas ($p > 0,05$), por lo que se analizó cada ensayo en todas las campañas estudiadas para cada variedad.

En mandarino Clemenules

En la *Tabla 3* se presentan los porcentajes promedio de frutos G0 obtenidos en ambos ensayos y los resultados de la prueba de Duncan, donde se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el testigo (tratamiento 1) y todos los tratamientos con aplicación.

Los testigos presentaron muy bajos porcentajes de frutos G0 (22 % en el ensayo 1, y 28 % en el ensayo 2), lo que evidencia una elevada incidencia de la enfermedad por la combinación de alta presencia de inóculo y existencia de condiciones predisponentes para la infección, con temperaturas dentro del rango óptimo para el desarrollo del patógeno, alta humedad relativa y sucesión de días lluviosos, coincidente con lo establecido por Agostini *et al.* (2003) y Thind y Nirmaljit Kaur (2009).

En el ensayo 1 los tratamientos con una sola aplicación de PY en diferentes momentos (tratamientos 2, 3 y 4),

si bien se diferencian del testigo, no permiten alcanzar elevados porcentajes de frutos G0 (entre el 80 y el 86 %), lo que significa un moderado control ante una elevada incidencia de enfermedad, y se mantienen por debajo de los otros tratamientos. Dos aplicaciones de PY, independientemente de los momentos (tratamientos: 5 pre y plena flor, 6 pre y posflor o 7 plena y posflor), permiten superar el 89 % de frutos G0. Para alcanzar del 96 a 98 % de frutos sin síntomas de sarna fueron necesarias tres apli-

caciones de PY (pre, plena y posflor) (tratamiento 8) o de MNZ (tratamiento 9) (Tabla 3). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Montagnie *et al.* (2005), quienes recomiendan para variedades menos susceptibles y con alto riesgo de infección dos aplicaciones, una en caída de pétalos y otra en cuajado de frutos, y por Timmer y Chung (2007) y Dewdney y Timmer (2012), quienes establecen que con alta presencia de inóculo son necesarias tres aplicaciones para controlar adecuadamente la enfermedad.

Tabla 2. Tratamientos evaluados por ensayo (1 y 2), combinaciones de momentos de aplicación

| <i>Tratamiento</i> | <i>Producto</i> | <i>Dosis (%)</i> | <i>Momento</i> | <i>Ensayo</i> |
|--------------------|-----------------|------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Testigo | – | – | 1 |
| | | | | 2 |
| 2 | PY | 0,02 | preflor | 1 |
| 3 | PY | 0,02 | plena flor | 1 |
| 4 | PY | 0,02 | posflor | 1 |
| 5 | PY | 0,02 | pre y plena flor | 1 |
| 6 | PY | 0,02 | pre y posflor | 1 |
| 7 | PY | 0,02 | plena y posflor | 1 |
| 8 | PY | 0,02 | pre, plena y posflor | 1 |
| 9 | MNZ | 0,20 | pre, plena y posflor | 1 |
| 10 | PY | 0,02 | preflor | 2 |
| | DI | 0,09 | plena flor | |
| 11 | PY | 0,02 | preflor | 2 |
| | OXCU | 0,30 | plena flor | |
| 12 | PY | 0,02 | preflor | 2 |
| | OXCU | 0,30 | posflor | |
| 13 | PY | 0,02 | preflor | 2 |
| | MNZ | 0,20 | plena flor | |
| 14 | PY | 0,02 | preflor | 2 |
| | MNZ | 0,20 | posflor | |
| 15 | PY | 0,02 | preflor | 2 |
| | CBZ | 0,10 | plena flor | |
| 16 | PY | 0,02 | preflor | 2 |
| | CBZ | 0,10 | posflor | |
| 17 | CBZ | 0,10 | preflor | 2 |
| | OXCU | 0,30 | posflor | |

PY: Pyraclostrobin 25%; MNZ: Mancozeb 80%; CBZ: Carbendazin 50%; DI: Dithianon 70%; OXCU: Oxidocloruro de cobre 50%

Tabla 3. Porcentaje promedio de frutos grado 0 (G0), por tratamiento, en los ensayos 1 y 2 para mandarino Clemenules

| Ensayo 1 | | | Ensayo 2 | | |
|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|----------------|
| Tratamiento | % frutos G0 | Error estándar | Tratamiento | % frutos G0 | Error estándar |
| 1 | 22,0 a | 2,9 | 1 | 27,8 a | 3,2 |
| 2 | 83,9 bc | 2,8 | 10 | 93,4 c | 2,9 |
| 3 | 80,6 b | 2,4 | 11 | 83,8 b | 2,5 |
| 4 | 85,7 bcd | 2,9 | 12 | 81,3 b | 2,7 |
| 5 | 89,9 bcde | 3,0 | 13 | 81,9 b | 2,9 |
| 6 | 92,4 cde | 2,6 | 14 | 85,2 bc | 2,3 |
| 7 | 93,4 cde | 2,9 | 15 | 85,8 bc | 2,5 |
| 8 | 95,6 de | 2,4 | 16 | 85,6 bc | 2,7 |
| 9 | 97,8 e | 2,7 | 17 | 83,1 b | 2,3 |
| CV (%) | 14,5 | | CV (%) | 15,2 | |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En el ensayo 2 la combinación de CBZ aplicado en preflor y OXCU en posflor (tratamiento 17) no logró más del 83 % de frutos G0. Las combinaciones de PY en preflor y OXCU en plena flor (tratamiento 11) y PY en preflor y OXCU en posflor (tratamiento 12) presentaron un comportamiento inferior a una aplicación de PY en preflor y DI en plena flor (tratamiento 10), o a las dos aplicaciones de PY realizadas en el ensayo 1 (Tabla 3).

Si bien con una aplicación de PY se logró un control aceptable en mandarino Clemenules, son necesarias dos aplicaciones de PY o una de PY y DI, para alcanzar controles cercanos al 90 % de frutos G0, resultados que coinciden con los obtenidos por Montangie *et al.* (2005) en naranjo Valencia Late y por Timmer y Chung (2007) para diferentes variedades cítricas. Para controles superiores al 95 % de frutos G0 son necesarias tres aplicaciones de MNZ o de PY; pero este último producto aplicado tres veces no es recomendable porque implicaría un riesgo de aparición de resistencia por parte del patógeno a la estrobilurina, tal como lo sugieren Dewdney y Timmer (2012).

En mandarino Okitsu

Los porcentajes promedio de frutos G0 obtenidos en ambos ensayos y los resultados de la prueba de Duncan se presentan en la Tabla 4, donde se muestra que en los dos ensayos existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el testigo (tratamiento 1) y todos los tra-

tamientos con aplicación. El tratamiento testigo presentó bajos porcentajes de frutos G0 (el 15 % en el ensayo 1, y el 4 % en el ensayo 2), inferiores a los tratamientos con aplicación. En esta variedad los porcentajes de frutos G0 en los tratamientos con aplicación son menores que los obtenidos para mandarino Clemenules (Tabla 3), dado que los tratamientos de menor control solo superan el 53 % en el ensayo 1 y el 40 % en el ensayo 2. Esto indica una menor efectividad de los tratamientos con aplicación para mandarino Okitsu, lo que puede atribuirse a su mayor susceptibilidad a esta enfermedad, según lo establecido por Canteros (2009).

Respecto al ensayo 1, los tratamientos con una sola aplicación de PY en pre o plena floración (tratamientos 2 y 3), si bien han superado significativamente al testigo, muestran un comportamiento muy deficiente con controles inferiores al 61 % de frutos G0; en cambio, se logró un mejor control con una aplicación de PY en posfloración (Tabla 4). El escaso control logrado por tratamientos con PY en pre o plena floración se puede atribuir principalmente a que no alcanzan a proteger los pequeños frutos de las infecciones favorecidas por las temperaturas y las elevadas precipitaciones que se presentaron a partir de septiembre en la localidad en los años de estudio (Tabla 1), que crean condiciones predisponentes, de acuerdo con los valores óptimos para el desarrollo del patógeno establecidos por Agostini *et al.* (2003) y Thind y Nirmaljit Kaur (2009).

Tabla 4. Porcentaje promedio de frutos grado 0 (G0), por tratamiento, en los ensayos 1 y 2 para mandarino Okitsu

| <i>Ensayo 1</i> | | | <i>Ensayo 2</i> | | |
|-----------------|-------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|
| Tratamiento | % frutos G0 | Error estándar | Tratamiento | % frutos G0 | Error estándar |
| 1 | 15,3 a | 1,8 | 1 | 4,2 a | 1,8 |
| 2 | 53,1 b | 1,9 | 10 | 87,0 d | 2,9 |
| 3 | 60,3 bc | 2,3 | 11 | 45,0 b | 2,0 |
| 4 | 72,3 bcd | 2,6 | 12 | 40,0 b | 2,2 |
| 5 | 72,9 bcd | 2,8 | 13 | 74,7 cd | 2,9 |
| 6 | 85,5 cd | 2,6 | 14 | 63,8 c | 2,7 |
| 7 | 88,2 cd | 2,5 | 15 | 68,8 c | 2,5 |
| 8 | 88,3 cd | 2,9 | 16 | 59,6 bc | 2,9 |
| 9 | 98,1 d | 3,0 | 17 | 45,0 b | 2,3 |
| CV (%) | 16,2 | | CV (%) | 18,9 | |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Dos aplicaciones de PY resultan más efectivas cuando se las realiza tardíamente (tratamientos 6 y 7), con más del 85 % de fruta G0, controles equivalentes al tratamiento de tres aplicaciones con PY en pre, plena y posfloración (tratamiento 8). Esto puede explicarse por los rangos térmicos y la distribución de precipitaciones en las temporadas bajo estudio que, como se mencionó anteriormente, se presentaron a partir de septiembre (Tabla 1), por lo que resulta necesaria una aplicación en ese período para controlar adecuadamente la enfermedad. Con tres aplicaciones de MNZ (tratamiento 9) se logró el mayor control, pero no se diferenció significativamente de los tratamientos con dos y tres aplicaciones de PY (Tabla 4).

En el ensayo 2 las combinaciones de PY en preflor con OXCU en plena o posflor (tratamientos 11 y 12), y CBZ en preflor con OXCU en posflor, no logran superar el 45% de frutos G0 debido a que las aplicaciones de PY o de CBZ resultan anteriores a los momentos de elevadas precipitaciones, y evidencian la escasa eficacia del OXCU para proteger los pequeños frutos cuando se presentan las condiciones óptimas para el patógeno definidas por Agostini *et al.* (2003) y Thind y Nirmaljit Kaur (2009). Las combinaciones de PY en preflor y MNZ plena flor (tratamiento 13) o posflor (tratamiento 14) y la combinación de PY y CBZ plena flor (tratamiento 15) logran controles mejores a los tratamientos detallados anteriormente, aunque no alcanzan el 70 % de frutos G0, por lo que son considerados poco satisfactorios, lo que puede atribuirse a la alta susceptibili-

dad de esta variedad a la enfermedad. La combinación de PY en preflor, y DI en plena flor, presentó el mejor control con el 87 % de frutos G0, tratamiento que se diferenció significativamente de la mayoría de los tratamientos (Tabla 4).

Si se considera únicamente la ausencia de síntomas de sarna sobre frutos de mandarino Clemenules y Okitsu al momento de cosecha, los mejores controles se lograron con tres aplicaciones de PY o MNZ en pre, plena y posflor; no obstante, con la primera opción se corre el riesgo de generar resistencia por un exceso de aplicaciones del mismo producto en una misma campaña, según alertan Dewdney y Timmer (2012). Con una aplicación de PY en preflor más una de DI en plena flor, y con los tratamientos de dos aplicaciones de PY en combinación con otros fungicidas, se logra un adecuado control de sarna en ambas variedades. Por otro lado, ante la presencia de altos niveles de inóculo se justifica realizar tres aplicaciones, de las cuales dos de ellas pueden ser con estrobilurinas y otra con otros fungicidas, como lo sugerido por Timmer y Chung (2007) para condiciones del hemisferio norte. Coincidentemente con Dewdney y Timmer (2012), los tratamientos con PY y CU no resultaron suficientemente efectivos, y se puso de manifiesto que ante una alta presencia de inóculo los fungicidas cúpricos no resultan una opción adecuada.

Para evaluar el comportamiento conjunto de los tratamientos para cada variedad, en relación con los porcentajes de frutos de G0, G1 y G2, se realizó un análisis de componentes principales (ACP). La Fig. 1AB muestra

los gráficos *biplots* resultantes del ACP, en los cuales se observa que entre los dos primeros componentes (CP1 y CP2) se explica el 100 % de la variabilidad total de

los tratamientos para ambas variedades, e indican que se logra reducir el espacio de tres a dos dimensiones sin pérdida de información.

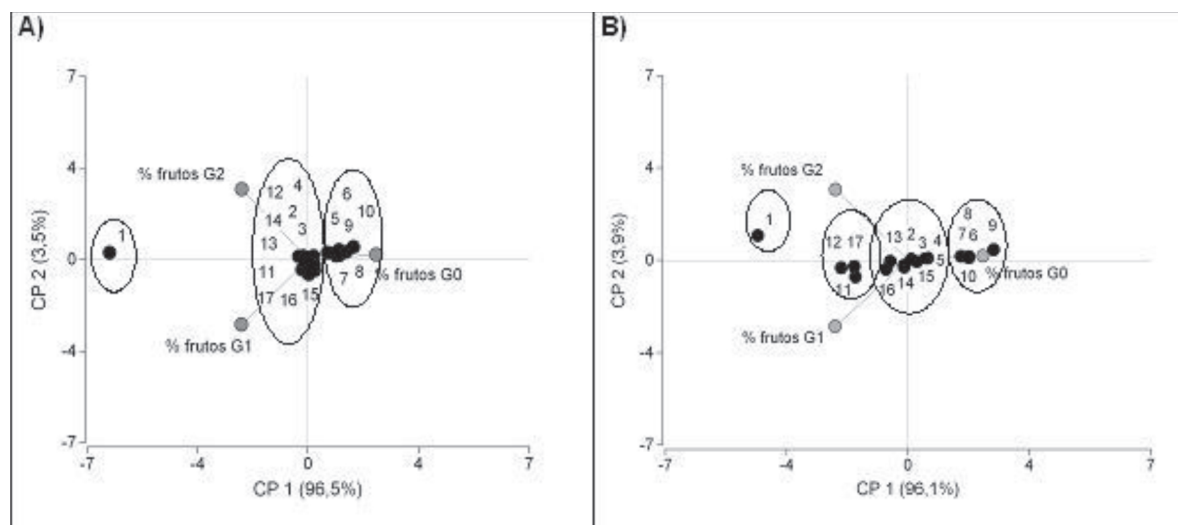


Figura 1. Gráficos *biplots*. Análisis de componentes principales (ACP) % frutos G0, G1 y G2, para ensayos de mandarina Clemenules (A) y mandarina Okitsu (B).

Para mandarina Clemenules (*Fig. 1A*), de acuerdo con la CP1 que explicó la mayor variabilidad, se pueden diferenciar tres grupos: a) constituido solo por el tratamiento testigo (1) con el menor porcentaje de frutos G0 y los mayores porcentajes de frutos G1 y G2; b) conformado por los tratamientos de PY aplicados una vez (tratamientos 2, 3 y 4), y combinaciones realizadas en dos momentos fenológicos: PY y OXCU (11 y 12), PY y MNZ (13 y 14), PY y CBZ (15 y 16), y CBZ y OXCU (17), caracterizados por presentar un mayor porcentaje de frutos G0 y menor porcentaje de frutos G1 y G2 que el grupo anterior (comportamiento intermedio); c) compuesto por los tratamientos de PY en dos y tres momentos (5, 6, 7 y 8), MNZ en pre, plena y posflor (9), y el tratamiento 10 (PY en preflor y DI en plena flor), diferenciados por presentar el mayor porcentaje de frutos G0 y menor porcentaje de frutos G1 que los grupos previamente descritos. El porcentaje de frutos G2 se mantuvo con valores inferiores al 5 % en todos los tratamientos con aplicación. Estos agrupamientos concuerdan con los hallados mediante la prueba de Duncan, y reafirman la idea de que para lograr un control de sarna de los cítricos, que permita producir fruta de calidad en condiciones de acceder a los mercados más exigentes, es necesaria la aplicación

de PY en dos o tres momentos o combinarlo con DI, o bien realizar tres aplicaciones de MNZ.

Para mandarina Okitsu (*Fig. 1B*), de acuerdo con la CP1, se pueden distinguir cuatro grupos de tratamientos de similar comportamiento: a) compuesto por el tratamiento 1 (testigo), el cual presentó el menor porcentaje de frutos G0 y elevados porcentajes de frutos G1 y G2; b) conformado por los tratamientos que implican aplicaciones en dos momentos de PY y OXCU (11 y 12) y de CBZ y OXCU (17), los cuales se caracterizan por presentar un alto porcentaje de frutos G1 y G2 y un mayor porcentaje de frutos G0 que el grupo anterior; c) constituido por los tratamientos de una aplicación de PY en pre, plena o posflor (2, 3 y 4), la aplicación de PY en pre y plena flor (5), PY y MNZ en dos momentos (13 y 14) y las combinaciones de PY y CBZ en dos momentos (15 y 16). Este grupo mostró un porcentaje intermedio de frutos G1 y G2, y niveles de frutos G0 superiores al 56 %; d) agrupamiento compuesto por los tratamientos de mejor control de sarna para esta variedad (mayores porcentajes de frutos G0 y menores porcentajes de frutos G1 y G2), dado por las aplicaciones de PY en pre o plena flor y en posflor (6 y 7), PY o MNZ en pre, plena y posflor (8 y 9), y la combinación de PY en preflor y DI en plena flor (10).

Con este análisis se reafirma la necesidad de realizar al menos dos aplicaciones de PY por campaña (sola o seguida de DI) y al menos tres de MNZ si se pretenden controles de sarna que permitan comercializar la producción en mercados de frutos frescos.

Al analizar los resultados tanto en las *Tablas 3 y 4* como los del ACP (*Fig. 1AB*), se observa para ambas variedades en estudio una similar tendencia del comportamiento de los tratamientos; pero del 15 al 20 % de control superior de los mejores tratamientos para mandarino Clemenules respecto a Okitsu, por presentar esta última mayor sensibilidad a la enfermedad; además, y por la misma razón, se observó una mayor variabilidad en el agrupamiento de los tratamientos en dicha variedad, según lo establecido por Canteros (2009).

De acuerdo con estos resultados, en la región y condiciones agroclimáticas estudiadas (período de prefloración relativamente seco y precipitaciones incrementándose hacia los momentos de plena y posfloración), para las dos variedades estudiadas, independientemente de los momentos en que se efectúe, una sola aplicación de pyraclostrobin por campaña no resulta suficiente para el control de sarna en situaciones de elevada infestación. Al menos dos aplicaciones, en preflor y en posflor, son necesarias para proteger los pequeños frutos en momentos en que se presentan las condiciones ambientales predisponentes para la infección (a partir de septiembre), en coincidencia con la floración; no obstante, tres aplicaciones sucesivas de pyraclostrobin no serían recomendables ante el riesgo de generar resistencia. Similares resultados se obtuvieron con pyraclostrobin en ambas aplicaciones o al emplear pyraclostrobin en el primer momento y dithianon en posflor, con lo que se logra un control cercano al 90 % de frutos sin síntomas de sarna.

CONCLUSIONES

- Para un control satisfactorio de sarna en mandarino Clemenules y Okitsu, en la región y condiciones es-

tudiadas, una sola aplicación de pyraclostrobin por campaña resultó insuficiente.

- Se puede lograr un elevado control de sarna de los cítricos (90 % de frutos sin síntomas) con dos aplicaciones de pyraclostrobin, en plena y posfloración, una aplicación de pyraclostrobin en preflor con dithianon en posflor o tres aplicaciones de mancozeb, en pre, plena y posfloración.

REFERENCIAS

- Agostini, J. P.; P. M. Bushong; A. Bathia; L. W. Timmer: «Influence of Environmental Factors on Severity of Citrus Scab and Melanose», *Plant Disease* 87: 1102-1106, EE. UU., 2003.
- Bernal, R. P.: «Occurrence of Citrus Scab Strains Resistant to Benzimidazoles in the Northern Part of Uruguay and the Evaluation of New Fungicides to Control This Disease», *Proceeding of the International Society Citriculture*, Orlando, Florida, EE. UU., 2000, pp 984-986.
- Canteros, B. I.: *Guía de identificación y el manejo de las enfermedades fúngicas y bacterianas en citrus*, 1.ª ed., Programa de Fortalecimiento de la Citricultura Correntina, Corrientes, Argentina, 2009.
- Cuadras, C. M.: *Nuevos métodos de análisis multivariante*, CMC Editions, Barcelona, España, 2012.
- Dewdney, M. M.; L. W. Timmer: *Florida Citrus Pest Management Guide: Citrus Scab SP-43*, University of Florida, IFAS, EDIS, Gainesville, EE. UU., 2012.
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada, C. W. Robledo: *InfoStat* versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2008.
- Mondal, S. N.; Bhatia Alka; Shilts Turksen; L. W. Timmer: «Baseline Sensitivities of Fungal Pathogens of Fruit and Foliage of Citrus to Azoxytrobin, Pyraclostrobin, and Fenbuconazole», *Plant Disease*, St Paul, 89: 1186-1194, EE. UU., 2005.
- Montangie, L. G.; R. Mika; S. Garrán; A. Robles: «Control químico de la sarna de los cítricos (*Elsinoe* spp) en naranja late (*Citrus sinensis* L. Osbeck) en la región de Concordia, Entre Ríos», V Congreso Argentino de Citricultura. Concordia, 30 de nov.-2 de dic., Entre Ríos, Argentina, 2005.
- R development Core Team. R: «A Language and Environment for Statistical Computing», R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2010, URL <http://www.R-project.org>.
- Sozzi, G. O.: *Árboles frutales*, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2007.
- Thind, S. K.; Nirmaljit Kaur: «Progress of Citrus Scab (*Elsinoe fawcetti*) on Rough Lemon in Relation to Prevailing Meteorological Parameters», *Journal of Research, Punjab Agricultural University* 46 (1/2): 52-54, Pakistán, 2009.
- Timmer, L. W.; K. R. Chung: *Florida Citrus Pest Management Guide: Citrus Scab SP-43*, University of Florida, IFAS, EDIS, Gainesville, EE. UU., 2007.