

## Comunicación breve

### Calidad de mandarinas Clemenules

RECIBIDO: 03/07/2014

REVISIÓN: 24/09/2014

ACEPTADO: 09/10/2014

Nescier, I.<sup>1</sup> • Santini, Z. G.<sup>2</sup> • Alsina, D.<sup>1</sup> • Gariglio, N.<sup>1</sup> • Althaus, R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, P. Kreder 2805, CP 3080 Esperanza, Santa Fe, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, CP 3000 Santa Fe, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, P. Kreder 2805, CP 3080 Esperanza, Santa Fe, Argentina.

E-mail: inescier@fca.unl.edu.ar

**RESUMEN:** Se observa actualmente un aumento en el consumo de jugo de mandarina, por esto, el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades físicas del fruto y fisicoquímicas del jugo de las mandarinas Clementinas (*C. reticulata* Blanco) cv. "Clemenules" cultivadas en Santa Fe.

Se realizó un análisis de correlaciones canónicas y un análisis cluster. Los resultados del análisis de correlaciones canónicas revelan que las variables del fruto y del jugo de mandarinas Clemenules no son independientes.

Debido a que una elevada concentración de sólidos solubles otorga un mayor dulzor, estas mandarinas responderían a las demandas de los sectores agropecuario, industrial y de los consumidores.

**PALABRAS CLAVE:** citrus, jugo, propiedades fisicoquímicas.

**SUMMARY:** *Quality of Clemenules mandarins.*

It is currently observed an increase in the consumption of mandarin juice. For that reason, the aim of this research was to evaluate the physical properties of the fruit, and the physicochemical properties of the Clementine mandarin juice (*C. reticulata* Blanco) cv. 'Clemenules' cultivated in Santa Fe.

A canonical correlation analysis and a cluster analysis were carried out. The canonical correlation analysis results revealed that the fruit and juice variables of Clemenules mandarins are not independent.

Due to the fact that a high soluble solids content provide higher sweetness, these mandarins would answer to the demands of the farming, industrial and consumers sectors.

**KEY WORDS:** citrus, juice, physicochemical properties.

## 1. Introducción

Los hábitos alimentarios han ido cambiando en los últimos años, y se observa actualmente un aumento en el consumo de jugo de mandarina (1). Este jugo contiene numerosas sustancias con efectos beneficiosos para la salud (2, 3, 4).

En el año 2009 los principales países productores fueron China, Nigeria y Colombia (5).

De acuerdo con informes de organismos nacionales, Argentina ha incrementado su actividad citrícola durante los últimos veinte años en un 3 % anual (6).

En el año 2013 la República Argentina destinó 33 886 hectáreas para el cultivo de mandarinas, produciendo 365 000 toneladas de fruto, representando el 1,49 % de la producción mundial y la exportación fue de 89 000 toneladas, constituyendo el 3,9 % de las exportaciones mundiales. En nuestro país, las principales provincias que las cultivan y producen son Entre Ríos, Corrientes, Misiones y Jujuy. De la producción total, 174 012 toneladas se destinan para el consumo interno en Argentina (7).

Las mandarinas Clemenules son frutos de mayor tamaño que la Clementina fina, de maduración ligeramente posterior, de corteza algo rugosa, jugosas y sin semillas (8). Por su agradable sabor y fácil pelado, resultan atractivas para el consumidor (9).

Por esto el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades de la fruta y el jugo de mandarinas Clementinas (*C. reticulata* Blanco) cv. "Clemenules".

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materia prima

La cosecha de los frutos se realizó al azar tomándose 10 frutos por árbol, distribuidos en los 4 cuadrantes de la copa, uti-

lizándose un total de 17 plantas. Se formaron tres lotes de 10 frutas, eligiendo las más uniformes según su tamaño para el análisis de las propiedades físicas y fisicoquímicas según el protocolo de Hinkelman Kemphorne (10). Posteriormente fueron lavados y llevados al laboratorio para su estudio.

### 2.2. Métodos analíticos

Se evaluaron la masa ( $M$ ), el alto ( $D_1$ ) y el ancho ( $D_2$ ) de la fruta, y en el jugo: el pH, el volumen ( $V$ ), la conductividad ( $C$ ), la concentración de los sólidos solubles (Brix) y la acidez titulable (AT). Para evaluar las dimensiones de la fruta se usó un vernier digital con sensibilidad de 0,01 mm, la masa de las muestras se determinó utilizando una balanza analítica Ohaus Adventurer con una sensibilidad de 0,001 g. El jugo se extrajo con un procesador Philips Modelo HR 1820, se filtró a través de una malla filtrante de 1 mm de diámetro y posteriormente a través de gasa. En el mismo se determinaron pH por potenciometría (peachímetro ORION modelo 420A), conductividad eléctrica por conductimetría (conductímetro ORION modelo 150), sólidos solubles por refractometría (refractómetro digital ATAGO modelo Pal-1) y acidez titulable por titulación con hidróxido de sodio 0,1 N, expresándose el resultado como porcentaje masa de ácido cítrico anhidro/100 mL de solución.

### 2.3. Análisis estadístico

Con el propósito de establecer relaciones entre las diferentes variables evaluadas, se utilizó el análisis de correlaciones canónicas y el análisis cluster. El análisis de correlaciones canónicas es un método estadístico que posibilita estudiar la relación lineal entre dos conjuntos de variables y determinar a

cuáles de ellas atribuir esta relación (11). Permite relacionar un set de variables con otro con el objeto de encontrar dos nuevas variables (variables canónicas) tal que la correlación entre dichas variables sea máxima (correlación canónica).

Por otra parte, el análisis cluster constituye una técnica de clasificación basada en agrupamientos de parámetros, de modo que las variables se distribuyan en clases o categorías, así cada clase o conglomerado, reúne las variables cuya similitud es máxima. Para agrupar las variables se toma un método de agrupamiento, el seguido en este trabajo fue el método jerárquico, con el cuadrado de la distancia euclídeana (12) y utilizando el método de Ward.

Para realizar ambos procedimientos estadísticos se utilizó el paquete Statgraphics Centurion XVI (Shareware) y el test LSD para ( $p < 0,05$ ).

### 3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 se resumen los principales descriptores estadísticos para cada una de las variables analizadas en fruta y jugo de mandarinas cv. "Clemenules" (*C. reticulata* Blanco) cultivadas en la provincia de Santa Fe. De todas las propiedades analizadas, el pH (2,75 %), ancho (4,98 %) y alto de fruta (6,55 %) mostraron menor coeficiente de variación, mientras que el volumen del jugo es la propiedad que presentó mayor variabilidad (CV % = 19)

**Tabla 1.** Parámetros de la fruta y del jugo de mandarinas Clementinas (*C. reticulata* Blanco) cv. "Clemenules" cultivadas en la provincia de Santa Fe.

Variable	X ± DS	CV %	Rango (mín.-máx.)
Masa fruta (g)	123,3 ± 15,84	12,85	100,3 – 160,6
Alto fruta (cm)	5,88 ± 0,39	6,55	5,2 – 6,9
Ancho fruta (cm)	6,36 ± 0,32	4,98	6,0 – 7,1
Volumen jugo (mL)	45 ± 9	19	26 – 60
pH	3,50 ± 0,10	2,75	3,31 – 3,69
Conductividad (mS cm <sup>-1</sup> )	3,66 ± 0,40	11,40	3,10 – 4,60
Sólidos solubles (°Brix)	7,98 ± 0,97	12,21	6,3 – 10,6
Acidez titulable <sup>(1)</sup>	0,86 ± 0,11	12,90	0,66 – 1,17

<sup>(1)</sup> g ácido cítrico anhidro/ 100 mL de solución.

La relación volumen de jugo/masa de la fruta de las mandarinas Clementinas (*C. reticulata* Blanco) cv. "Clemenules" hallado en este trabajo 36,4 % (Tabla 1) resultó similar a 39,8 % y 39,6 % de patrones Cleopatra y Carrizo de mandarinas Clemenules (13); y algo superior al informado por otros autores

(1), 32,4 % en lotes control de mandarinas Clemenules.

El pH resultó superior a 3,15 en mandarina Avana (*Citrus deliciosa*) (3); pero similar a los encontrados por otros autores en mandarinas Satsuma (14, 15).

La concentración de los sólidos solubles

fue inferior a 13,8 y 13,6 de patrones Carrizo y Cleopatra (13) y a 10,12 en mandarinas Clemenules (1) y en mandarina Satsuma, a 12,5 (14) y 9,59 (15), pero superior a 7,13 (16).

La acidez titulable resultó inferior a 0,96 en mandarinas Satsuma (14) y 0,97 en lotes control de mandarinas Clementinas (1);

también a 1,33 y 1,31 en Carrizo y Cleopatra rootstock de mandarinas Clemenules (13).

Los coeficientes de correlación calculados entre las diferentes variables analizadas se resumen en Tabla 2.

**Tabla 2.** Correlaciones entre las variables de mandarinas Clementinas (*C. reticulata* Blanco) cv. "Clemenules".

	M	D1	D2	V	pH	C	Brix	AT
M								
D1	0,86*							
D2	0,93*	0,76*						
V	0,43*	0,35	0,33					
pH	-0,33	-0,35	0,32	-0,01				
C	-0,16	-0,05	-0,12	-0,17	0,46*			
Brix	0,57*	0,46*	0,58*	0,01	-0,63*	-0,39*		
AT	0,56*	0,57*	0,19*	0,14	-0,68*	-0,09	0,66*	

\*correlación significativa ( $p < 0,05$ ).

Se observan correlaciones positivas e importantes entre la masa del fruto con alto (0,86) y ancho (0,93). Además, pH presenta adecuada correlación con acidez titulable (0,68), Brix (0,63) y C (0,46). En forma similar, acidez titulable y Brix también revelan una buena correlación (0,66).

Debido a estas adecuadas correlaciones, se utilizó el análisis de correlaciones canónicas (Tabla 3), que pone de manifiesto

dos sets de variables correlacionadas, con elevados valores de correlación canónica (0,75) y buen nivel de significancia ( $p < 0,05$ ).

Los dos sets ( $V_1$  y  $U_2$ ) de variables correlacionadas se resumen en Tabla 4. El primer set integra a M,  $D_1$  y  $D_2$ , según se observó en la matriz de correlaciones (Tabla 2). El segundo set comprende a las variables V, pH, C, Brix y AT, también asociadas según la matriz de correlaciones (Tabla 2).

**Tabla 3.** Correlación canónica

Eigenvalor	0,561
Correlación canónica	0,750
Lambda de Wilks	0,338
Chi-cuadrada	26,599
Valor-P	0,032

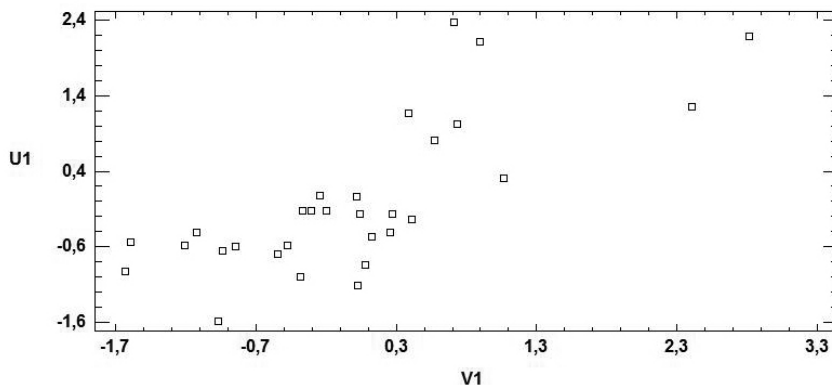
**Tabla 4.** Variables canónicas

$V_1 = 1,37.M - 0,09.D_1 - 0,32.D_2$
$U_1 = 0,55.V + 0,24.pH + 0,02.C + 0,58.Brix + 0,46.AT$

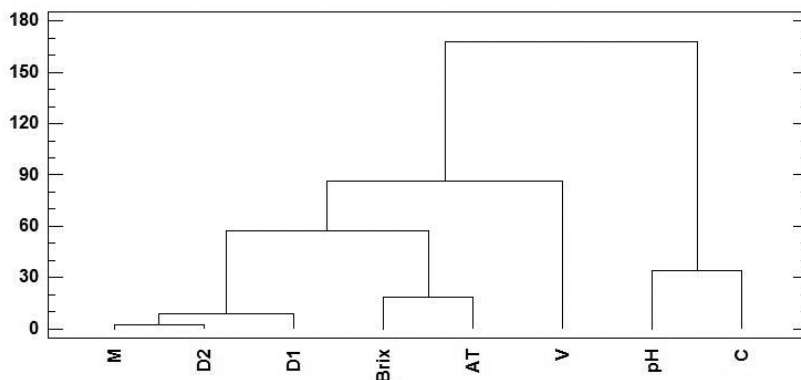
El volumen con la contribución de los sólidos solubles está correlacionado con la masa. Así el mayor contenido de sólidos solubles determina la masa del fruto. Además, la acidez titulable y el pH están correlacionados inversamente con los diámetros. La Fig. 1 muestra la representación de la primera correlación canónica, donde se observa una tendencia positiva entre ambos set de variables.

Con respecto a la implementación del análisis cluster, haciendo uso de las variables tipificadas, se construyó el dendograma (Fig. 2) que señala la presencia de tres cluster. El primer cluster grupa las variables de la fruta (M, D1 y D2), el segundo y tercer cluster contienen a las variables relacionadas con el jugo (cluster 2: Brix y AT, cluster 3: pH y C) debido a sus bajas distancias de Ward.

**Figura 1.** Diagrama de las variables canónicas de las mandarinas



**Figura 2.** Dendograma de las variables de mandarinas Clementinas



Estas asociaciones entre las variables de frutos y variables de jugo se pusieron de manifiesto en el análisis de correlaciones canónicas, reforzando estas fuertes asociaciones de variables mediante dos técnicas estadísticas diferentes.

#### 4. Conclusiones

El ancho y el alto de las mandarinas son las propiedades con mayor asociación con la masa del fruto, lo que resulta de interés para su selección.

Las variables del fruto y del jugo de mandarinas Clemenules no son independientes, mientras la acidez titulable y el pH se correlacionan inversamente con los diámetros, los frutos con mayor volumen y concentración de sólidos solubles en el jugo están correlacionados con mayor masa. Teniendo en cuenta que una elevada concentración de sólidos solubles otorga un mayor dulzor, estos frutos responderían a las demandas del sector agropecuario, industrial y de los consumidores.

#### Nota

Este trabajo fue presentado en las XI Jornadas de Farmacia y Bioquímica Industrial, noviembre de 2011. Buenos Aires, Argentina; y en el XIV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CYTAL, octubre de 2013. Rosario, Santa Fe, Argentina.

#### Agradecimiento

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por la UNL a través del CAI+D 2009 (PI 18-101). Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Litoral.

#### Referencias bibliográficas

1. Palou, L.; Jacas, J.-A.; Marcilla, A.; Alonso, M.; Del Río, M. A., 2008. Physico-chemical and

sensory quality of 'Clemenules' mandarins and survival of the Mediterranean fruit fly as affected by complementary cold and carbon dioxide quarantine treatments. *Postharvest Biol. Technol.*, **48**:443-450.

2. Pérez-López, A. J., 2010. Quality of canned mandarin as affected by preservation liquid. *Ciência e Tecnologia Alimentaria*. Campinas. **30**,4:1105-1113.

3. Piga, A.; Agabbio, M.; Gambella, F.; Nicoli, M. C., 2002. Retention of Antioxidant Activity in Minimally Processed Mandarin and Satsuma Fruits. *Lebensm Wiss Technol.*, **35**:344-347.

4. Hayat, K.; Zhang, X.; Farooq, U.; Abbas, S.; Xia, S.; Jia, Ch.; Zhong, F.; Zhang, J., 2010. Effect of microwave treatment on phenolic content and antioxidant activity of citrus mandarin pomace. *Food Chem.*, **123**:423-429.

5. FAO., 2009. Faostat. statistical databases. Food and Agriculture commodities production: <http://faostat.fao.org>. Acceso: 14/07/1993.

6. Cítricos, 2014. Instituto Nacional de Semillas. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. [http://www.inase.gov.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=148&Itemid=149](http://www.inase.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=148&Itemid=149) (acceso: 05/08/2012).

7. Federación Argentina del Citrus, 2014. La Actividad Citrícola Argentina: <http://www.feder-citrus.org/noticias/upload/informes/Act%20Citricola%2014> (acceso: 08/06/2005).

8. Agustí, M., 2003. *Citricultura* (2ª ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España. **I**, 422 pp.

9. Justo, A.; Ribera, I., 2009. Las exportaciones de mandarinas en fresco. XXXII Congreso de la Asociación Argentina de Horticultura Salta. Resumen 218: <http://www.horticulturara.com.ar/publicaciones-10.htm>. Acceso: 15-05-2008

10. Hinkelman, K.; Kempthorne, O., 1994. Design and analysis of experiments. **I**: Introduction to experimental design. New York: John Wiley and Sons, Inc., 495 pp.

11. Ling, W., 2010. Estimation of central retinal

- vascular equivalent: canonical correlation analysis. Thesis for the Degree of Master of Science. National University of Singapore: <http://scholarbank.nus.edu.sg/bitstream/handle/10635/17733/Wang%20Ling%20MS%20thesis%20submission.pdf> (acceso: 03/09/1996).
- 12.** Avanza, M.; Mazza, S.; Martínez, G., 2003. Aplicación de análisis clasificatorio y de correlaciones canónicas, para el estudio del comportamiento de las concentraciones foliares de los elementos minerales en mandarina (*Citrus reticulata*, Blanco). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. XIV Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Agrarias. Corrientes, 06/08/03. Libro de resúmenes. Sección: Estadística. Trabajo 002.
- 13.** Navarro, J. M.; Pérez-Pérez, J.; Romero, P.; Botía, P., 2010. Analysis of changes in quality in mandarin fruit, produced by deficit irrigation treatments. *Food chemistry*, **119**:1591–1596.
- 14.** Dragull, K.; Breksa A.; Cain, B., 2008. Synephrine content of juice from Satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marcovitch). *J. Agric. Food Chem.*, **56**:8874–8878.
- 15.** Gómez, H. A.; He, Y.; García Pereira, A., 2006. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. *J. Food Eng.*, **77**:313–319.
- 16.** Alsina, D.; Nescier, I.; Santini, Z.; Gariglio, N.; Cives, H; Bonvin, C., 2012. Propiedades físicas y fisico-químicas de frutos de mandarinas del grupo Satsuma. *Revista FAVE. Sección Ciencias Agrarias*. **11**,2:69–76.