

PROPIEDADES FÍSICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE MANDARINAS DEL GRUPO SATSUMA¹

ALSINA, D.²; NESCIER, I.²; SANTINI, Z.³;

GARIGLIO, N.²; CIVES, H.⁴ & BONVIN, C.²

RESUMEN

Las frutas cítricas son consideradas como una fuente de sustancias saludables por su contenido en ácido ascórbico, polifenoles y carotenoides. Los mandarinos del grupo Satsuma, cv. 'Okitsu' producen frutos cuyo jugo es de buen sabor, azucarado y aromático lo que los hace apetecibles al consumidor. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las propiedades físicas del fruto y fisicoquímicas del jugo de estas mandarinas cultivadas en la Provincia de Santa Fe. Los resultados obtenidos fueron tratados a través de indicadores descriptivos. Para establecer asociaciones entre las diferentes propiedades, se aplicó el Análisis de Componentes Principales y el Análisis Cluster. Se concluyó que los frutos de mandarinos 'Okitsu' poseen un adecuado tamaño, cantidad de jugo, concentración de sólidos solubles e índice de madurez, lo que resulta de interés para la industria y los hace más atractivos para el consumidor en comparación con otras variedades.

Palabras clave: cítricos, mandarinas, parámetros físicos y fisicoquímicos.

SUMMARY

Physical and physicochemical properties of the fruits of the mandarins Satsuma, cv. 'Okitsu'.

Citrus fruits are considered as a source of healthful substances by their content of ascorbic acid, polyphenols and carotenoids. The fruits of the Satsuma group, cv. 'Okitsu' mandarins have a tasty, sweet and aromatic juice, being them very appealing by consumers. The aim of this study was to obtain the physical parameters of the fruit and the physicochemical parameters of the juice fruit of the 'Okitsu' mandarins grown in the Province of Santa Fe. The results were treated by means of descriptive indicators. To establish the relationships between the parameters, Principal Component

1.- Proyecto con subsidio CAI+D 2011 (UNL) N° 18/101.

2.- Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Email: inescier@fca.unl.edu.ar

3.- Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (UNL). Ciudad Universitaria (3000) Santa Fe.

4.- Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER). Monseñor Tavella 1450. (3200) Concordia, provincia de Entre Ríos.

Manuscrito recibido el 2 de julio de 2012 y aceptado para su publicación el 30 de noviembre de 2012.

Analysis and Cluster Analysis were utilized. It was concluded that Satsuma mandarins are larger in size, juice volume, total soluble solids concentration and rate of maturity, resulting in great interest to the industry and very attractive for consumers.

Key words: citrus, mandarin, physical and physicochemical parameters.

INTRODUCCIÓN

El grupo de Cultivos Intensivos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (FCA-UNL) se encuentra trabajando desde hace más de 30 años en investigación en horticultura. Lleva más de una década investigando sobre cultivos frutales, principalmente durazneros y cítricos como alternativa de diversificación productiva para la región (Weber *et al.*, 2003; Ortiz de Zárate *et al.*, 2004).

La provincia de Santa Fe contribuye con una pequeña proporción a la producción total de frutas de la Argentina (INDEC, 2002). No obstante, hay un estímulo importante para la extensión de la producción de frutas en esta región debido a las condiciones ecológicas propicias y a la disponibilidad de abundante agua de alta calidad Gariglio *et al.* (2009). Así, en los últimos siete años se han detectado alrededor de 50 nuevos microemprendimientos de frutales que ocupan unas 50 hectáreas dedicadas a diversos cultivos tales como, durazneros y manzanos de bajos requerimientos de frío, frambuesos, higueras y cítricos.

A su vez, el consumo de frutas y verduras es cada vez mayor debido a la concientización en dietas sanas. Es sabido que la ingestión de éstas se relaciona inversamente con el riesgo a contraer enfermedades degenerativas debido a sus propiedades antioxidantes (Rice-Evans *et al.*, 1996). Entre las frutas y las hortalizas las frutas cítricas se destacan por ser una muy rica fuente de “sustancias que promueven la salud” (Piga *et*

al., 2002). Los jugos cítricos se caracterizan por un contenido importante de flavonoides y fenilpropanoles, además de ácido ascórbico (Rapisarda *et al.*, 1998; Hayat *et al.*, 2010), siendo todos estos componentes los responsables de proporcionar cualidades benéficas relacionadas con la salud.

Existen diversos parámetros indicativos de calidad del fruto. Así las frutas se pueden clasificar externamente según su tamaño, color y presencia de defectos de superficie como magulladuras o golpes. Por otro lado, el contenido de jugo, de sólidos solubles totales, la acidez del jugo como también la firmeza de la pulpa son importantes atributos de calidad interna (Gómez *et al.*, 2006).

En el caso particular de los cítricos, para conocer el grado de madurez y definir el momento de su recolección se calcula el índice de madurez; valor que resulta de la relación entre el contenido de sólidos solubles totales/100g de jugo con respecto a la acidez titulable (Dragull *et al.*, 2008).

Las mandarinas del grupo Satsuma son frutos de tamaño mediano a grande, achatadas, de cáscara suelta y fácil pelado. Son muy apetecibles debido a que su pulpa es carnosa, de jugo azucarado y aromático y sin semillas. Se caracterizan por su baja acidez, lo que lleva a cosecharlas y comercializarlas cuando se observa el cambio en su coloración de verde oscuro a verde claro, pues si se espera hasta el momento en que la cáscara adquiere la coloración anaranjada típica, su acidez disminuye y puede perder su rico gusto y sabor (Palacios, 2005).

El análisis de Componentes Principales es una técnica de Análisis Multivariante que permite reducir la dimensión de los datos, hacer descripciones sintéticas y permite simplificar el modelo en estudio. La representación sobre un plano bidimensional permite visualizar relaciones entre las variables y de éstas con los ejes, lo que da idea de cómo y cuánto cada variable contribuye a la conformación de los primeros componentes y qué tan fuertes son las dependencias entre variables y componentes (González *et al.*, 2008).

El Análisis Cluster es una técnica de Análisis Multivariante que agrupa un conjunto de variables o unidades de análisis en grupos de acuerdo a su similitud y un criterio de distancia fijado; así cada grupo está integrado por unidades homogéneas y los grupos entre sí son muy heterogéneos. La cercanía o alejamiento de las variables o unidades de análisis se determina por la distancia euclídea. Las unidades se consideran muy semejantes cuando menor es la distancia entre ellas. La conformación de los grupos tiene carácter exploratorio. Es uno de los métodos de aglomeración que consiste en la construcción de una estructura jerárquica en forma de árbol llamada dendrograma (Borracci & Arribalzaga, 2005).

El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades físicas y fisicoquímicas de los frutos del mandarina 'Okitsu' y establecer asociaciones entre las diferentes propiedades analizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron plantas de mandarina Satsuma, cv. 'Okitsu' de nueve años de edad e injertadas sobre pie *Poncirus trifoliata*, cultivadas en el Campo Experimental de

Cultivos Intensivos y Forestales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, en un suelo Argiudol típico serie Esperanza, en la localidad de Esperanza (31° 26' S; 60° 56' W), provincia de Santa Fe, en la zona central de Argentina.

Las frutas se recolectaron el 28 de abril del año 2010; la cosecha se realizó al azar tomándose 10 frutos por árbol, distribuidos en los 4 cuadrantes de la copa, utilizándose un total de 17 plantas. Se formaron lotes de 10 frutas, eligiendo las más uniformes según su tamaño por cada repetición realizada para el análisis de las propiedades físicas y fisicoquímicas. Posteriormente, fueron lavados y llevados al laboratorio para su estudio.

Los parámetros físicos evaluados fueron la masa (M) en g, la altura (D1) y el ancho (D2) de la fruta en cm. Previa extracción del jugo, libre de materiales fibrosos, se realizaron las siguientes evaluaciones fisicoquímicas: volumen (V) en mL; potencial de hidrógeno (pH) al centésimo de unidades de pH; conductividad eléctrica (C) en mS cm⁻¹; concentración de los sólidos solubles totales/100 g de jugo (SS) en °Brix y acidez titulable (AT) en g de ácido cítrico anhidro/100 mL de solución. También se estimó el índice de madurez o ratio en el jugo (IM).

MÉTODOS ANALÍTICOS

Se evaluó la M utilizando una balanza digital con una sensibilidad de 10⁻³ g; el D1 y D2 de la fruta usando un Vernier digital con sensibilidad de 10⁻² mm. Se extrajo el jugo con un procesador Philips Modelo HR 1820, se filtró con una malla filtrante de 1 mm de diámetro y posteriormente a través de gasa, luego se determinó: volumen de jugo obtenido por fruta medido con probeta de 5 mL de apreciación, pH por potenciometría (peachímetro ORION modelo 420 A), C por conductimetría (conductímetro ORION mo-

delo 150), SS mediante refractometría (refractómetro digital ATAGO modelo Pal-1), AT por titulación ácido base con hidróxido de sodio 0.1N, expresándose el resultado como g de ácido cítrico anhidro/ 100 mL de solución. El IM (ratio) se estimó mediante el cálculo °Brix/AT. Todas las propiedades fueron analizadas por cuadruplicado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los parámetros que describen las características físicas de los frutos y fisicoquímicos del jugo fueron tratados a través de indicadores descriptivos como la media, la desviación standard, el coeficiente de variación y los valores extremos. Para establecer asociaciones entre las diferentes propiedades evaluadas, se aplicó el Análisis de Componentes Principales y el Análisis Cluster.

Se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI (Shareware) para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores hallados de los parámetros evaluados responden a las normas de comercialización de mercado interno de mandarinas, según resolución N° 145 del reglamento de calidad de frutas cítricas para mercado interno y exportación de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación, en donde es requisito un diámetro ecuatorial de 55 a 85 mm, 35 % de jugo y una relación mínima de SS a AT de 7 a 1.

El pH y la C hallados en este trabajo (3,43 y 2,73 mS cm⁻¹ respectivamente) resultaron superiores a los valores hallados por (Dragull *et al.*, 2008) en mandarinas Satsuma.

El IM del jugo (15,75) también resultó muy superior al encontrado por estos autores en mandarinas Satsuma (12,65) y por los informados por Joublan & Cordero (2002) en mandarinas cv. Clementina sobre portainjerto Citranger Carrizo (14,87); sin embargo fueron inferiores al medido en esta misma

Cuadro 1: Parámetros físicos de la fruta y fisicoquímicos del jugo de frutos de mandarinas del grupo Satsuma cv. 'Okitsu' cultivadas en la Provincia de Santa Fe.

Variable	X	DS	CV%	Vmin.	Vmáx.
M (g)	234,91	43,75	18,63	172,30	327,20
D1 (cm)	6,66	0,60	9,06	5,30	7,40
D2 (cm)	8,08	0,53	6,50	7,15	9,10
V (mL)	109,00	23,00	21,00	74,00	160,00
pH	4,50	0,51	11,39	3,62	5,09
C (mS cm ⁻¹)	3,26	0,31	9,50	2,70	4,40
SS (°Brix)	7,13	0,70	9,80	5,00	8,50
AT ⁽¹⁾	0,47	0,09	19,92	0,30	0,73

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

X: Promedio, DS: Desviación Standard, CV: Coeficiente de variación, V mín.: Valor extremo mínimo, V máx.: Valor extremo máximo.

variedad sobre pie Citranger Troyer (16,1). Si bien el índice de madurez obtenido en nuestra experiencia fue muy elevado, según las normas de comercialización, es de destacar que tanto el contenido de SS como la AT resultaron bajos; por lo que la intensidad del sabor y el aroma no serán los mismos que los descriptos en otras zonas (Palacios, 2005), aunque sí de gran tamaño y de fácil pelabilidad.

El cuadro 2 muestra el porcentaje de cada uno de los 2 componentes extraídos, que en conjunto explican el 73,08 % de la variabilidad en los datos originales.

En el cuadro 3 se pueden observar los pesos de los dos componentes. Los mayores pesos de CP1 están relacionados positivamente con las propiedades físicas de las mandarinas como M, D1, D2 y V (coeficientes positivos) y negativamente con el pH (coeficiente negativo); en tanto el CP2 está relacionado en forma positiva con C (coeficiente positivo) y negativamente con SS y AT (coeficientes negativos).

En la figura 1 se muestra la representación sobre un plano bidimensional que permite visualizar las relaciones entre las variables, y de éstas con los ejes, lo que da idea de

Cuadro 2: Análisis de Componentes Principales.

Componente	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
Número		
1	53,50	53,50
2	19,57	73,08

Cuadro 3: Pesos de los Componentes

Variable	Componente 1	Componente 2
M (g)	0,4502	0,2107
D1 (cm)	0,3637	0,2877
D2 (cm)	0,4259	0,2547
V (mL)	0,4441	0,1248
pH	-0,3673	0,3037
C (mS cm ⁻¹)	-0,0230	0,5304
SS (°Brix)	0,2030	-0,4886
AT ⁽¹⁾	0,3311	-0,4244

(1) g de ácido cítrico anhidro/ 100 mL de solución

cómo y cuánto cada variable contribuye a la conformación de los primeros componentes y qué tan fuertes son las dependencias entre variables y componentes (González *et al.*, 2008).

Se utilizó la aglomeración consistente en la construcción de una estructura jerárquica en forma de árbol llamada dendograma (Borracci & Arribalzaga, 2005). El análisis Cluster confeccionado utilizando la

distancia Euclídea Cuadrática y tomando como criterio de agrupación los Cluster de la distancia más cercana y el método de Ward, reveló la formación de tres Cluster de asociación de las variables estudiadas, uno agrupó los parámetros físicos de la fruta, otro los de la composición del jugo y el tercero las propiedades fisicoquímicas del jugo (Fig. 2). Se encontró una fuerte asociación entre las variables M, V, D1 y D2 pues se aglome-

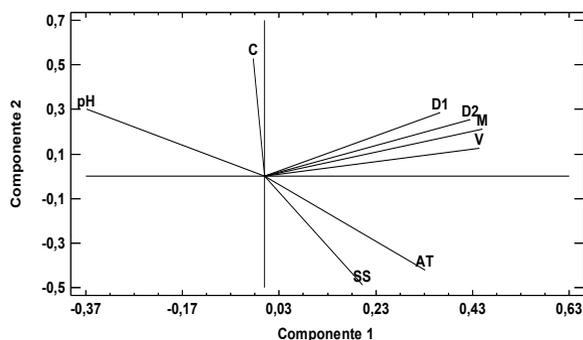


Fig. 1: Análisis de los componentes principales CPI y CP2.

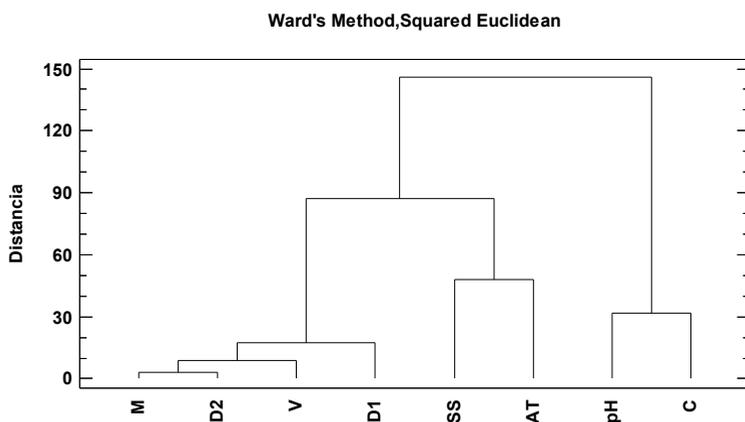


Fig. 2: Dendograma de las variables físicas del fruto y fisicoquímicas del jugo de mandarinas del grupo Satsuma cv. 'Okitsu' cultivadas en la Provincia de Santa Fe.

raron a bajas distancias de Ward; el pH y la C, mostraron también una fuerte asociación al igual que los SS con la AT.

CONCLUSIONES

Se concluyó que las mandarinas del grupo Satsuma, cv. 'Okitsu' presentaron un adecuado tamaño, contienen una elevada cantidad de jugo y una concentración media de sólidos solubles totales. Los mayores valores encontrados de pH del jugo y del IM resultan de interés para la industria y hacen a la variedad más atractiva para el consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- BORRACCI, R. A. & E. B. ARRIBALZAGA.** 2005. Cluster analysis and artificial neural networks for residency candidates classification and selection. *Educación Médica*. 8(1):22-30.
- DRAGULL, K.; A. BREKSA & B. CAIN.** 2008. Synephrine content of juice from Satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marcovitch). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 8874-8878.
- GARIGLIO, N.; M. MENDOW; M. WEBER; M.A. FAVARO; D. GONZÁLEZ-ROSSIA & R.A. PILATTI.** 2009. Phenology and reproductive traits of peaches and nectarines in central-east Argentina. *Scientia Agricola* 66:757-763.
- GÓMEZ, H. A.; Y. HE & A. GARCÍA PEREIRA.** 2006. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. *Journal of Food Engineering*. 77:313-319.
- GONZÁLEZ, A.L.; H.L.L. SOLANO & J. TILANO.** 2008. Análisis multivariante aplicado al caso de los desplazados. *Ingeniería y Desarrollo*. 23:121-142.
- HAYAT, K.; X. ZHANG; U. FAROOQ; S. ABBAS; S. XIA; CH.JIA; F. ZHONG J. ZHANG.** 2010. Effect of microwave treatment on phenolic content and antioxidant activity of citrus mandarin pomace. *Food Chemistry*. 123:423-429.
- INDEC.** 2002. Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuaria/cna_principal.asp. Consultado el 15 Nov. 2005.
- JOUBLAN, J.P. & N. CORDERO.** 2002. Comportamiento de algunos cítricos sobre diferentes portainjertos, en su tercera temporada de crecimiento, Quillón VII Región, Chile. 62:469-479. Disponible en <http://www.scielo.cl/scielo.php>. Consultado el 07 de febrero de 2012.
- ORTIZ DE ZÁRATE, V.** 2004. Caracterización agronómica de diferentes variedades de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) cultivadas en la zona centro-este de la provincia de Santa Fe. Tesina de grado. Universidad Nacional del Litoral.
- PALACIOS, J.** 2005. Citricultura. Ed. Alfa Beta S.A. Buenos Aires. Argentina. 185 pp.
- PIGA, A.; M. AGABBIO & F. GAMBELLA.** 2002. Retention of antioxidant activity in minimally processed mandarin and Satsuma fruits. *Lebensmittel-Wissenschaft and-Technologie*. 35:344- 347.
- RAPISARDA, P.; G. CAROLLO; B. FALLICO; F. TOMASELLI & E. MACCARONE.** 1998. Hydroxycinnamic acids as markers of Italian blood orange juice. *J. Agric. Food. Chem.* 46, 464-70.

RICE-EVANS, C.; N. J. MILLER & G. PANGA. 1996. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acid. *Free radicals Biol*, 20, 933-56.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE LA NACIÓN. 1983. Resolución N° RX 145: Capítulo XV. 33 pp. Disponible en http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File4553-rx_1983_0145.pdf. Accedido el 29 de Octubre de 2012.

WEBER M.; D. GÜEMES; M. PIROVANI, A. PIAGENTINI; A. ZANUTTINI & N. GARIGLIO. 2003. Características del fruto de duraznero 'Flordaking' cultivado en la