



LOS FRUTOS CÍTRICOS: color, sabor y salud

Ana Inés Moltini^{1,2}, Eleana Luque¹, Pedro Pintos¹,
Fernando Rivas¹, Gastón Ares³, Florencia Alcaire³,
Facundo Ibañez², Joanna Lado^{1,2}

¹Programa Nacional de Producción Citrícola

²Plataforma Agroalimentos INIA

³Sensometría y Ciencia del Consumidor,
Facultad de Química

INTRODUCCIÓN

La incorporación de frutas y hortalizas en la dieta previene el desarrollo de enfermedades crónicas, como ser cardiovasculares, cáncer, problemas oculares, entre otros. De este modo, la alimentación con aporte de frutas y hortalizas contribuye a prevenir la incidencia de diferentes patologías.

Los cítricos constituyen uno de los frutales más producidos, comercializados y consumidos a nivel mundial y presentan una vida postcosecha extendida, lo que facilita el transporte y almacenamiento, así como su conservación en el hogar. A su vez, están compuestos por un grupo muy diverso de especies, entre los que se agrupan

muchas variedades de mandarinas y sus híbridos, limones, naranjas y pomelos. Entre los grupos más aceptados se encuentran las mandarinas, las cuales son cada vez más demandadas por los consumidores debido a su sabor y practicidad de consumo. Además de estas características, las mandarinas aportan una gran variedad de nutrientes y compuestos nutraceuticos con probados beneficios adicionales en la salud humana.

Los cítricos, variando según la especie, acumulan dentro del fruto una gran diversidad de compuestos antioxidantes protectores, vitaminas, minerales, azúcares, ácidos, aminoácidos esenciales, carotenoides, flavonoides y limonoides con diferentes propiedades nutraceuticas (Figura 1).



Figura 1 - Esquema de la composición nutricional de los frutos cítricos.

¿QUÉ VALORAN LOS CONSUMIDORES EN UNA MANDARINA?

Las principales motivaciones para el consumo de mandarina en los consumidores uruguayos parecen estar vinculadas con alguna de sus características sensoriales tales como dulzor, contenido de jugo, color, así como al placer que ocasiona su consumo (rico, rica). Además, es interesante destacar que la presencia de vitaminas también se destaca como una característica valorada (Figura 2).

Nuestros estudios indican que las características sensoriales y el contenido de vitaminas presentaron un rol

protagónico al momento de decidir la compra de mandarinas. El sabor, contenido de jugo y vitaminas fueron las tres características más importantes para los consumidores, mientras que el envase, el tamaño, el precio y las manchas en la cáscara fueron las características menos importantes al momento de decidir la compra (Figura 2). Si bien hay una tendencia creciente hacia la producción de mandarinas de fácil pelado y sin semillas, a partir de estos resultados puede concluirse que el sabor y jugosidad de las mandarinas, así como su contenido de vitaminas, deben tener un rol importante en la selección de nuevas variedades.

¿Y CÓMO SON NUESTRAS MANDARINAS?

El Programa de Mejoramiento Genético de Cítricos que el INIA lleva adelante con Facultad de Agronomía cuenta con una selección de variedades nacionales que fueron creadas a partir de cruzamientos dirigidos entre padres con características destacadas.

Las variedades conocidas que se utilizaron como parentales fueron Ellendale (EL) y Page (PG), Satsuma Owari (SW) o Mandarina Común (MC). Los híbridos que se generaron de estos cruzamientos fueron denominados con diferentes códigos: F7P3, F3P8 y F2P3 (ELxPG); M9, M19 y B30 (ELxSW); A30, B475 y A218 (ELxMC).

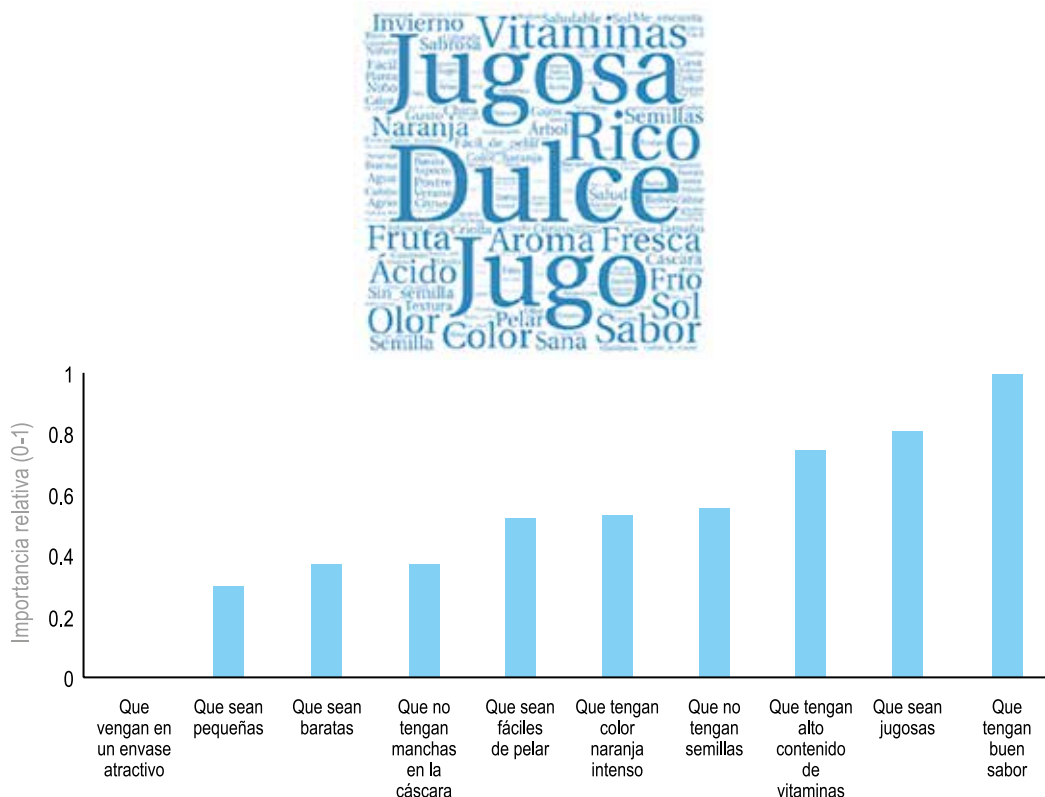


Figura 2 - Arriba: Nube de palabras más mencionadas al pedirle a 189 consumidores uruguayos que indicaran las primeras palabras que vienen a su mente cuando piensan en mandarinas. Abajo: Importancia relativa de 10 características de las mandarinas al momento de decidir la compra para 189 consumidores habituales del producto.

Tabla 1 - Datos de calidad interna (pulpa) de las variedades nacionales y sus parentales en el momento de cosecha.

	EL x MC			EL x SW			EL x PG			EL	MC	SW	PG
	A218	B475	A30	M9	M19	B30	F7P3	F3P8	F2P3				
Color Interno (ICC)	7,5	7,1	6,4	6,8	7,1	7,9 ^a	5,8	5,0	4,6 ^b	6,2	4,6 ^b	7,8 ^a	6,2
Sólidos Solubles (°Brix)	12,9 _{bc}	13,5 _{bc}	13,2 _{bc}	12,8 _{bc}	13,3 _{bc}	15,0 _{ab}	13,3 _{bc}	11,7 _{bc}	18,9 _a	13,1 _{bc}	11,7 _{bc}	10,4 _c	11,3 _{bc}
Acidez (mg ácido cítrico/100 ml jugo)	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,5	1,0	1,0	1,1	1,5	0,7	0,9	1,0
% Jugo	42	48	55 ^a	38 ^b	48	48	50	53	47	55 ^a	38 ^b	46	50

Los datos son promedios de 3 años de evaluación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades para cada variable estudiada. Ausencia de letras indica ausencia de diferencias (Tukey $p < 0,05$).

En relación al color interno, todas presentan coloraciones naranja con una mayor intensidad para los híbridos de Ellendale y Satsuma o Mandarina común (con valores de ICC mayores a 6). En el caso de los híbridos de Ellendale x Page la coloración es menos intensa en la pulpa (ICC menor a 6; Tabla 1).

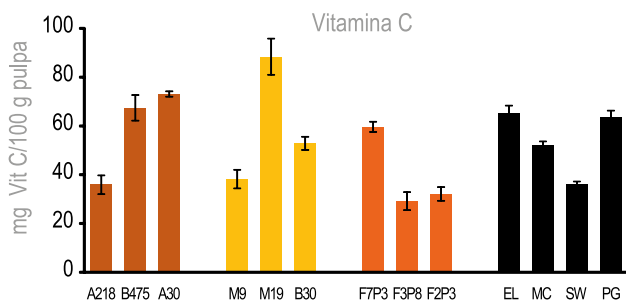
En todos los casos, el nivel de sólidos solubles (°Brix) es elevado (cuanto mayor es el valor, es mayor el dulzor de la variedad), con valores especialmente importantes en F2P3, que alcanza casi 19°Brix, un contenido muy poco común en mandarinas. Entre los híbridos de ELxSW destaca B30, con 15°Brix, presentando también esta variedad una mayor acidez (Tabla 1). La acidez es menor en los híbridos de ELxPG, lo que se combina con un nivel interesante de sólidos solubles.

En cuanto al contenido de jugo, algo muy valorado por los consumidores, destacan F3P8 y A30 con valores superiores al 50%, lo que resulta destacable en comparación a otras variedades existentes en el mercado.

En todos los casos el contenido de jugo es superior al 46%, con excepción de A218 que apenas supera el 40% de jugo (Tabla 1). Los cruzamientos permitieron mejorar esta característica de calidad, que resulta superior en todos los híbridos si se toma como referencia el contenido de jugo de la mandarina común (38%). Se destaca especialmente el elevado contenido de sólidos solubles en todos los híbridos (11,7-18,9°Brix), el que es mayor o igual a la mayoría de sus parentales (10,4-13,1°Brix).

Además de estas características sensorialmente atractivas, los cítricos aportan una gran diversidad de compuestos, cuyo consumo frecuente puede ayudar a prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas. La mayoría de estos compuestos presenta actividad antioxidante y también diferentes propiedades en órganos y tejidos específicos (Liu *et al.*, 2012; Rao y Rao, 2007). El contenido de compuestos antioxidantes en las frutas es variable según la especie e incluso variedad estudiada. Es así como dos variedades "hermanas", o sea hijas de los mismos parentales, pueden mostrar un contenido variable en carotenoides y vitaminas.

La vitamina C es la principal vitamina presente en los cítricos y los contenidos también son variables (Figura 3). En general, el contenido de vitamina C en las mandarinas oscila entre 20 y 65 mg cada 100 g de pulpa o mL de jugo (Lado *et al.*, 2016; Martí *et al.*, 2009). Las variedades nacionales también oscilaron entre estos valores, aunque algunas superan estos rangos, como es el caso de M19 (88 mg/100 g), A30 (73 mg/100 g) y B475 (67 mg/100 g). El contenido de esta vitamina es menor en los híbridos de Ellendale x Page (25-32 mg/100 g), aunque destaca F7P3 con 60 mg/100 g. Entre los híbridos de Ellendale x Mandarina común, destacan A30 y B475 (67-73 mg/100 g), siendo menor el contenido de esta vitamina en A218 (36 mg/100 g). La mandarina Satsuma presenta un contenido de vitamina C en pulpa de unos 20-30 mg en 100 g de pulpa (Alós *et al.*, 2014), por lo que su cruce con Ellendale logró aumentar el contenido de esta vitamina, especialmente en el caso de M19 y B30.

**Figura 3** - Contenido de vitamina C en la pulpa de variedades nacionales y sus parentales (EL, MC, SW, PG).

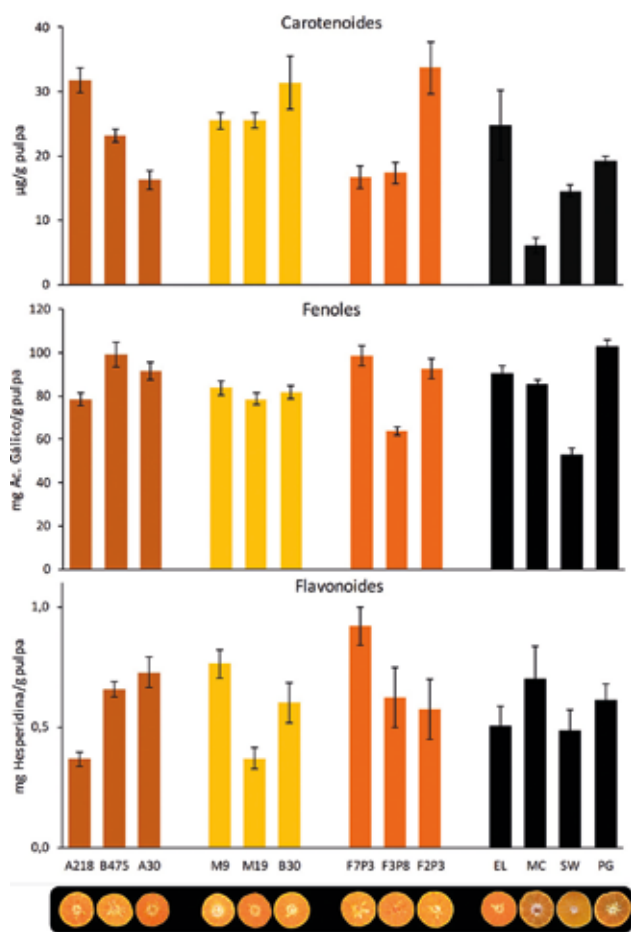


Figura 4 - Contenido de carotenoides, fenoles y flavonoides totales en la pulpa de variedades nacionales y sus parentales (EL, MC, SW, PG).

En relación a los pigmentos responsables del color naranja que vemos en los cítricos, los carotenoides, los contenidos totales en las mandarinas nacionales varían entre 20 y 45 μg por gramo de pulpa en los años estudiados, siendo similares a lo descrito internacionalmente para mandarinas y sus híbridos (Alquezar *et al.*, 2008; Lado *et al.*, 2016).

Los híbridos B30 y F2P3, conjuntamente con el parental Ellendale fueron los que presentaron una mayor variabilidad inter-anual en el contenido de carotenoides. En la mandarina Satsuma, el contenido de carotenoides en la pulpa oscila entre 15 y 34 $\mu\text{g}/\text{g}$, mientras que en los diferentes híbridos se ha medido un rango entre 8 y 37 $\mu\text{g}/\text{g}$ (Lado *et al.*, 2016).

En el caso de los híbridos uruguayos, el mayor contenido de carotenoides (promedio de 3 años) lo presentaron A218, B30 y F2P3 (31 a 34 μg por g de pulpa), siendo en todos los casos superiores a sus parentales, los cuales presentaron entre 6 y 25 $\mu\text{g}/\text{g}$ de pulpa. A continuación se presentan B475, M9 y M19 (23 a 25 $\mu\text{g}/\text{g}$ de pulpa) y por último A30, F7P3 y F3P8 (16-17 $\mu\text{g}/\text{g}$ de pulpa; Figura 4).

Otros compuestos antioxidantes con propiedades relevantes en la prevención de enfermedades son los fenoles y flavonoides. En el contenido de fenoles totales destacan el parental PG (102 mg AG/g pulpa) y dos de sus híbridos F2P3 y F7P3 con valores de 93 y 99 mg AG/g pulpa, respectivamente. El contenido de F3P8 es menor, con 64mg AG/g pulpa. Por otro lado, dos híbridos de MC (A30 y B475) destacan con un mayor nivel de fenoles totales (92 y 99 mg AG/g pulpa, respectivamente; Figura 4).

El contenido de flavonoides totales resultó muy variable entre los tres años estudiados, dependiendo en gran medida su acumulación de variables ambientales y de manejo, así como del punto óptimo de cosecha. Destacan el contenido promedio de F7P3 (0,92 mg hesperidina/g pulpa), A30 (0,73 mg hesperidina/g pulpa) y M9 (0,76 mg hesperidina/g pulpa). El menor contenido de flavonoides lo presentaron los parentales EL y SW, con valores cercanos a 0,50 mg hesperidina/g pulpa y los híbridos A218 y M19, con 0,37 mg hesperidina/g pulpa (Figura 4).

CONSIDERACIONES FINALES

Es importante destacar que todos los híbridos tienen una combinación interesante de estos tres grupos de compuestos antioxidantes, mostrando en general valores superiores a los de sus parentales. Lo anterior, combinado con un elevado contenido de jugo y azúcares solubles ($^{\circ}\text{Brix}$), aporta a las características sensoriales del producto. Es importante conocer estas características en las variedades nacionales, ya que son ampliamente valoradas por el consumidor e influyen positivamente y con mayor peso en la decisión de compra (Figura 2). La combinación de diferentes padres con características destacadas permite potenciar y mejorar las mismas en los híbridos nacionales.

REFERENCIAS

- Alós, E., Rodrigo, M.J., Zacarías, L., 2014. Differential transcriptional regulation of L-ascorbic acid content in peel and pulp of citrus fruits during development and maturation. *Planta* 239, 1113–1128.
- Alquezar, B., Rodrigo, M.J., Zacarías, L., 2008. Carotenoid biosynthesis and their regulation in Citrus fruits. *Tree For. Sci. Biotechnol.* 2, 23–35.
- Lado, J., Cuellar, F., Rodrigo, M.J., Zacarías, L., 2016. Nutritional Composition of Mandarins, in: Simmonds, M.S.J., Preedy, V.R. (Eds.), *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Academic Press, pp. 419–443.
- Liu, Y., Heying, E., Tanumihardjo, S., 2012. History, Global Distribution, and Nutritional Importance of Citrus Fruits. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 11, 530–545.
- Martí, N., Mena, P., Cánovas, J.A., Micol, V., Saura, D., 2009. Vitamin C the role of citrus juices as functional food. *Nat. Prod. Commun.* 4, 677–700.
- Rao, V, Rao, L.G., 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacol. Res.* 55, 207–16.