

CONTENIDO MINERAL DE JUGOS CITRICOS PROVENIENTES DEL NORDESTE ARGENTINO

Belén A. ACEVEDO; Eliana I. FERNÁNDEZ SOSA; Natalia SERRANO y Marcos G. MAIOCCHI⁽¹⁾

RESUMEN: Los objetivos del presente trabajo fueron cuantificar y comparar el contenido de elementos en los jugos de naranja, limón y lima Rangpur provenientes del Nordeste Argentino. Se determinaron doce elementos, incluyendo cinco macroelementos (K, P, Ca, Mg y S) y cuatro microelementos (Cr, Cu, Mn, y Zn) utilizando un espectrómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). El jugo de limón presentó mayor contenido de macroelementos y microelementos, seguido por el jugo de lima Rangpur y el jugo de naranja. El Análisis de Componentes Principales permitió observar la formación de dos grupos, uno constituido por el jugo de limón y otro por los jugos de naranja y lima Rangpur. La semejanza presentada por los jugos de naranja y lima Rangpur, fue mayor con respecto al contenido de los minerales minoritarios.

ABSTRACT: The objectives of this study were to quantify and compare the content of elements in orange juice, lemon juice and Rangpur lime juice from the Northeast Argentina. Twelve elements were determined, including five macroelements (K, P, Ca, Mg and S) and four trace elements (Cr, Cu, Mn, and Zn) using an optical emission spectrometer inductively coupled plasma (ICP-OES). Lemon juice showed a higher content of macro and micro elements, than Rangpur lime juice and orange juice, respectively. The Principal Component Analysis allowed observing the formation of two groups, one consisting of lemon juice and another orange juice and lime Rangpur. The similarity of the orange juice and lime Rangpur juice, was higher than the content of minority elements.

Palabras claves: naranja, limón, lima Rangpur, análisis de componentes principales.

Key words: orange, lemon, lime Rangpur, principal component analysis.

INTRODUCCIÓN

Argentina, es el octavo productor mundial de frutas cítricas con aproximadamente 2.600.000 tn, lo que representa un 3,05 % de la producción mundial, siendo el limón la especie principal de producción en nuestro país (Federcitrus, 2016). La actividad citrícola argentina se encuentra localizada principalmente en las provincias de: Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Chaco y Formosa, Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca.

Los jugos cítricos son ampliamente consumidos por todos los grupos etarios debido a cualidades olfato-gustativas y al valor nutricional que poseen. Su valor nutritivo, se debe a un equilibrado contenido en agua, azúcares, ácidos, minerales, fibras y vitaminas (Sanchez-Moreno *et al.*, 2006; Xu *et al.*, 2008).

Con respecto a los minerales, el organismo humano los necesita como nutrientes y algunos, fundamentalmente los elementos traza, son peligrosos si se ingieren en cantidades excesivas. La Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) junto a la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecieron la ingesta diaria de nutrientes, entre ellos los minerales (FAO/WHO, 2001).

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE. Av. Libertad 5470 (3400) Corrientes, República Argentina. E-mail: belenapovolo@gmail.com

La composición química de frutos sufre variaciones según el clima, la fertilización aplicada, el tipo de suelo, la variedad, el proceso de maduración, e incluso entre las partes de la misma fruta (Rudge de Moraes Barros *et al.*, 2012). Existen reportes del contenido nutricional en jugos provenientes de diferentes lugares del mundo (Martin *et al.*, 1997; Pellerano *et al.*, 2008; Rudge de Moraes Barros *et al.*, 2012), sin embargo, no se han encontrado estudios sobre el contenido de elementos en jugos cítricos del Nordeste Argentino.

Por otra parte, los perfiles de elementos en los jugos se han utilizado para monitorear la calidad, la autenticidad y el país de origen (Simpkins *et al.*, 2000).

Los objetivos del presente trabajo fueron cuantificar y comparar el contenido de elementos en los jugos de naranja, limón y lima Rangpur provenientes del NEA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Se trabajó con frutas de: naranja (*Citrus sinensis*, var. Navel), limón (*Citrus limón*, var. Eureka) y lima Rangpur (*Citrus limonia* Osbeck), provistas por la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE ubicada en el departamento Capital, Corrientes (27°28'sur, 58°51'oeste).

Las muestras se obtuvieron de árboles de 10 años de edad, plantados en suelos arenosos, rojos amarillos podsólicos, Udipsament álficos, ubicados en un marco de plantación de 7 x 4 m (rectangular). Los muestreos se realizaron a partir de doce plantas, las cuales fueron agrupadas en tres grupos de cuatro plantas cada uno. Los mismos, se realizaron al azar simple de los cuatro puntos cardinales de la zona ecuatorial de cada planta. Se recolectaron 15 frutos por cada grupo.

Preparación de la muestra

Los jugos fueron preparados en el momento de efectuar las determinaciones correspondientes por expresión de los frutos utilizando un exprimidor eléctrico (Philips, modelo HR 2773/AH, Hong Kong), y posterior filtrado a través de una malla metálica (ASTM 14).

Determinación de elementos

Las concentraciones de 27 elementos seleccionados fueron determinados usando un espectrómetro ICP-OES (Varian Vista-PRO 61652; SL.ICP.04, tipo radial, detector en estado sólido, 167-785 nm, software versión v3.1b 394, firmware versión 2.15). La calibración de la longitud de onda fue periódica y automática por parte del aparato, basadas en Argón y en líneas de emisión. Las curvas de calibrado para cada elemento se prepararon utilizando cinco concentraciones diferentes. El valor del coeficiente de regresión (r^2) de cada curva varió entre 0,995 y 0,999.

Análisis estadístico

Los datos se expresaron como el promedio de tres determinaciones \pm el desvío estándar. Los mismos, se evaluaron a través de: análisis de varianza (ANOVA) utilizando el ensayo de diferencias significativas LSD Fisher ($\alpha = 0,05$), análisis de componentes principales (ACP) y análisis de agrupamientos (Clusters). Para ello se utilizó el Programa Infostat (Balzarini *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Macroelementos y microelementos

Dependiendo de la abundancia de los distintos elementos en los sistemas biológicos, los mismos pueden ser divididos en: elementos principales o macroelementos y elementos traza o microelementos.

En los tres jugos evaluados, se determinaron doce elementos, incluyendo cinco elementos principales (K, P, Ca, Mg y S) y cuatro elementos traza (Cr, Cu, Mn, y Zn) (Tabla 1). El elemento Ag se encontró por debajo del límite de detección del instrumento utilizado en los jugos de naranja y limón.

Tabla 1: Contenido de elementos presentes en los jugos de naranja, limón y lima Rangpur.*

Elementos		Naranja	Limón	Lima Rangpur
Elementos Principales (g/100 g)	K	1,62 \pm 0,03 c	3,79 \pm 0,04 a	2,09 \pm 0,03 b
	P	0,25 \pm 0,02 b	0,37 \pm 0,03 a	0,23 \pm 0,02 b
	Ca	0,09 \pm 0,002 b	0,23 \pm 0,02 a	0,18 \pm 0,01 a
	Mg	0,09 \pm 0,003 b	0,20 \pm 0,02 a	0,11 \pm 0,005 b
	S	0,05 \pm 0,003 a	0,05 \pm 0,002 a	0,04 \pm 0,001 b
Elementos Traza (mg/kg)	Cr	< 1	2 \pm 0,03 a	1 \pm 0,02 b
	Cu	12 \pm 0,5 c	55 \pm 0,4 a	21 \pm 0,6 b
	Mn	5 \pm 0,4 b	11 \pm 0,3 a	5 \pm 0,2 b
	Zn	3 \pm 0,3 c	9 \pm 0,3 a	6 \pm 0,1 b
Otros elementos (mg/kg)	Ba	11 \pm 0,3 c	74 \pm 4 a	23 \pm 0,6 b
	Sr	7 \pm 0,6 c	32 \pm 0,3 a	14 \pm 0,3 b
	Ag	< 0,5	< 0,5	0,6 \pm 0,01

*Resultados expresados como el promedio \pm desviación estándar. a,b,c Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Entre los cítricos estudiados, el jugo de limón presentó mayor contenido de macroelementos y microelementos. El jugo de lima Rangpur exhibió cantidades superiores de K, Ca, Mg, Cr, Cu, Zn, Ba, Sr, y Ag con respecto al jugo de naranja.

Dentro de los elementos principales, el K es el que se encontró en mayor proporción en los tres jugos cítricos, seguido del P, Ca, Mg y S.

Simpkins *et al.* (2000) reportaron menor contenido de K, Ca y Mg en jugos de naranja provenientes de Australia y Ekholm *et al.* (2007) informaron contenidos similares de Ca y Mg en jugos de naranja de Finlandia, con respecto a los datos obtenidos en este trabajo.

El P y el Ca son los principales componentes de los huesos y dientes. También participan en la señalización celular (Cole y Kramer, 2016). Los elevados contenidos de Ca que presentan los jugos de limón y lima Rangpur son importantes para que los mismos puedan ser utilizados como una fuente de este mineral para los adultos. Además, el ácido cítrico presente en estos jugos, puede actuar como un agente quelante y así aumentar la absorción de Ca mediante la prevención de la formación de sales insolubles (Ladaniya, 2008).

El Mg es cofactor enzimático en más de 300 reacciones responsables del metabolismo de los alimentos. También está presente en las mitocondrias y otras enzimas importante en la transferencia de energía (Ladaniya, 2008).

Los elementos traza (Mn, Cu y Zn) regulan la acción de ciertas enzimas (Evans y Halliwell, 2001). Además, el Zn estabiliza la estructura de componentes celulares contribuyendo de esta manera al mantenimiento de la célula y los órganos. Este elemento, participa en procesos relacionados al sistema inmune (FAO/WHO, 2001).

El K, P, Ca, Mg, Cr, Cu, Mn y Zn tienen un valor de ingesta diario recomendado por organismos internacionales, la cual está discriminada para los distintos grupos etarios (FAO/WHO, 2001). Con el consumo diario de 100 mL de alguno de los jugos cítricos evaluados, se cubren los requerimientos diarios necesarios de K, P, Cr y Cu; en cambio solo un porcentaje de los otros elementos (9% de Ca, 25% de Mg y 4 - 12% de Zn).

Análisis Estadístico

Los jugos de naranja, limón y lima Rangpur difirieron significativamente ($p < 0,05$) en el contenido de K, Cr, Cu, Zn, Ba y Sr.

El Análisis de Componentes Principales permitió observar la formación de dos grupos, uno constituido por el jugo de limón y otro por los jugos de naranja y lima Rangpur (Fig. 1). Los resultados señalan que con las dos primeras componentes (CP1 y CP2) se explicó el 100% de la variabilidad total de las mediciones realizadas. A excepción del S, el resto de los minerales evaluados influyeron de manera similar sobre la CP1. En cambio, el S es el que contribuyó con el peso positivo más alto y el Ca con el peso negativo más alto a la CP2.

Por su parte, el análisis de dendogramas calculado a partir del promedio de la distancia euclídea permitió confirmar la tendencia de agrupamiento de los jugos de acuerdo al contenido multielemental (Fig. 2).

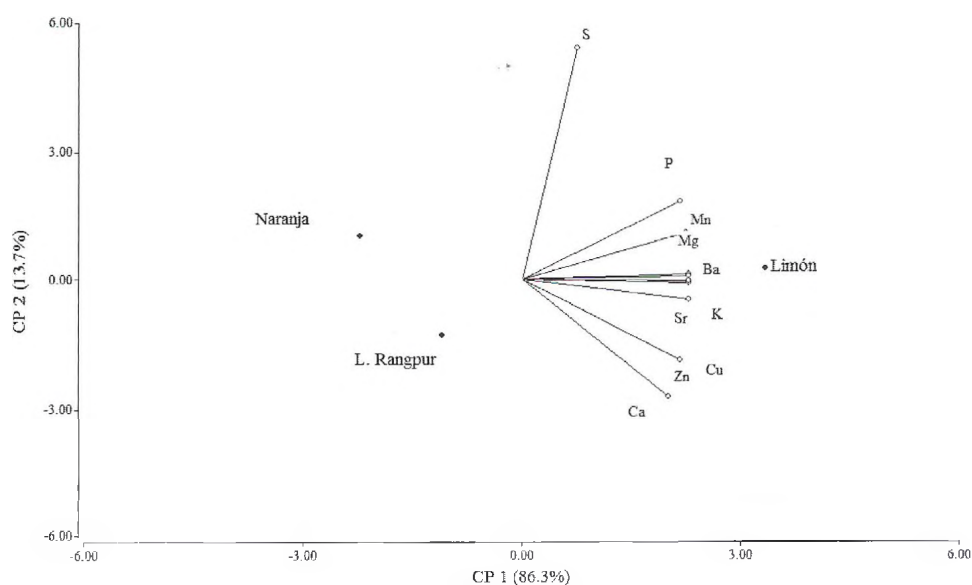


Fig. 1: Componentes principales, CP1 y CP2 basados en el contenido de elementos de los jugos de naranja, limón y lima Rangpur.

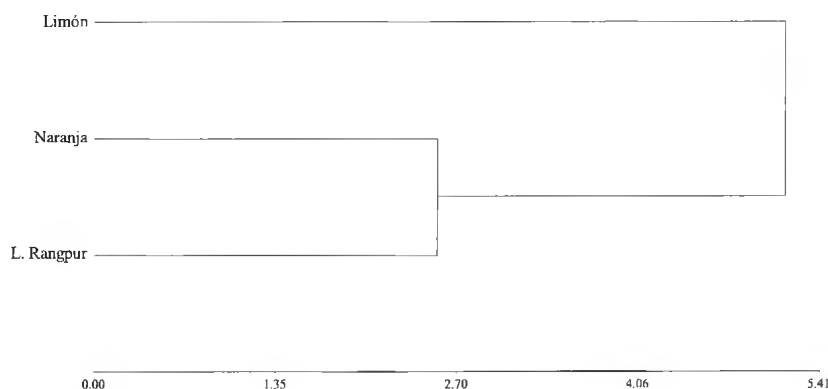


Fig. 2: Dendrograma agrupado en base al promedio de la distancia euclídea del contenido de elementos en el jugo de naranja, limón y lima Rangpur.

CONCLUSIÓN

Los jugos de naranja, limón y lima Rangpur del Nordeste Argentino son fuentes considerables de elementos principales y elementos traza. La ingesta diaria de 100 mL de estos jugos cítricos cubre los requerimientos necesarios de K, P, Cr y Cu.

Si bien los jugos evaluados presentaron diferencias significativas en el contenido de la mayoría de los minerales analizados, de acuerdo a los análisis de componentes principales y de conglomerados, los jugos de naranja y lima Rangpur presentaron mayor semejanza entre sí que con respecto al jugo de limón.

BIBLIOGRAFÍA

- BALZARINI, M.G.; L. GONZALEZ, M. TABLADA; F. CASANOVES; J.A. DI RIENZO y C.W. ROBLEDO, 2008. *InfoStat*. Manual del Usuario. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- COLE, L. y P. KRAMER, 2016. Vitamins and minerals. Pp: 165-175. In: *Human Physiology, Biochemistry and basic medicine*. Academic Press, San Diego, Estados Unidos.
- EKHOLM, P.; H. REINIVUO; P. MATTILA; H. PAKKALA; J. KOPONEN; A. HAPPONEN; J. HELISTRÖM y M. OVASKAINEN, 2007. Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (6): 487-495.
- EVANS, P. y B. HALLIWELL, 2001. Micronutrients: Oxidant/antioxidant status. *British Journal of Nutrition*, 85: 67-74.
- HUMAN VITAMIN AND MINERAL REQUIREMENTS. Report of a Joint FAO/OMS Expert Consultation, 2001. Bangkok, Thailand.
- LA ACTIVIDAD CITRÍCOLA ARGENTINA. The Argentine Citrus Industry. *FEDERCITRUS*, 2106.
- LADANIYA, M.S., 2008. *Citrus fruit: Biology, technology and evaluation*. Academic Press, San Diego, Estados Unidos.
- MARTIN, G.J.; J.B. FOURNIER; P. ALLAIN; Y. MAURAS y L. AGUILE, 1997. Optimization of analytical methods for origin assessment of orange juices II. ICP-MS determination of trace and ultra-trace elements. *Analusius*, 25: 7-13.
- PELLERANO, R.G.; S. MAZZA; R.A. MARIGLIANO y E.J. MARCHEVSKY, 2008. Multielement analysis of argentinean lemon juices by instrumental neutron activation analysis and their classification according to geographical origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 5222-5225.
- RUDGE de MORAES BARROS, H.; T.A. PINTO de CASTRO FERREIRA y M.I. GENOVESE, 2012. Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. *Food Chemistry*, 134: 1892-1898.
- SANCHEZ-MORENO, C.; S. DE PASCUAL-TERESA; B. De ANCOS y M. CANO, 2006. Nutritional Values of Fruits. Pp 29-44. In: Hui, Y.H. (ed.): *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Blackwell Publishing, Oxford. Reino Unido.
- SIMPKINS, W.A.; H. LOUIE; M. WUB; M. HARRISON y D. GOLDBERG, 2000. Trace elements in Australian orange juice and other products. *Food Chemistry*, 71: 423-433.
- XU, G.; D. LIU; J. CHEN; X. Ye; Y. MAA y J. SHI, 2008. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*, 106: 545-551.

Recibido/Received/: 20-Oct-2016
Aceptado/Accepted/: 30-Nov-2016