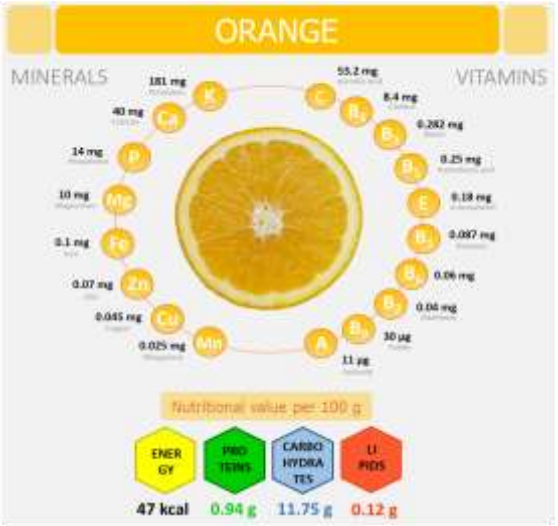
PROPIEDADES DE LOS FRUTOS CÍTRICOS

- **LOS CÍTRICOS** se encuentran entre los cultivos hortícolas más cultivados y comercializados en todo el mundo y su demanda es muy apreciada tanto para el consumo en fresco como en zumo.
- **LAS NARANJAS** (*Citrus sinensis*) son una fuente de compuestos bioactivos y nutrientes como vitaminas A, C, E y ácido fólico, minerales, flavonoides, compuestos fenólicos, limonoides, carotenoides, pectinas y fibra, entre otros. *Fuente*[1,2,3]

- La ingesta de estos **COMPUESTOS BIOACTIVOS** a través del consumo en fresco o zumo se ha relacionado con **IMPORTANTES BENEFICIOS PARA LA SALUD**, entre los que se incluyen: *Fuente*[1,2,3,4,5,6]
  - Antioxidantes
  - Antiinflamatorios
  - Reducción del riesgo de ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares
  - Hepatoprotectores
  - Control de la obesidad
  - Potenciación del sistema inmunitario



"El consumo moderado proporciona potenciales efectos beneficiosos para la salud"

Fuente[4,5]

"Estudios en humanos evidencian mejoras en marcadores cardiovasculares, sensibilidad a la insulina y reducción de la grasa corporal"

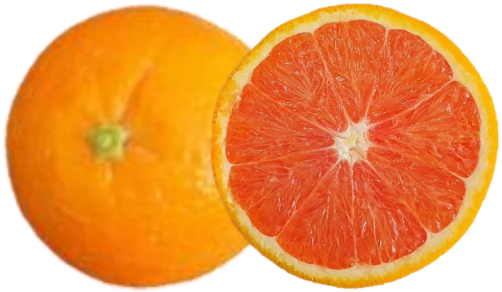
Fuente[5,6,7,8]

"El estrés oxidativo juega un papel muy importante en el desarrollo de enfermedades humanas"

Fuente[3,9,10]

NUEVAS VARIEDADES DE NARANJA DE PULPA ROJA

- El sector citrícola y los consumidores demandan nuevas variedades con características distintivas y **alto valor añadido**, orientadas a la nutrición y la salud.
- **Citrus Rosso** está incorporando al mercado nuevas variedades de naranja de pulpa roja.



¿Qué características tienen estas variedades?

¿Por qué la pulpa es de color rojo?

¿Qué propiedades aportan respecto a la naranja tradicional?

Acumulación de **LICOPENO** en la pulpa

- El licopeno es el **CAROTENOIDE** que proporciona el color rojo o rosado a numerosos frutos, como el tomate y la sandía.
- En los cítricos la acumulación del licopeno es una propiedad **muy inusual** que sólo presentan algunas variedades de pomelo, pummelo, limón y naranja dulce.

Fuente[11,12]

NUEVAS VARIEDADES DE NARANJA DE PULPA ROJA

¿ Qué son los CAROTENOIDES ?

Los carotenoides son los pigmentos que dan **el color** a la piel y la pulpa de los frutos cítricos. La variabilidad en el contenido y composición de carotenoides proporciona el color característico de las distintas variedades de naranjas y mandarinas. *Fuente*[12,13]

Los carotenoides, además, tiene dos importantes propiedades en relación con la salud: *Fuente*[14,15,16,17]

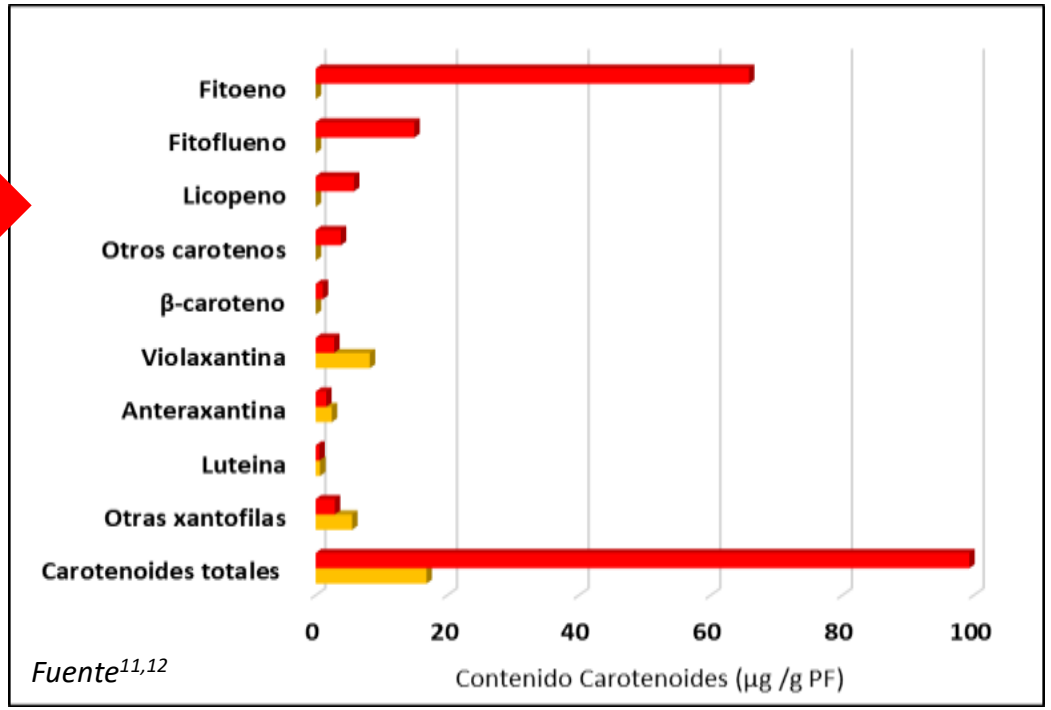
- **ANTIOXIDANTES**
- **PRECURSORES DE LA VITAMINA A**

Variedad tradicional

Variedad pulpa roja

El contenido en carotenoides en la pulpa de las naranjas rojas es muy superior al de las naranjas convencionales y además:

- Contiene **licopeno**, que no se encuentra en la naranja tradicional
- Altas concentraciones de otros carotenos, **fitoeno** y **fitoflueno**.



Fuente[11,12]

¿Qué propiedades tiene el LICOPENO?

Fuente[18]

- Por su estructura, el licopeno tiene una **alta capacidad antioxidante**.
- "Numerosos estudios epidemiológicos, *in vivo* e *in vitro*, sugieren que el consumo regular de licopeno tiene efectos beneficiosos en la salud, como la reducción del riesgo a padecer numerosas enfermedades crónicas o degenerativas"

POTENCIALES EFECTOS BIOLÓGICOS

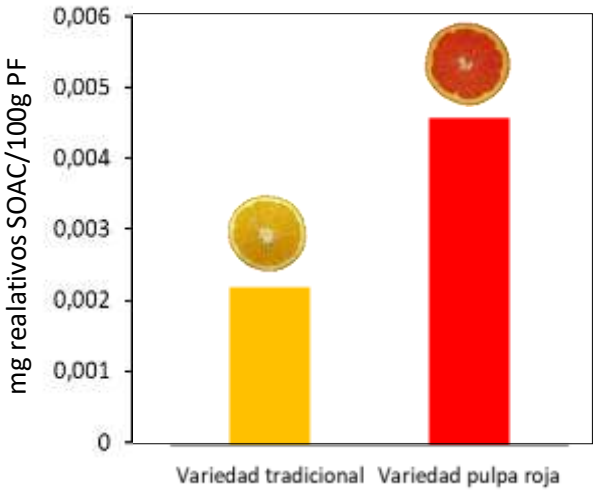
Reducción de :

- Estrés oxidativo
- Riesgo de enfermedades cardiovasculares
- Hipertensión
- Riesgo de cáncer de pulmón, próstata y estómago
- Colesterol LDL
- Oxidación lipídica y aterosclerosis

Fuente[7,18,19,20,21,22,23,24]

in vitro

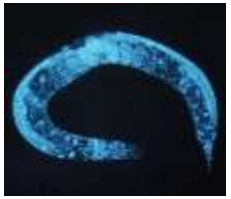
Mayor capacidad antioxidante que las naranjas tradicionales frente al radical "oxigeno singlete"



NUEVAS VARIEDADES DE NARANJA DE PULPA ROJA

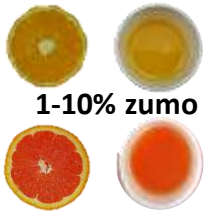
Estudios in vivo

1 El gusano *C.elegans* como sistema modelo para el estudio de enfermedades neurodegenerativas



- Se han generado gusanos que acumulan péptidos β-amiloides en células musculares
- Defectos neuromusculares (parálisis) y alteraciones en determinadas funciones metabólicas similares a los humanos.

Caenorhabditis elegans



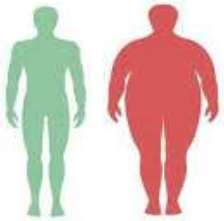
1-10% zumo

- ✓ **=** Longevidad (lifespan)
- ✓ **+** Resistencia a estrés oxidativo
- ✓ **-** Parálisis en Modelo de Alzheimer

de Oliveira et al., 2019

2 Estudios epidemiológicos demuestran que el consumo de naranja roja ejerce importantes efectos beneficiosos para la salud

Adultos
(normopeso y sobrepeso)



8 semanas:
750 mL de zumo de naranja al día
+ dieta habitual

- Reducción colesterol total
- Reducción de LDL-C
- Aumento capacidad antioxidante
- Reducción proteína C-reactiva (procesos inflamatorios).

Silveira et al., 2015

Fuente de carotenos inusuales

- El **fitoeno** y el **fitoflueno** son dos carotenos incoloros, que se acumulan en concentraciones muy altas en las naranjas de pulpa rojas, respecto a las naranjas tradicionales.

Contenido de fitoeno y fitoflueno observado en naranjas rojas

Carotenoides (µg /g Peso Fresco)	**Piel**	**Pulpa**
Fitoeno	76 - 100	65 - 150
Fitoflueno	0 - 3	15 - 21

- Estudios recientes indican que estos carotenos pueden tener importantes propiedades beneficiosas para la salud y en nutricosmética: *Fuente*[25,26,27,28,29,30]

  - Protección estrés oxidativo
  - Mejora de la respuesta antiinflamatoria
  - Reducción del colesterol en plasma
  - Efectos positivos en relación con el cáncer de mama y de próstata
  - Protección frente a la radiación ultravioleta (UV)

FLAVONOIDES

- Los flavonoides son un grupo de compuestos naturales, presentes en concentraciones relativamente altas en los frutos cítricos. Son ampliamente reconocidos por sus propiedades beneficiosas para la salud entre las que destacan:
  - Antioxidantes
  - Antiinflamatorias
  - Protección cardiovascular
  - Anticancerígenas

  Fuente[1,2,3,4,5,31,32,34]

- En la pulpa del fruto maduro de naranjas rojas no se han detectado diferencias en el contenido de los principales flavonoides respecto a las variedades tradicionales .

Flavonoides (mg/100g)	Variedad tradicional	Variedad pulpa roja
Rutina	2.63±0.17	2.69±0.60
Eriocitrina	0.98±0.09	1.08±0.13
Narirutina	7.58±1.05	9.08±1.90
Naringina	0.28±0.0.03	0.30±0.07
Hesperidina	34.62±6.78	45.19±3.55
Didimina	0.85±0.13	1.17±0.26

El contenido de **flavonoides** es **similar** al de las variedades tradicionales y, por tanto, los **efectos beneficiosos** que proporcionan para la salud se mantienen **intactos** en las nuevas variedades de naranjas de pulpa roja

Calidad interna y otras características

- En las naranjas de pulpa roja **no se observan importantes diferencias en los parámetros de calidad** como ºBrix, acidez o vitamina C. Por lo tanto, sus características son similares a las de las naranjas convencionales, a excepción del color, que es mucho más intenso y rojizo.

Calidad interna	Variedad tradicional	Variedad pulpa roja
Sólidos solubles (ºBrix)	11.35 ± 0.21	11.25 ± 09
Acidez (mg ácido cítrico/100 ml)	0.86 ± 0.05	0.87 ± 0.03
Índice de madurez	13.20 ± 0.03	12.93 ± 0.09
Vitamina C (mg/100 g PF)	46.14 ± 3.89	45.16 ± 1.41

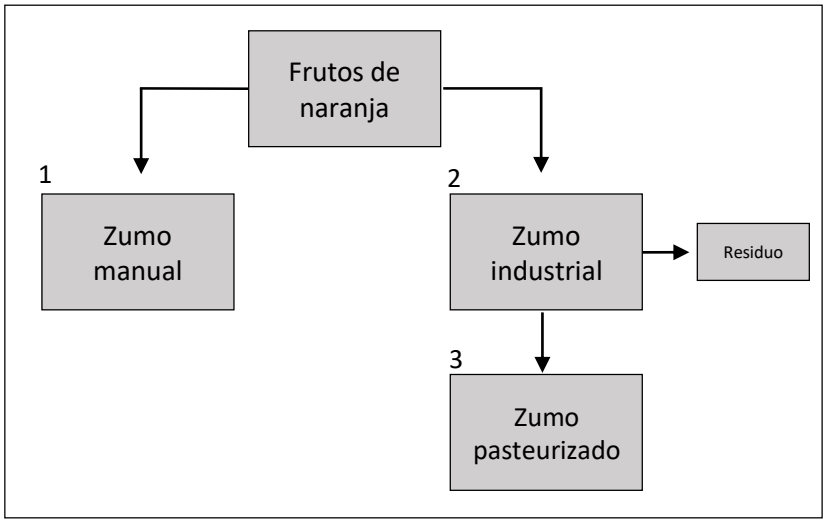
- Los estudios realizados por el grupo de investigación del IATA-CSIC, confirman que el **contenido total de carotenoides en las variedades de naranja de pulpa roja es al menos 5 veces superior** respecto al de las variedades tradicionales.

Las naranjas de pulpa roja proporcionan un aporte adicional en carotenoides antioxidantes sobre las variedades tradicionales y su consumo puede tener un valor saludable añadido

ZUMOS DE NARANJA DE PULPA ROJA

- ***CITRUS ROSSO*** en colaboración con el ***INSTITUTO de AGROQUÍMICA y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS*** (IATA-CSIC) está trabajando en el desarrollo de zumos de naranja de pulpa roja e investigando en su potencial industrial y nutraceútico.

- Uno de los principales objetivos es evaluar el contenido y composición de **compuestos bioactivos** y **actividad antioxidante** de los nuevos zumos de naranja de pulpa roja respecto a los zumos de naranjas tradicionales.



Tipos de zumo estudiados

1. **Manual:** Zumo obtenido mediante exprimidor *Citromatic*
2. **Industrial**: Zumo obtenido mediante extractor industrial
3. **Pasteurizado**: Zumo industrial pasteurizado a 85ºC

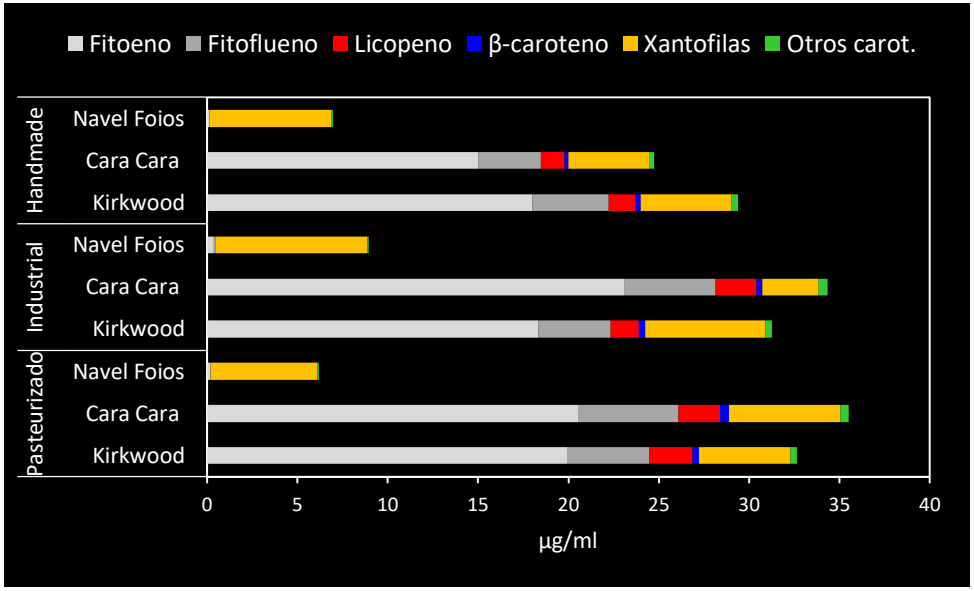
Parámetros de calidad de los diferentes tipos de zumo

Parámetro	Tipo de Zumo	Navel	Cara Cara	Kirkwood
Sólidos solubles (ºBrix)	Manual	11.45 ± 0.07	9.97 ± 0.06	11.17± 0.06
	Industrial	11.33 ± 0.06	10.87 ± 0.12	11.56 ± 0.06
	Pasteurized	10.67 ± 0.06	10.67 ± 0.06	10.7 ± 0.20
Acidez (mg AC/100 ml)	Manual	0.82 ± 0.05	0.70 ± 0.06	0.91 ± 0.06
	Industrial	0.86 ± 0.14	0.79 ± 0.10	0.86 ± 0.06
	Pasteurized	0.82 ± 0.08	0.89 ± 0.15	0.75 ± 0.02
Índice de madurez	Manual	14.08 ± 0.94	14.36 ± 1.04	12.35 ± 0.87
	Industrial	13.39 ± 2.01	13.95 ± 1.65	13.46 ± 1.14
	Pasteurized	13.02 ± 1.10	11.98 ± 1.62	14.21 ± 0.45

No hay diferencias significativas en el grado o índice de madurez entre los zumos de las diferentes variedades

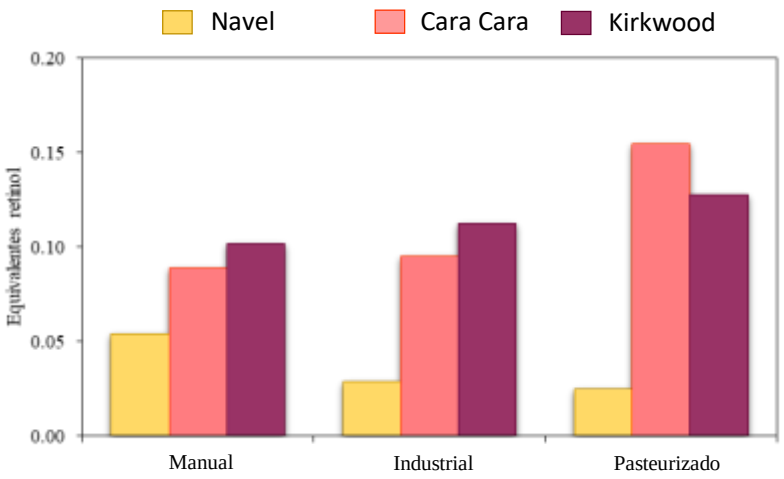
ZUMOS DE NARANJA DE PULPA ROJA

Carotenoides



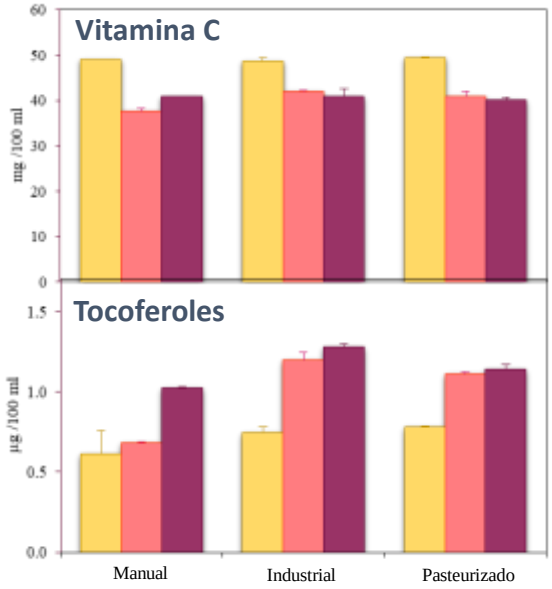
Xantofilas: familia de carotenoides que proporcionan la coloración amarilla y naranja a los frutos cítricos.

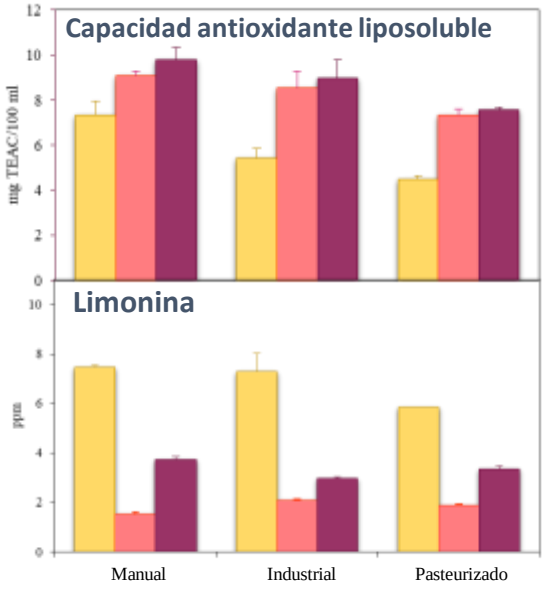
Actividad provitamina A



- Los zumos de naranja de pulpa roja contienen entre 4 y 6 veces mayor contenido de carotenoides totales.
- Además, de licopeno, los zumos de pulpa roja contienen los carotenoides incoloros, fitoeno y fitoflueno, que representan alrededor un 60% de los carotenoides totales, y que se encuentran en bajas concentraciones en las naranjas convencionales.
- Los zumos de naranja de pulpa roja contienen mayores concentraciones de β-caroteno, precursor de retinol, que proporciona una mayor fuente de vitamina A.

ZUMOS DE NARANJA DE PULPA ROJA





En los zumos de naranja de pulpa roja:

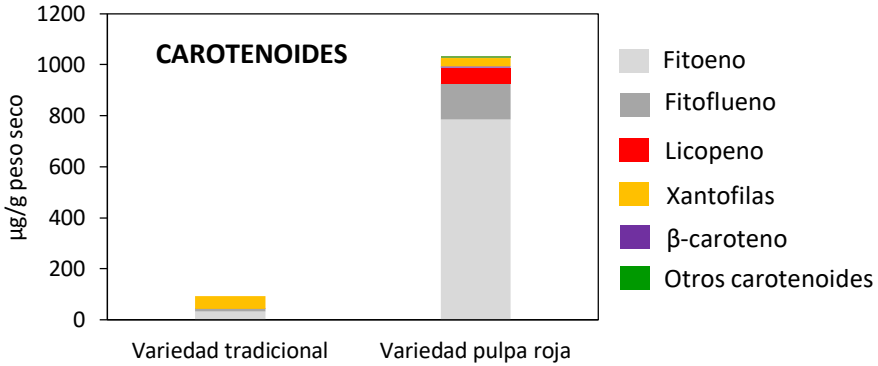
- La concentración de vitamina C es ligeramente inferior a respecto las variedades tradicionales.
- El contenido en tocoferoles (Vitamina E) es similar e incluso superior.

- Mayor capacidad antioxidante liposoluble en los zumos de naranja de pulpa roja por su mayor concentración de carotenoides.
- Niveles menores de limonina que Navel Foios a índices de maduración similares.

Los resultados indican que los zumos de las nuevas variedades de naranja de pulpa roja aportan un **mayor contenido en carotenoides,** una **mayor capacidad antioxidante** y además, contienen **menores niveles de limonina**. En conjunto, los zumos procedentes de naranjas de pulpa roja poseen un gran potencial tanto a nivel **nutricional** como **industrial**

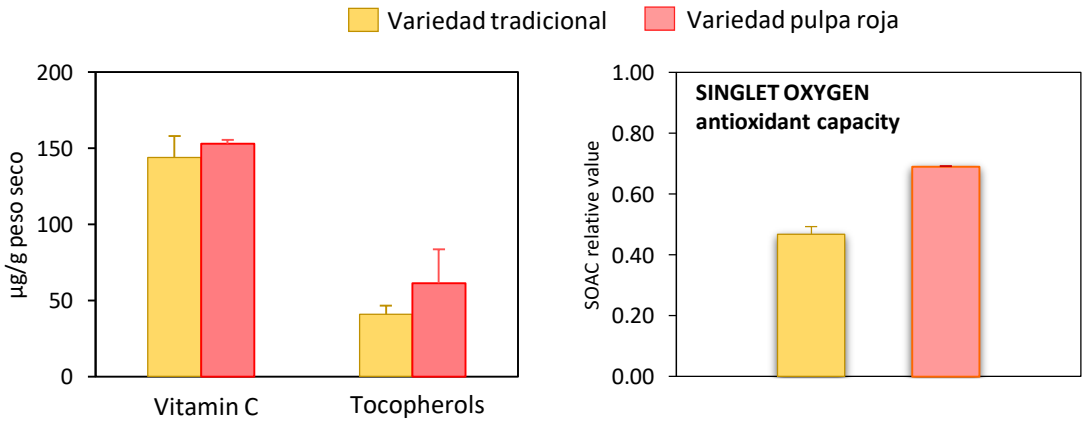
SUBPRODUCTOS DE NARANJA DE PULPA ROJA

- El **residuo** generado en el proceso de obtención zumo es uno de los principales inconvenientes de la industria del zumo.
- ***CITRUS ROSSO*** trabaja en la revalorización de los subproductos que se generan como consecuencia de la transformación de la fruta en zumo
- El subproducto procedente de las **naranjas rojas** representa una fuente **muy rica en carotenoides** con potencial para ser **reutilizada** en la industria alimentaria y afines.



Residuo variedad tradicional

Residuo variedad pulpa roja



Referencias

1. Gironés-Vilaplana A, Moreno DA and García-Viguera C (2014) Phytochemistry and biological activity of Spanish Citrus fruits. *Food and Function* 5: 764-772.
2. Lv X, Zhao S, Ning Z, Zeng H, Shu Y, Tao O, Xiao C, Lu C and Liu Y (2015) Citrus fruits as a treasure trove of active natural metabolites that potentially provide benefits for human health. *Chemistry Central Journal* 9: 68.
3. Zou Z, Xi W, Hu Y, Nie C and Zhiquin Z (2016) Antioxidant activity of Citrus fruits. *Food Chemistry* 196: 885-896.
4. Ma G, Zhang L, Sugiura M and Kato M (2020) Citrus and health. In: Talón M, Caruso M and Fred Gmitter FG (eds) The Genus Citrus. Cambridge: Woodhead Publishing, pp, 495-508.
5. Turner T and Burri BJ (2013) Potential Nutritional benefits of current citrus consumption. *Agriculture* 3: 170-187.
6. Cirmi S, Maugeri A, Ferlazzo N, Gangemi S, Calapai G, Schumacher U and Navarra M (2017), Anticancer potential of citrus juices and their extracts: a systematic review of both preclinical and clinical studies. *Frontiers* 8:420.
7. Silveira JQ, Grace KZS, Cesar D and Cesar TB (2015) Red-fleshed sweet orange juice improves the risk factors for metabolic syndrome. International Journal of Food Sciences and Nutrition 66(7): 830-836.
8. Rampersaud GC and Valim MF (2017) 100% citrus juice: Nutritional contribution, dietary benefits, and association with anthropometric measures. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57(1): 129-140.
9. Rajendran P, Nandakumar N, Rengarajan T, Palaniswami R, Gnanadhas EN and Lakshminarasaiah U (2014). Antioxidants and human diseases. *Clinica Chimica Acta*, 436: 332–347.
10. Tan BL and Norhaizan ME (2019). Carotenoids: How effective are they to prevent age-related diseases. Molecules 24: 1801.
11. Alquezar B, Rodrigo MJ and Zacarías L (2008) Regulation of carotenoid biosynthesis during fruit maturation in the red-fleshed orange mutant Cara Cara. *Phytochemistry* 69: 1997–2007.
12. Zacarias J (2017). Caracterización fisiológica y molecular del metabolismo de carotenoides en dos variedades de naranja (Citrus sinensis) de pulpa roja. Máster Universitario en Calidad y Seguridad Alimentaria, 8ª Edición. Departamento de Medicina Preventiva i Salut Pública, Ciències de l'Alimentació, Toxicologia i Medicina Legal, Universidad de Valencia, España.
13. Alquézar B, Rodrigo MJ and Zacarías L (2008b) Carotenoid biosynthesis and their regulation in citrus fruits. *Tree for Science Biotechnology* 2: 23-35.
14. Rodrigo MJ, Alquézar B, Alós E, Lado J and Zacarias L (2013a) Biochemical bases and molecular regulation of pigmentation in the peel of Citrus fruit. *Scientia Horticulturae* 163: 46–62.
15. Amengual J (2019). Bioactive Properties of Carotenoids in Human Health. *Nutrients* 11: 2388.
16. Berman J, Zorrilla-López U, Farré G, Zhu C, Sandmann G, Twyman RM, Teresa Capell T and Christou P (2014). Nutritionally important carotenoids as consumer products. *Phytochemistry Reviews* in press (doi: 10.1007/s11101-014-9373-1).
17. Eggersdorfer M and Wyss A (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 652: 18–26.
18. Rao A and Rao LG (2007) Carotenoids and human health. *Pharmacological Research* 55: 207–216.
19. Bailey JR (2015) Lycopene: Food sources potential role in human health and antioxidant effects. New York: Nova Publishers.
20. Chen J, Song Y and Zhang L (2013) Effect of lycopene supplementation on oxidative stress: an exploratory systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Medicinal Food* 16(5): 361–374.
21. Basu A and Imrhan V (2007) Tomatoes versus lycopene in oxidative stress and carcinogenesis: conclusions from clinical trials. *European Journal of Clinical Nutrition* 61: 295–303.
22. Chen W, Mao L, Xing H, Xu L, Fu X, Huang L, Huang D, Pu Z and Li Q (2008) Lycopene attenuates $A\beta_{1-42}$ secretion and its toxicity in human cell and Caenorhabditis elegans models of Alzheimer disease. *Neuroscience Letters* 608: 28–33.
23. De Oliveira R, Orlando Muñoz C, Carmona L, Peña L and de Paula Oliveira R (2019) Pasteurized orange juice rich in carotenoids protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative stress and β-Amyloid toxicity through direct and indirect mechanisms. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 5046280.
24. Mein JR, Lian F and Wang XD (2008) Biological activity of lycopene metabolites: implications for cancer prevention. *Nutrition Reviews* 66(12): 667–683.
25. Wang XD (2012) Lycopene metabolism and its biological significance. *American Journal of Clinical Nutrition* 96: 1214S–1122S.
26. Engelmann NJ, Clinton SK and Erdman Jr JW (2011) Nutritional aspects of phytoene and phytofluene, carotenoid precursors to lycopene. *American Society for Nutrition* 2: 51–61.
27. Meléndez-Martínez AJ, Mapelli-Brahm P and Stinco CM (2018) The colourless carotenoids phytoene and phytofluene: from dietary sources to their usefulness for the functional foods and nutricosmetics industries. *Journal of Food Composition and Analysis* 68: 91–103.
28. Meléndez-Martínez AJ, Mapelli-Brahm P, Benítez-González A and Stinco CM (2015) A comprehensive review on the colorless carotenoids phytoene and phytofluene. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 572: 188–200.
29. Meléndez-Martínez AJ, Stinco CM and Mapelli-Brahm P (2019) Skin carotenoids in public health and nutricosmetics: the emerging roles and applications of the UV radiation-absorbing colourless carotenoids phytoene and phytofluene. *Nutrients* 11:1093.
30. Aust O, Stahl W, Sies H, Tronnier H and Heinrich U (2005) Supplementation with tomato-based products increases lycopene, phytofluene, and phytoene levels in human serum and protects against UV-light-induced erythema. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 75:54–60.
31. De Ancos, B., Cilla, A., Barberá, R., Sánchez-Moreno, C., & Cano, M. P. (2017). Influence of orange cultivar and mandarin postharvest storage on polyphenols, ascorbic acid and antioxidante activity during gastrointestinal digestion. Food Chemistry, 225, 114–124-
32. Panche AN, Diwan AD, Chandra SR (2016) . Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science* vol. 5, e47, page 1 of 15.
33. Lado J, Gambetta G, Zacarías L (2018). Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. *Scientia Horticulturae 233:238-248.*
34. Ma G, Zhang L, Sugiura M, Kato M (2020). Chapter 23: Citrus and Health. The Genus Citrus. 1st Edition. M. Talon, M. Caruso and F. Gmitter, jr. Eds. Elsevier I (2020). Pp 245-269; ISBN: 9780128121634

Esta información ha sido seleccionada y elaborada por investigadores del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC) y *Citrus Rosso* mediante Contrato de Apoyo Tecnológico en el marco de la Subvención para la Formación de Doctores en Empresas Valencianas (*FDEGENT/2018/007*, Generalitat Valenciana)