



ACTAS DE HORTICULTURA

Comunicaciones Técnicas
Sociedad Española de Ciencias Hortícolas

77

FEBRERO
2017

XIV Jornadas del Grupo Horticultura
II Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud
III Jornadas de Fresón

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE HORTALIZAS Y FRESÓN PARA UNA ALIMENTACIÓN SALUDABLE

COMUNICACIONES

Coordinador
Juan Carlos Gázquez Garrido

Almería, 21-23 de febrero de 2017



PRODUCCIÓN SOSTENIBLE
DE HORTALIZAS Y FRESÓN PARA
UNA ALIMENTACIÓN SALUDABLE

**XIV Jornadas del Grupo Horticultura
II Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud
III Jornadas de Fresón**

**Producción sostenible
de hortalizas y fresón
para una alimentación
saludable**

Almería
21-23 de febrero de 2017

Coordinador: Juan Carlos Gázquez Garrido

Comité Científico

Grupo horticultura

Elsa Martínez Ferri	IFAPA Centro de Churriana (Málaga)
Inmaculada Lahoz García	INTIA Navarra
Carlos Baixauli Soria	Centro de Experiencias Cajamar
Juan Carlos López Hernández	Estación Experimental Cajamar
María Dolores Fernández	Estación Experimental Cajamar
Juan José Magán Cañadas	Estación Experimental Cajamar
Juan Carlos Gázquez Garrido	Estación Experimental Cajamar
Fernando del Moral Torres	Universidad de Almería
Santiago Bonachela Castaño	Universidad de Almería
Joaquín Hernández Rodríguez	Universidad de Almería
Alicia González Céspedes	Estación Experimental Cajamar
Estefanía Rodríguez Navarro	IFAPA-Centro de La Mojonera (Almería)

Grupo fresón

Carmen Soria Navarro	IFAPA-Centro de Churriana (Málaga)
Juan Jesús Medina Mínguez	IFAPA-Centro de Huelva
Evangalina Medrano Cortés	IFAPA-Centro de La Mojonera (Almería)
María Teresa Ariza Fernández	IFAPA-Centro de Churriana (Málaga)

Grupo alimentación y salud

Miguel Ángel Domene	Estación Experimental Cajamar
Esperanza Torija Isasa	Universidad Complutense de Madrid
María de Cortes Sánchez Mata	Universidad Complutense de Madrid
Patricia Morales	Universidad Complutense de Madrid
Virginia Fernández	Universidad Complutense de Madrid
José Manuel Moreno Rojas	IFAPA-Centro Alameda del Obispo (Córdoba)

Comité organizador

Carmen Soria Navarro	IFAPA Centro de Churriana (Málaga)
Juan Jesús Medina Mínguez	IFAPA-Centro de Huelva
Esperanza Torija Isasa	Universidad Complutense de Madrid
Inmaculada Lahoz García	INTIA Navarra
Juan Carlos Gázquez Garrido	Grupo Cooperativo Cajamar
Carlos Baixauli Soria	Grupo Cooperativo Cajamar
Miguel Ángel Domene Ruiz	Grupo Cooperativo Cajamar
Antonio José Céspedes López	Grupo Cooperativo Cajamar
José Luis Racero Luque-Romero	Grupo Cooperativo Cajamar
David Erik Meca Abad	Grupo Cooperativo Cajamar
Corpus Pérez Martínez	Grupo Cooperativo Cajamar



**PRODUCCIÓN SOSTENIBLE
DE HORTALIZAS Y FRESÓN PARA
UNA ALIMENTACIÓN SALUDABLE**

Almería, 21-23 de febrero de 2017

**XIV Jornadas del Grupo Horticultura
II Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud
III Jornadas de Fresón**



Sociedad
Española
de Ciencias
Hortícolas



comer sano
VIVIR SANO

Cajamar
Líderes en Negocio
Agroalimentario

XIV Jornadas del Grupo Horticultura
II Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud
III Jornadas de Fresón.
Producción sostenible de hortalizas y fresón para una alimentación saludable

© 2017 del texto y las imágenes que se reproducen (excepto mención expresa): los autores

© 2017 de la edición: Sociedad Española de Ciencias Hortícolas

Edita: Sociedad Española de Ciencias Hortícolas

Coordina: Juan Carlos Gázquez Garrido

ISBN-13: 978-84-697-6628-6

Depósito Legal: CO-2294-2017

Diseño y maquetación: Beatriz Martínez Belmonte (Cajamar Caja Rural)

Imprime: Escobar Impresores

Fecha de publicación: noviembre de 2017

Impreso en España / *Printed in Spain*

La información y opiniones contenidas en esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores.

© Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, offset o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita de los titulares del Copyright.

ÍNDICE

- Papel nutricional y saludable de productos hortícolas intensivos en la dieta..... 17
M. A. Domene, M. Segura, E. Martínez, J. C. Gázquez y A. Molina
- Determinación de compuestos antioxidantes en fresa potencialmente bioactivos para su uso en programas de mejora 25
L. C. Cervantes, E. Martínez-Ferri, C. Soria, J. J. Medina Mínguez, P. Reboredo-Rodríguez y M. T. Ariza
- Evaluación de los efectos del ácido silícico monómero sobre la conservación de frutas y hortalizas mediante imágenes de resonancia magnética (IRM) 33
M. Valentini y P. Joret
- Estudio del color en variedades de naranjas pigmentadas (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) antocianinas y carotenoides 45
L. Cebadera-Miranda, L. Domínguez, P. Morales, V. Fernández-Ruiz, M. C. Sánchez-Mata, L. Barros, I. C. F. R. Ferreira, A. Del Pino y M. Cámara
- Influencia del tipo de portainjerto en calidad organoléptica y saludable en tomate «de sabor» valenciano 55
M. A. Domene, M. Segura, A. Giner, J. M. Aguilar, A. Núñez, C. Baixauli e I. Nájera
- Aproximación al conocimiento del valor nutritivo de las semillas de cáñamo (*Cannabis sativa* L.) 65
J. I. Alonso Esteban, M. C. Sánchez Mata y M. E. Torija Isasa
- Evaluación de la eficiencia de la tecnología Oxyion durante la etapa de transporte en el mantenimiento de la calidad poscosecha de fresa... 73
A. Arias, I. León, J. C. Gimeno y E. Santacruz
- Caracterización de los parámetros que influyen en las propiedades funcionales y sensoriales de tomate cultivar ‘Lobello’ en diferentes condiciones agronómicas..... 91
A. B. Cabezas Serrano, C. Martínez Gaitán, T. Turiño Rodríguez y M. E. Porras

Estudio del color en variedades de naranjas pigmentadas (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) antocianinas y carotenoides

L. Cebadera-Miranda^a, L. Domínguez^a, P. Morales^a,
V. Fernández-Ruiz^a, M. C. Sánchez-Mata^a, L. Barros^b,
I. C. F. R. Ferreira^b, A. Del Pino^c y M. Cámara^a

^aUniversidad Complutense de Madrid,

^bInstituto Politécnico de Bragança y ^cAnecoop

Resumen

En los últimos años ha ido creciendo el interés en las naranjas pigmentadas, tanto por su contenido en compuestos bioactivos antioxidantes, como son las antocianinas y los carotenoides, como por su atractivo color naranja-rojizo de la piel y pulpa. En el presente trabajo se han estudiado tres variedades de naranjas pigmentadas (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck), Sanguinelli, Tarocco Rosso (T-Rosso) y Tarocco T-70 (T-70), en diferentes momentos de recolección (otoño-invierno 2015), procedentes de Valencia. En ellas, se ha medido el color de la pulpa y piel a partir de un sistema de adquisición de datos expresado en el espacio cromático CIELAB y la determinación de los parámetros L (luminosidad), a* y b*, así como el índice de saturación C y se ha determinado en la pulpa el contenido de antocianinas (HPLC-DAD-ESI/MS) y carotenoides (HPLC-UV). En cuanto a la medida del color de la pulpa, destacan las variedades Sanguinelli y T-70 por presentar los mayores valores del parámetro a* (rojo), y la variedad T-Rosso con los valores superiores en los parámetros intensidad de color amarillo, luminosidad e índice de saturación (b*, L* y C). Si bien T-70 y T-Rosso, son las variedades que mostraron los valores más elevados para todos los

parámetros analizados, no se han encontrado correlaciones entre la coloración externa de la fruta (piel) y la de la pulpa. Las variedades analizadas presentaron contenidos totales de antocianinas máximos de 11,01-76,12 mg/100 g sobre sustancia fresca (ssf) correspondientes a T-70, identificándose un total de 10 compuestos diferentes, principalmente cianidin 3-(6''-malonil) glucósido, cianidin 3-glucósido y cianidin 3-soforósido. El carotenoide identificado y cuantificado en todas las variedades fue el β -caroteno (0,59 mg/100 g, T-70). En general, el contenido de antocianinas analizadas en las variedades de naranjas pigmentadas estudiadas no mostró correlaciones con ningún parámetro de color, siendo el β -caroteno el compuesto bioactivo que más contribuyó al mismo.

Palabras clave: *Naranjas pigmentadas; calidad organoléptica; compuestos bioactivos; antocianinas; carotenoides.*

Introducción

Los cítricos representan uno de los cultivos más importantes de frutales del mundo y particularmente en España. Además, constituyen una fuente importante de sustancias fisiológicamente activas (compuestos bioactivos) (Gil-Izquierdo *et al.*, 2002) que cumplen, al igual que los nutrientes esenciales, una función beneficiosa para la salud y contribuyen a reducir la incidencia de ciertas enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, anemia, malformaciones congénitas y cataratas (Rojas-Argudo *et al.*, 2007; FAO, 1999). Distintos tipos de naranjas pigmentadas (Sanguinelli en España y Sanguinello en Italia), así como las distintas variedades del tipo «Tarocco» procedente de Italia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) constituyen las variedades de naranjas pigmentadas más comunes y ampliamente difundidas en el Mediterráneo. Estas variedades se consumen en todo el mundo, como productos frescos o procesados (Kelebek *et al.*, 2008), y su interés entre los consumidores se debe principalmente por sus propiedades organolépticas, entre las que se incluye el color y sabor, así como los beneficios para la salud derivados de su consumo (Kafkas *et al.*, 2009) debido a su contenido en carotenoides y antocianinas, compuestos

que poseen una importante capacidad antioxidante frente al daño ocasionado por los radicales libres (Martínez *et al.*, 1993).

Material y métodos

En el presente trabajo se han estudiado tres variedades de naranjas pigmentadas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck): Sanguinelli (*Citrus sinensis* L. cultivar ‘Sanguinelli’), Tarocco Rosso y Tarocco T-70 (*Citrus sinensis* L. cultivar ‘Tarocco’), facilitadas por Anecoop Sociedad Cooperativa, cultivadas en la misma parcela con un sistema de fertirrigación homogéneo y recolectadas en momentos diferentes (temprano a tardío), en la campaña otoño-invierno de 2015.

En la piel de las frutas, así como en la pulpa homogeneizada se llevó a cabo la determinación del color mediante el método colorimétrico Hunter Lab utilizando un colorímetro Hunter Color Flex, basado en un sistema de adquisición de imágenes expresado en el espacio cromático CIELAB (Kostyla y Clydesdale, 1978) con la determinación de los parámetros L (luminosidad), a^* y b^* , así como el cálculo del índice saturación C. En el caso de la piel, se tomaron tres medidas correspondientes a tres partes del fruto diferenciadas (la parte más oscura, la más clara y la base del fruto).

Los compuestos bioactivos se analizaron en la pulpa homogeneizada sometida a liofilización. La caracterización del contenido de antocianinas se realizó por HPLC-DAD-ESI/MS (Bastos *et al.*, 2015) y los carotenoides por HPLC-UV (Olives Barba *et al.*, 2006).

Resultados y discusión

El color es el primer atributo de percepción para los consumidores y uno de los parámetros más importantes de calidad en productos alimentarios de origen vegetal, ya que va ligado a la maduración, tratamiento tecnológico, presencia de impurezas, etc.

Respecto a los parámetros del color de la pulpa de las frutas estudiadas, los valores más altos del parámetro a^* (mayor intensidad de color rojo) lo

presentaron las variedades Sanguinelli y T-70 (32,44 y 32,09; respectivamente) siendo claramente inferiores en la variedad T-Rosso (Gráfico 1). Esta misma variedad con menor coloración roja es la que muestra mayores valores del parámetro b^* (mayor intensidad de color amarillo-anaranjado), con respecto a T-70 y Sanguinelli, mostrando una correlación significativa y negativa entre dichos parámetros ($r = 0,78$; $p = < 0,001$). Los perfiles de L (luminosidad) e índice de saturación C muestran el mismo comportamiento con una fuerte correlación entre ambos ($r = 0,87$, $p = < 0,001$), siendo la variedad T-Rosso la que presentó valores superiores mientras que las otras dos mostraron niveles inferiores y similares entre ellas.

Por su parte en la piel, el parámetro a^* no mostró variaciones importantes entre variedades oscilando en un rango reducido (32,32 - 35,30) y con valores próximos a los encontrados en la pulpa. Sin embargo, el parámetro b^* junto con los perfiles de luminosidad e índice de saturación C presentaron los valores más altos y similares para las variedades T-70 y T-Rosso, mostrando en su piel un color más amarillo-anaranjado, con respecto a la variedad Sanguinelli (Gráfico 1). En este sentido, se observó que la piel sigue un comportamiento diferente a la pulpa, no habiéndose encontrado correlaciones significativas entre la coloración externa de las frutas (piel) y la de la pulpa, de manera que nos podemos encontrar con variedades con una coloración intensa amarilla-anaranjada en la piel (mayor parámetro b^*) y pulpa más rojiza (mayor parámetro a^*), tal y como ocurre en la variedad T-70.

El color de las naranjas pigmentadas puede abarcar desde el amarillo-anaranjado al rojizo más o menos intenso, debido principalmente a su contenido en antocianinas y carotenoides. Respecto al contenido en antocianinas, la variedad T-70, fue la que presentó mayor variabilidad en la concentración de antocianinas totales (11,01-76,12 mg/100 g ssf), debido principalmente a los compuestos cianidin 3- (6"-malonil) glucósido (compuesto mayoritario), cianidin-3-glucósido y cianidin-3-soforósido, mientras que el T-Rosso, fue la variedad que menor contenido de antocianinas presentó (7,23-11,58 mg/100 g ssf). Si bien se han identificado y cuantificado un total de 10 compuestos, solo se muestran las tres antocianinas mayoritarias y más relevantes (Tabla 1), por ser las que contribuyen

en mayor proporción al total de antocianinas, con una fuerte correlación positiva y cercana a 1,00. Este perfil de antocianinas se corresponde con el descrito por otros autores para variedades similares (Tarocco y Sanguinelli) procedentes de Italia (Barreca *et al.*, 2016) y California (Lee *et al.*, 2002), también se corresponde con otras variedades de naranjas pigmentadas procedentes de China (Liang *et al.*, 2011).

Gráfico 1. Valores promedio de los parámetros de color L*, a*, b* e Índice cromático C para la pulpa y piel de las variedades de naranjas pigmentadas

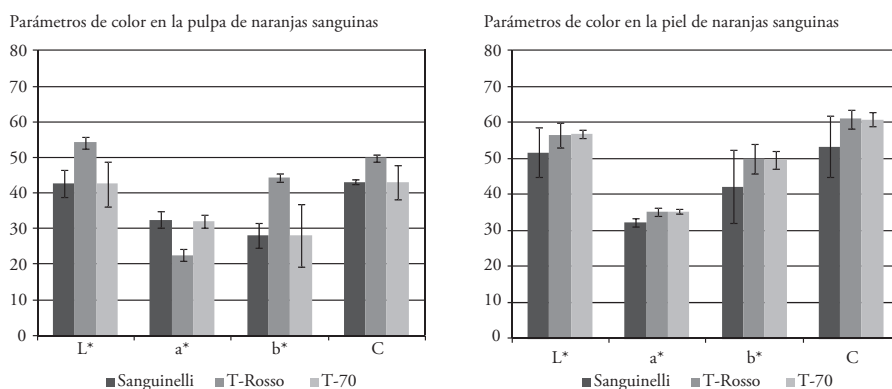


Tabla 1. Intervalos de las principales antocianinas caracterizadas en las naranjas pigmentadas estudiadas. En mg/100 g ssf

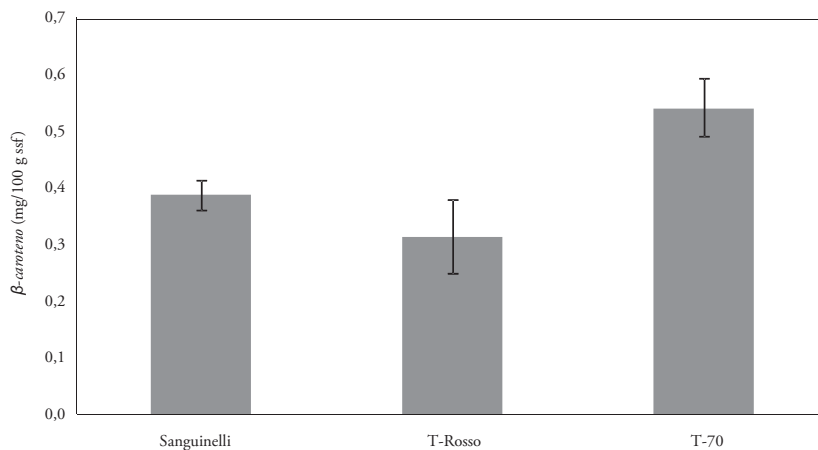
Compuesto	Sanguinelli	Tarocco Rosso	Tarocco T-70
Cianidin 3-soforósido	0,19-0,45	0,39-0,57	0,32-5,01
Cianidin 3-glucósido	2,90-8,18	2,39-3,85	3,82-23,89
Cianidin 3-(6''-malonil) glucósido	4,21-10,95	2,88-4,64	4,19-31,87
Total Antocianinas	9,70-25,26	6,95-11,58	11,01-76,12

Por otro lado, el análisis cromatográfico del contenido en carotenoides de la pulpa, mostró que el carotenoide mayoritario identificado y cuantificado en todas las muestras de naranjas pigmentadas estudiadas fue el

β -caroteno (Figura 2), precursor de *vitamina A*, destacando la variedad T-70 por su mayor contenido (0,54 mg/100 g ssf) con respecto a Sanguinelli y T-Rosso, las cuales presentaron valores muy similares entre ellas (0,39 y 0,31 mg/100 g ssf, respectivamente). El contenido de β -caroteno de la pulpa únicamente mostró correlación positiva con el parámetro de color, índice de saturación C ($r = 0,40$; $p = 0,041$), este a su vez está correlacionado de forma negativa con a^* (menos coloración rojiza), y como es lógico de forma positiva con L y b^* (más coloración amarillo-anaranjado), puesto que es el color característico de este compuesto, tal y como se observa en la variedad T-70.

Los valores de β -caroteno obtenidos en las muestras analizadas son ligeramente superiores a los descritos por algunos autores como Xu *et al.* (2006) en naranjas pigmentadas Cara Cara (mutante de Navel, *Citrus sinensis* L. Osbeck) y superiores a otros cítricos como Star Ruby (*Citrus paradisi*) (Alquézar *et al.*, 2009).

Gráfico 2. Contenido de β -caroteno en las naranjas pigmentadas estudiadas. En mg/100 g ssf



Conclusiones

Dada la particular coloración de estas frutas, la evaluación del color no es un buen método predictivo del contenido en compuestos bioactivos. El contenido total de antocianinas, así como los tres compuestos mayoritarios y relevantes presentes en las tres variedades estudiadas, no muestran correlaciones significativas con ningún parámetro de color, esto significa que el compuesto bioactivo β -caroteno es el que más contribuye al color de las mismas. Tampoco se han encontrado correlaciones entre la coloración externa de la fruta (piel) y la de la pulpa. En el presente estudio, la variedad Tarocco T-70, fue la que presentó mayor contenido de compuestos bioactivos: contenido total en antocianinas y β -caroteno, siendo esta misma variedad la que presentó una coloración más amarilla-anaranjada en su piel (b^*) y una pulpa más rojiza (a^*).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto OTRI UCM- ANE-COOP S. (Referencia 25/2015), el grupo de investigación ALIMNOVA-UCM (951505) y la Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT, Portugal) por el apoyo financiero a la CIMO (proyecto estratégico UID / AGR / 00690/2013) y a POCI-01-0145-FEDER-006984 (LA LSRE-LCM) financiado por el FEDER a través de POCI-COMPETE2020 y FCT. L. Barros agradece a la FCT por su beca (SFRH / BPD / 107855/2015).

Referencias bibliográficas

- ALQUÉZAR, B.; ZACARÍAS, L. y RODRIGO, M. J. (2009): «Molecular and functional characterization of a novel chromoplast-specific lycopene β -cyclase from citrus and its relation to lycopene accumulation»; *Journal of Experimental Botany* (60); pp.1783-1719.
- BARRECA, D.; GATTUSO, G.; LAGANÀ, G.; LEUZZI, U. y BELLOCCO, E. (2016): «C- and O-glycosyl flavonoids in Sanguinello and Tarocco blood orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) juice: Identification and influence on antioxidant properties and cetylcholinesterase activity»; *Food Chemistry* (196); pp. 619-627.
- BASTOS, C.; BARROS, L.; DUEÑAS, M.; CALHELHA, R. C.; QUEIROZ, M. J. R. P.; SANTOS-BUELGA, C. y FERREIRA, I. C. F. R. (2015): «Chemical characterization and bioactive properties of *Prunus avium* L.: The widely studied fruits and the unexplored stems»; *Food Chemistry* (173); pp. 1045-1053.
- ECONOMOS, C. y CLAY, W. D. (1999): *Nutritional and health benefits of citrus fruits*. FAO.
- GIL-IZQUIERDO A.; GIL, M. I. y FERRERES F. (2002): «Effect of Processing Techniques at Industrial Scale on Orange Juice Antioxidant and Beneficial Health Compounds»; *J. Agric. Food Chemistry* (50); pp. 5.107-5.114.
- KAFKAS, E.; ERCISLI, S.; KEMAL, K. N.; BAYDAR, K. y YILMAZ, H. (2009): «Chemical composition of blood orange varieties from Turkey: A comparative study»; *Pharmacognosy Magazine* (5); pp. 329-335.
- KELEBEK, H.; CANBAS, A. y Selli, S. (2008): «Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) grown in Turkey»; *Food Chemistry* (70); pp. 1.710-1.716.
- KOSTYLA, A. S. y CLYDESDALE, T. M. (1978): «The psychophysical relationships between colour and flavour»; *CRC Critical Review. Food Science and Nutrition* (10); pp. 303-319.

- LEE, H. S. (2002): «Characterization of major anthocyanins and the color of red-fleshed budd blood orange (*Citrus sinensis*)»; *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(5); pp. 1.243-1.246.
- LIANG, L.; SHAO-QIAN, C. y SI-YI, P. (2011): «Thermal Degradation Kinetics of Three Kinds of Representative Anthocyanins Obtained from Blood Orange»; *Agricultural Sciences in China* 10(4); pp. 642-649.
- MARTÍNEZ, A.; HAZA, I. y MORALES, P. (1993): «Frutas y verduras como agentes preventivos en la dieta. Actividad antimutagénica y anticancerígena»; *Alimentaria*.
- OLIVES BARBA, A. I.; CÁMARA HURTADO, M.; SÁNCHEZ MATA, M. C.; FERNÁNDEZ RUIZ, M. C. y LÓPEZ SÁENZ DE TEJADA, M. (2006): «Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and b-carotene in vegetables»; *Food Chemistry* (95); pp. 328-336.
- ROJAS-ARGUDO, C.; PALOU, L.; CANO, A.; DEL RÍO, M. A.; GONZÁLEZ-MAS, M. A. y BERMEJO, A. (2007): «Efecto de la aplicación de rayos x a dosis moderadas sobre los componentes bioactivos de mandarinas clemenules»; *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 8(2); pp. 74-81.
- XU, J.; TAO, N.; LIU, Q. y DENG, X. (2006): «Presence of diverse ratios of lycopene/b-carotene in five pink or red-fleshed citrus cultivars»; *Scientia Horticulturae* (108); pp. 181-184.