



APLICACIONES DE CAOLÍN PARA EL CONTROL DEL GOLPE DE SOL EN MANDARINO 'OKITSU'

Kaolin applications to control sunburn in 'Okitsu' mandarin

Marco Daniel Chabbal[✉], Analía Beatriz Piccoli, Gloria Cristina Martínez, María Mercedes Avanza[†], Silvia Matilde Mazza y Víctor Antonio Rodríguez

ABSTRACT. In regions with high insolation is common to see sun damages on mandarins, especially in fruits located outside the canopy. The aim of this work was to assess kaolin particles application on *Citrus unshiu* Marc. cv. 'Okitsu', in several doses and moments, to control sunburn. Seven treatments with kaolin 95 %, combinations of doses (2 and 4 %) and frequencies (two, three and four applications), were tried. A randomized completed block design with four replications and three plants per plot was used. Before harvest, diameter (mm), juice (%), total soluble solids (^oBrix), total acidity (mL) and maturity index (ratios) were measured on a sample of 15 fruits by experimental plot. At harvest, 40 fruits by plot were randomly selected and they were classified at three levels of sunburn: free of damage fruits (G.0); fruits with yellow spots up to 15 percent of the shell (G.1); fruits with yellow spots in more than 16 percent of the shell and dark necrotic tissue (G.2). Plots with kaolin application showed between 91,53 and 97,94 % of fruits G.0, whereas control plots showed only 73,97 %. Kaolin applications were effective to control sunburn on 'Okitsu' mandarin. Four applications per season at 2 % or three applications per season at 4 % of kaolin 95 %, allows reaching 97 % of fruits free of sunburn without affecting the internal quality.

RESUMEN. En mandarinos cultivados en regiones con alta insolación es frecuente observar daños producidos por sol, principalmente en frutos ubicados en la periferia. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de partículas de caolín, en diferentes dosis y momentos, para el control del golpe de sol en *Citrus unshiu* Marc. cv. 'Okitsu'. Se probaron siete tratamientos con caolín 95 %, combinaciones de dosis (2 y 4 %), aplicadas con diferentes frecuencias (dos, tres y cuatro aplicaciones), en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y tres plantas por réplica. Antes de la cosecha se muestrearon 15 frutos por parcela experimental, en los que se determinó diámetro (mm), jugo (%), sólidos solubles totales (^oBrix), acidez total titulable (mL) e índice de madurez (ratios). Se seleccionaron al azar 40 frutos por parcela y se clasificaron según tres niveles de daño por sol: frutos sin daño (G.0); frutos con manchas de color amarillo de hasta un 15 por ciento de la corteza (G.1); frutos con manchas de color amarillo en más de 16 por ciento de la corteza y tejido necrosado oscuro (G.2). Los tratamientos con aplicación presentaron entre 91,53 y 97,94 % de frutos G.0, mientras que el testigo solamente alcanzó el 73,97 %. La aplicación de caolín resultó efectiva para el control de daño por sol en mandarina 'Okitsu'. Cuatro aplicaciones al 2 % o tres aplicaciones al 4 %, de caolín 95 %, permiten lograr 97 % de frutos libres de daño, sin afectar la calidad interna.

Key words: burn, scald, application dose

Palabras clave: quemaduras, escaldadura, dosis de aplicación

Marco D. Chabbal, Auxiliar de Primera con dedicación simple del Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Fruticultura; Analía B. Piccoli, Jefe de Trabajos Prácticos y M.Sc. Gloria C. Martínez, Profesora Titular con dedicación exclusiva del Departamento de Física y Química, Cátedra de Química General; Dra. María M Avanza[†], Auxiliar Primera con dedicación exclusiva del Departamento de Matemática, Cátedra de Cátedra de Cálculo Estadístico y Biometría; Dra. Silvia M. Mazza, Profesora Titular con dedicación exclusiva del Departamento de Matemática, Cátedra de Cátedra de Cálculo Estadístico y Biometría; Víctor A. Rodríguez, Especialista, Profesor Titular con dedicación exclusiva del Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Fruticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Sargento Cabral 2131, CP3400 Corrientes, Argentina.

✉ marc.chabbal@gmail.com; analiapiccoli@hotmail.com; gloriam@agr.unne.edu.ar; smmazza@unne.edu.ar; cocorodriguez@live.com.ar

INTRODUCCIÓN

El golpe de sol causa importantes pérdidas económicas en un gran número de frutas y vegetales. Es una razón importante para el descarte de frutas de exportación, en áreas de producción del mundo con niveles altos de radiación y temperaturas elevadas (1, 2). En los frutos cítricos, principalmente en mandarinas, el quemado de sol es una de las causas principales de pérdida de calidad.

El daño se produce cuando un exceso de radiación solar genera temperaturas elevadas en la superficie

de los frutos, lo que ocasiona modificaciones en los pigmentos celulares produciendo manchas en la piel de los mismos y, en casos extremos, muerte celular que origina zonas necróticas de diámetro variable (3). En frutos cítricos, el daño producido por golpe de sol consiste en un aplanamiento asimétrico de la zona del fruto expuesta al sol, la corteza adquiere una textura reseca y dura, de color amarillo. La mancha está prácticamente desprovista de clorofila, las glándulas de aceites esenciales se rompen y las células se necrosan en intensidad variable (4).

Varios autores investigaron la incidencia de quemaduras de sol en diversas especies. Al estudiar la incidencia de quemado en manzano para diferentes combinaciones variedad-portainjerto y posición de los frutos en la copa, detectaron que el nivel de daño disminuye con el aumento del vigor vegetativo de las plantas y que la mayoría de los frutos dañados corresponden al cuadrante oeste de los árboles (5). La posición de los frutos en el árbol de manzano es un factor de gran importancia, que afecta no solo la proporción de fruta dañada por sol sino también el grado de daño (6). En mandarino 'Okitsu' puede producir quemaduras por golpe de sol, en frutas muy expuestas durante el medio día en veranos calurosos (7).

Para minimizar el golpe de sol en diferentes frutales se han propuesto técnicas de manejo como regímenes de poda, fertilización nitrogenada, mallas de sombreo, embolsado de frutos, uso de materiales reflectantes, protectores naturales como ceras vegetales o químicos como bentonita, tierra de diatomeas y caolinita (3, 6, 8, 9, 10).

Actualmente la práctica más difundida es la aplicación de protectores solares. Aplicaciones de caolín, minimizaron las quemaduras solares en frutos de granado en Alicante, España (9). Al estudiar el efecto de la refrigeración por evaporación, películas de caolín y media sombra sobre las quemaduras de sol en frutos de manzano se encontraron diferencias significativas a favor de los tratamientos con partículas de caolín y media sombra (8). En Sudáfrica se logró reducir significativamente la cantidad de frutos dañados por el sol en dos cultivares de manzano (*Malus domestica* Bork.), sin alterar el color ni las concentraciones de antocianinas y fenoles en la piel (10).

Al probar el uso de carbonato de calcio y caolín aplicados cuatro veces a intervalos de dos semanas y microaspersión de agua cuando la temperatura superaba los 31°C, se encontró que ambos métodos resultaron efectivos para prevenir el manchado de sol y mejorar la calidad de los frutos por disminución de la temperatura de la corteza incremento de la fotosíntesis (11). Estudios realizados con la temperatura de frutos, fotosíntesis, la transpiración, el contenido de CO₂ intercelular y la conductancia

estomática en hojas de mandarino 'Okitsu' tratadas con caolín 95 %, demostraron en plantas tratadas, valores inferiores de temperatura de fruto y superiores para las otras variables estudiadas, en relación con plantas control^A.

Al analizar la relación entre el encalado de frutos de manzano (suspensión de hidróxido de calcio al 95 %), la temperatura y manchado de la superficie de los frutos, la radiación solar incidente y reflejada, el rendimiento y la calidad, se encontró que los frutos encalados presentaban mayor albedo y temperatura interna y menor epidermis en horas de mayor insolación, menor índice de manchado y mayor contenido de sólidos solubles totales (°Brix) pero sin diferencias en tamaño, masa fresca y firmeza de los frutos (12).

Algunos cultivares de mandarino, entre los que se encuentran los del grupo Satsuma, presentan copas poco frondosas, hojas pequeñas y fructificación en la periferia de la copa, por lo que resultan altamente susceptibles al quemado de sol. En zonas de intensidad de insolación elevada es necesario definir prácticas que permitan controlar el efecto de quemado de sol, con la finalidad de mejorar la calidad de los frutos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de partículas de caolín, en diferentes dosis y momentos, para el control del golpe de sol en mandarino 'Okitsu'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en Concepción, provincia de Corrientes, Argentina, en lotes comerciales de mandarino 'Okitsu' (*Citrus unshiu* Marc.), injertados sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., durante las campañas 2004/2005, 2005/2006 y 2006/2007.

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, con siete tratamientos, cuatro repeticiones y unidad experimental de tres plantas (planta útil la central). Partículas de caolín al 95 % (Duoprotec[®], Biotec S.A. Argentina), se aplicaron a razón de siete litros de solución por planta, con pulverizadora para frutales de alto volumen equipada con mangueras. Los tratamientos, dosis y momentos de aplicación se presentan en la Tabla I.

Los tratamientos T2, T4 y T7 fueron estudiados solamente en las dos primeras campañas, los demás se probaron en las tres campañas en estudio.

Las evaluaciones se realizaron en 40 frutos por planta, tomados al azar en los cuatro puntos cardinales, en el momento de la cosecha.

^ARodríguez, V.A. y Sansberro, P.A., comunicación personal.

Tabla I. Descripción de los tratamientos probados por campaña (principio activo, dosis y momentos de aplicación)

Campaña	Tratamiento	Caolín 95%, Dosis en 100 L (kg)	Momentos de aplicación			
			Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
2004/2005 2005/2006 2006/2007	T1 Control	0	----	-----	-----	-----
2004/2005 2005/2006	T2	2	X	X		
2004/2005 2005/2006 2006/2007	T3	4	X	X		
2004/2005 2005/2006	T4	2	X	X	X	
2004/2005 2005/2006 2006/2007	T5	4	X	X	X	
2004/2005 2005/2006 2006/2007	T6	2	X	X	X	X
2004/2005 2005/2006	T7	4	X	X	X	X

Se determinó el porcentaje de frutos con daño por golpe de sol, de acuerdo a la siguiente escala, definida para este estudio:

G.0: frutos sin daño.

G.1: frutos con manchas de color amarillo de hasta un 15 por ciento de la corteza.

G.2: frutos con manchas de color amarillo en más de 16 por ciento de la corteza y tejido necrosado oscuro.



Para evaluar caracteres de calidad de frutos se tomaron muestras al azar de 15 frutos por planta, en los que se determinaron las siguientes variables: diámetro ecuatorial (mm), jugo (%), porcentaje de jugo= (peso de jugo/peso de las unidades de fruta)*100 (SST) expresado en °Brix, acidez total titulable con hidróxido de sodio 0,1 normal (%) e índice de madurez (ratios) que indica el grado de madurez de la fruta $IM=SST/$ acidez titulable.

Al porcentaje de frutos G.0 y las variables de calidad se aplicó análisis de varianza y posterior

prueba de Duncan ($\alpha=0,05$). Con el fin de cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad se convirtió el porcentaje G.0 a una escala entre 0 y 1 para luego aplicar la transformación $\arccos \sqrt{x}$. Para analizar el comportamiento conjunto de los porcentajes de frutos G.0, G.1 y G.2 se realizó un análisis de componentes principales (ACP), considerando los tratamientos como variables clasificatorias. Con las dos primeras componentes del (ACP) se realizó un Biplot en el que se pueden visualizar las relaciones entre las variables y los tratamientos probados. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el Software estadístico InfoStat (13).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FRUTOS SIN DAÑO (G.0)

El control del daño por sol logrado en este estudio resulta superior a los obtenidos por otros autores con diferentes estrategias; en manzanos, algunos probaron diferentes métodos de poda y lograron porcentajes de frutos sin daño entre 73 y 54 %, en tres campañas evaluadas (6). Otros obtuvieron más de 95 % de frutos sin daño en plantas de manzano tratadas con caolín (8) y con aplicaciones de caolín en granado, se logró hasta un 90 % de fruta comercializable (9). Por otra parte estos porcentajes resultan inferiores a los obtenidos por diversos autores quienes, utilizando malla negra de sombreado del 55 %, lograron entre 99 y 100 % de frutos sin daño por sol (14).

En el análisis de los tratamientos estudiados en las campañas 2004/2005 y 2005/2006, se detectaron diferencias significativas ($p < 0,001$) en el porcentaje de frutos G.0. Todos los tratamientos con aplicación se diferenciaron significativamente del testigo.

En la Tabla II, se puede observar que, para los tratamientos con aplicación de caolín, los porcentajes de frutos libres de daño oscilaron entre el 91,53 y 97,94 %, mientras el testigo solamente alcanzó un 73,97 %, lo que señala claramente la necesidad del control y la efectividad de los tratamientos con caolín, que superan a los niveles de frutos sin daño logrados con aplicación de caolín por otros autores en otras especies frutales (8, 9).

Tabla II. Porcentaje promedio por tratamiento de frutos sin daño (G.0), error estándar y resultados de la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$)*, campañas 2004/2005 y 2005/2006

Tratamientos	Frutos G.0 %	Error estándar
T1	73.97 a	$\pm 1,47$
T2	91.53 b	$\pm 2,40$
T3	96.41 bc	$\pm 1,13$
T4	95.84 bc	$\pm 0,74$
T5	97.84 c	$\pm 0,56$
T6	97.03 c	$\pm 0,45$
T7	97.94 c	$\pm 0,36$

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Los tratamientos T5 (97,84 % de frutos G.0), T6 (97,03 % de frutos grado 0) y T7 (97,94 % de frutos G.0) lograron muy buen control y a su vez resultaron significativamente diferentes del T2 (91,53 % de frutos G.0). Los tratamientos T3 (96,41 % de frutos G.0) y T4 (95,84 % de frutos G.0) presentaron niveles intermedios, mostrando diferencias significativas solo con el testigo.

En la Figura 1, los gráficos de caja representan promedios, medianas, cuartiles y valores extremos de los porcentajes de frutos G.0 para los diferentes tratamientos. Se puede observar que el control presenta valores medios más bajos y mayor variabilidad, los tratamientos T2 y T3 muestran un comportamiento intermedio, por el control logrado y por la variabilidad de los datos.

El control logrado con el tratamiento T2 (dos aplicaciones de caolín 95 %, 2 kg.100 L⁻¹ en dos momentos), que alcanzó 91,53 % de frutos G.0, podría considerarse satisfactorio en comparación con los resultados que se obtuvieron en granado (9); no obstante, esos valores resultaron significativamente inferiores a los obtenidos en este trabajo con mayores dosis y frecuencias de aplicación. A pesar de que los resultados durante los dos primeros años de trabajo con el T2 (91,53 % de frutos G.0) y con el T4 (95,84 % de frutos G.0) podrían ser considerados

como satisfactorios, se decidió no incluirlos en el tercer año en razón de que dos y tres aplicaciones en esas concentraciones podrían ser insuficientes para proteger las frutas durante todo el verano, en años de alta insolación.

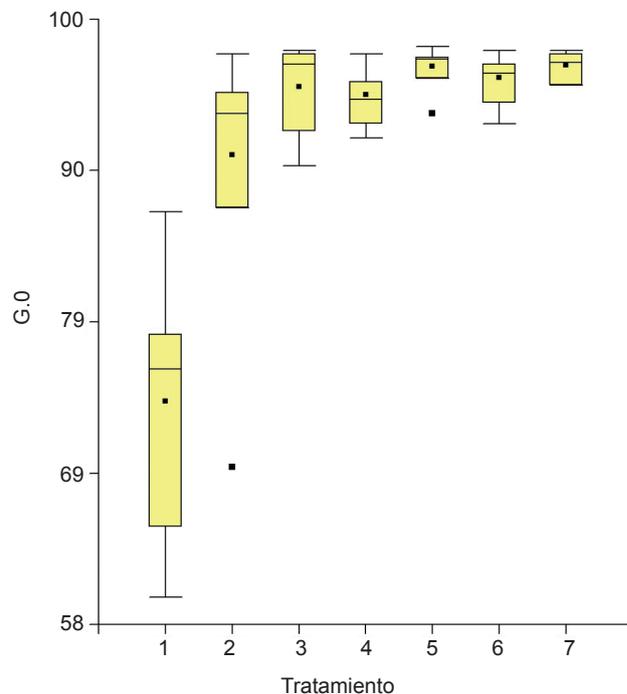


Figura 1. Gráficos de caja de porcentaje de frutos sin daño (G.0) por tratamiento, campañas 2004/2005 y 2005/2006

La Tabla III muestra el análisis del comportamiento de los tratamientos T1, T3, T5 y T6, probados en las tres campañas en estudio. Todos los tratamientos con aplicación presentaron entre 94,65 y 96,98 % de frutos G.0 y se diferenciaron significativamente del control, sin diferencias entre sí.

Tabla III. Porcentaje promedio por tratamiento de frutos sin daño (G.0), error estándar y resultados de la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$)*, campañas 2004/2005, 2005/2006 y 2006/2007

Tratamientos	Frutos G.0 (%)	Error estándar
1	73,48 a	$\pm 2,47$
3	94,65 b	$\pm 1,13$
5	96,73 b	$\pm 0,56$
6	96,98 b	$\pm 0,45$

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

La Figura 2 presenta los gráficos de caja de los porcentajes de frutos G.0, donde se puede observar que los tratamientos T5 y T6 presentan menor variabilidad y se pueden considerar de mejor comportamiento que el T3, que muestra porcentajes altos de frutos sin daño pero alta variabilidad y que el control T1, con valores bajos de frutos sin daño y muy alta variabilidad.

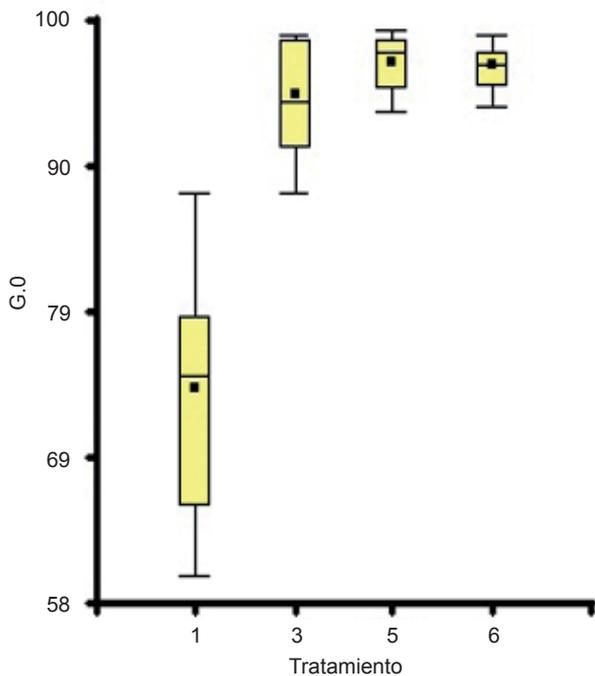


Figura 2. Gráficos de caja de porcentaje de frutos sin daño (G.0) por tratamiento, campañas 2004/2005, 2005/2006 y 2006/2007

RELACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS Y PORCENTAJES DE FRUTOS G.0, G.1 Y G.2

La Figura 3 presenta el Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales de los porcentajes de frutos G.0, G.1 y G.2 en relación con los tratamientos probados. En el eje horizontal, que conserva el 99,8 % de la variabilidad total, se observa la separación de grupos de tratamientos según los porcentajes de frutos G.0, G.1 y G.2, cuyos vectores muestran direcciones opuestas y ángulos obtusos entre los grados uno y dos respecto de G.0. En el extremo derecho se encuentran los tratamientos T3, T4, T5, T6 y T7, con los mayores porcentajes de frutos sin daño (G.0) y menores porcentajes de frutos dañados (G.1 y G.2).

En el extremo izquierdo, los tratamientos T1 y T2, con mayores porcentajes de frutos dañados (G.1 y G.2) y menores porcentajes de frutos sin daño (G.0). Los resultados de este análisis, que involucran a las tres variables con las que se evaluó el efecto del quemado de los frutos, concuerdan con los obtenidos mediante el Test de Duncan efectuado solamente para la variable G0 y permite visualizar prácticamente el mismo agrupamiento de los tratamientos para comprender mejor el efecto de los tratamientos sobre el control del quemado.

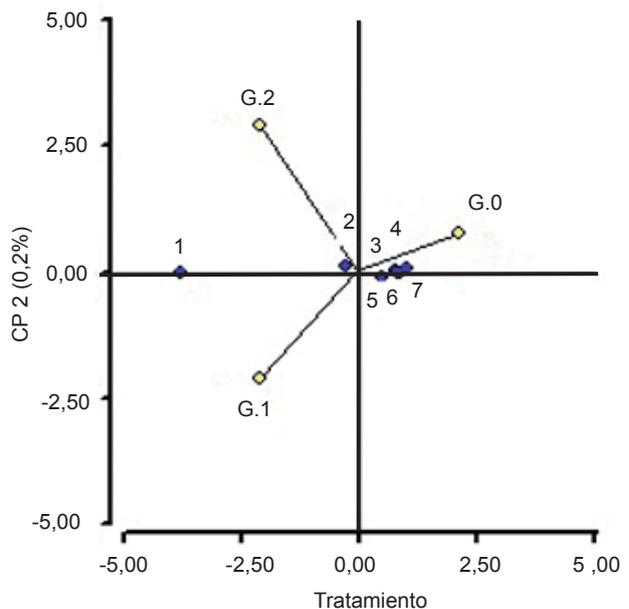


Figura 3. Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales de los porcentajes de frutos G.0, G.1 y G.2 por tratamiento, para las campañas 2004/2005, 2005/2006 y 2006/2007

CALIDAD DE LOS FRUTOS

En la Tabla IV se presentan los promedios de las variables de calidad y los resultados de los análisis estadísticos correspondientes a los tratamientos probados en las campañas 2004/2005 y 2005/2006, en

Tabla IV. Promedios por tratamiento de diámetro (mm), jugo (%), sólidos solubles totales (°Brix), acidez (%), ratio y error estándar en frutos de mandarina 'Okitsu', campañas 2004/2005 y 2005/2006*

Tratamiento	Diámetro (mm)	Jugo (%)	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	Ratio
T1	60,75±1,41 a	44,69± 1,11a	8,90±0,19 bc	1,21±0,08 ab	7,52±0,49 a
T2	62,06±1,08 a	42,05±2,54 a	8,80±0,19 ab	1,33±0,08 ab	6,84±0,50 a
T3	60,47±1,64 a	44,11±1,61 a	8,95±0,21 bc	1,18±0,07 a	7,74±0,44 a
T4	63,80±0,79 a	46,00±1,29 a	8,80±0,22 ab	1,20±0,06 ab	7,52±0,42 a
T5	55,24±1,16 a	50,66±2,99 a	8,75±0,17 ab	1,41±0,11 ab	6,39±0,70 a
T6	62,78±0,56 a	49,04±2,65 a	8,23±0,14 a	1,34±0,09 ab	6,41±0,68 a
T7	61,41±2,01 a	47,30±1,62 a	9,53±0,27 c	1,45±0,10 b	6,78±0,43 a

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05). (Media ± error estándar)

que solamente se observan diferencias significativas entre tratamientos para acidez y sólidos solubles totales.

Para las variables de calidad, se obtuvieron valores de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) entre 8,23 y 9,53 $^{\circ}$ Brix; acidez entre 1,18 y 1,45 %; estos valores se encuentran dentro de los Estándares Legales de madurez para la República Argentina (15).

Los frutos del tratamiento T7 (caolín 95 %, 4 kg.100 L⁻¹ aplicados en cuatro momentos), presentaron mayores contenidos de sólidos solubles totales, lo que podría explicarse según lo determinado por algunos autores^A (11), quienes establecieron que las hojas tratadas tienen mayor actividad fotosintética, lo que genera mayor síntesis de azúcares. Los frutos de este tratamiento presentaron también mayor acidez, lo que podría deberse a un retraso en la maduración, por desarrollarse estos frutos a menor temperatura que el testigo, según lo establecido por varios autores (8, 12). En razón de este aumento de la acidez, que retrasaría la cosecha, en el tercer año se excluyó del ensayo al tratamiento T7.

En la Tabla V se presentan los promedios de las variables de calidad de frutos y los resultados de los análisis estadísticos para los tratamientos probados en las tres campañas, donde se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla V. Promedios por tratamiento de diámetro (mm), jugo (%), sólidos solubles totales ($^{\circ}$ brix), acidez, ratio y error estándar en frutos de mandarina 'Okitsu', campañas 2004/2005, 2005/2006 y 2006/2007

Tratamiento	Diámetro (mm)	Jugo (%)	Sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)	Acidez	Ratio
T1	62,57 \pm 1,41 a	43,82 \pm 1,11 a	8,58 \pm 0,19 a	1,07 \pm 0,08 a	8,25 \pm 0,49 a
T3	61,79 \pm 1,64 a	45,63 \pm 1,61 a	8,77 \pm 0,21 a	1,07 \pm 0,07 a	8,46 \pm 0,44 a
T5	57,60 \pm 1,16 a	50,53 \pm 2,99 a	8,68 \pm 0,17 a	1,21 \pm 0,11 a	7,80 \pm 0,70 a
T6	63,18 \pm 0,56 a	48,93 \pm 2,65 a	8,23 \pm 0,14 a	1,17 \pm 0,09 a	7,65 \pm 0,68 a

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). (Media \pm error estándar)

La Figura 4 presenta el Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales de las variables de calidad en relación con los tratamientos.

Con las dos dimensiones representadas se explica el 81,9 % de variabilidad total. En el eje horizontal, que conserva el 45,2 % de la variabilidad total, se separan los frutos por diámetro, contenido de sólidos solubles totales y acidez. La ubicación de los tratamientos sobre ese eje indica que el T7 presenta alta acidez (ATT) y contenido de sólidos solubles (SST), T2 y T5 con valores intermedios de ATT y SST y los tratamientos T4, T3, T6 y T1 con los menores valores de ATT Y SST y mayores diámetros (DM). Sobre el eje vertical, que conserva el 36,7 % de variabilidad, los tratamientos se diferencian por el porcentaje de jugo (JU), cuyos mayores valores se asocian principalmente al T5.

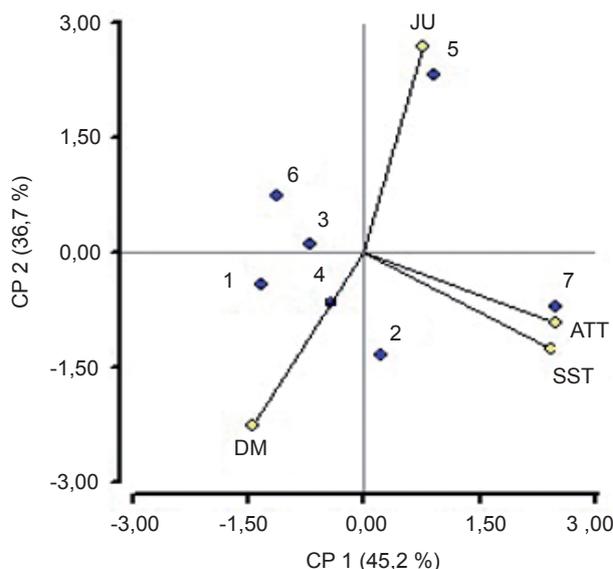


Figura 4. Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales de las variables de calidad diámetro ecuatorial (DM), sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT) y porcentaje de jugo (JU) en frutos de mandarina 'Okitsu', para las campañas 2004/2005, 2005/2006 y 2006/2007

CONCLUSIONES

- ♦ La aplicación de partículas de caolín resultó efectiva para el control de daño por sol en mandarina 'Okitsu'.
- ♦ Tres y cuatro aplicaciones, resultan las más efectivas para obtener frutos libres de daños externos sin que se modifique la calidad interna.

REFERENCIAS

1. Dussi, M. C. Intercepción y distribución lumínica en agro-ecosistemas frutícolas. En: Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Argentina: Ed. Gabriel O. Sozzi. Capítulo 6, 2007, 229 p.
2. Contreras, C.; Zoffoli, J. P.; Alcalde, J. A. y Ayala, M. Evolución del daño por insolación de manzanas 'Granny Smith' durante el almacenaje refrigerado. *Cien. Inv. Agr.*, 2008, vol. 35, no. 2, p. 147-157.

3. Schrader, L. Scientific basis of a unique formulation for reducing sunburn of fruits. *Hort Science*, 2011, vol. 46, no. 1, p. 6-11.
4. Agusti, M. Citricultura. Ediciones Mundi-Prensa. 2003. 422 p. ISBN: 84-8476-158-4.
5. Racskó, J.; Szabó, Z.; Miller, D. D.; Soltész, M. y Nyéki, J. Sunburn incidence of apples is affected by rootstocks and fruit position within the canopy but not by fruit position on the cluster. *International Journal of Horticultural Science*, 2009, vol. 15, no. 4, p. 45-51.
6. Raffo Benegas, M. D. y Rodríguez, A. Factores que afectan el porcentaje de fruta asoleada en manzanos cv. Fuji en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. *RIA*, 2007, vol. 36, no. 1, p. 131-146.
7. Aznar, J. S.; Fayos, G. S. Cítricos. Variedades y técnicas de cultivo. Editorial Mundi-Prensa, 2006, 242 p. ISBN: 84-8476-297-1.
8. Gindaba, J. y Wand, S. J. E. Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film, and shade net on sunburn and fruit quality in Apples. *HortScience*, 2005, vol. 40, no. 3, p. 592-596.
9. Melgarejo, P.; Martínez, J. J.; Hernández, F.; Martínez-Font, R.; Barrows, P. y Erez, A. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae*, 2004, vol. 100, p. 349-353.
10. Wand, S. J. E.; Theron, K. I.; Ackerman, J. y Marais, S. J. S. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae*, 2006, vol. 107, p. 271-276.
11. Song, Y. Y.; Park, M. Y.; Yang, S. J., Nam, J. C. y Sagong, D. H. Effect of microspraying of water and coating by white materials on fruit sunburn occurrence for 'Fuji'/M.9 apple trees. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, 2010, vol. 12, no. 2, p. 76-82.
12. Zermelo-Gonzalez, A.; Gil-Marín, J. A.; Ramirez-Rodriguez, H.; Hernandez-Herrera, A.; Rodríguez-García, A.; Benavides-Mendoza, A.; Jasso-Cantú, D. y Murgia-Lopez, J. Encalado del fruto en la producción orgánica de manzana; impacto sobre el paño del fruto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2008, vol. 8, p. 171-179.
13. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. InfoStat, versión 2008. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, 2008.
14. Dussi, M. C.; Giardina, G.; Sosa, D.; González Junyent, R.; Zecca, A. y Reeb, P. Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. Fuji. *Span J Agric Res.*, 2005, vol. 3, no. 2, p. 253-260.
15. Campana, B. M. R. Índices de madurez, cosecha y empaque de frutas. En: Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Argentina: Ed. Gabriel O. Sozzi. Capítulo 21, 2007, 761 p.
16. Sozzi, G. O. Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Argentina: Edición Facultad de Agronomía, 2007, 805 p.

Recibido: 23 de agosto de 2012

Aceptado: 26 de abril de 2013

¿Cómo citar?

Chabbal, Marco Daniel; Beatriz Piccoli, Analfá; Martínez, Gloria Cristina; Avanza, María Mercedes; Mazza, Silvia Matilde y Rodríguez, Víctor Antonio. Aplicaciones de caolín para el control del golpe de sol en mandarino 'Okitsu'. *Cultivos Tropicales*, 2014, vol. 35, no. 1, p. 50-56.