

# ARTÍCULOS DE ACTUALIZACIÓN

## La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos

### Vitamin C as an effective micronutrient in the food fortification

José Miguel Bastías M.  
Yamira Cepero B.

Departamento de Ingeniería en Alimentos,  
Facultad de Ciencias de la Salud y los Alimentos, Universidad del Bío Bío,  
Chillán, Chile.

Dirigir la correspondencia a:  
Profesor

José Miguel Bastías Montes,  
Departamento de Ingeniería en Alimentos  
Facultad de Ciencias de la Salud y los Alimentos  
Universidad del Bío Bío  
Ave. Andrés Bello s/n, Casilla 447,  
Chillán, Chile  
Teléfono: (56-42)2463250  
E-mail: jobastias@ubiobio.cl

#### ABSTRACT

The objective of this review was on to establish the tendencies, in recent years, of ascorbic acid uses in food fortification as one of the most effective solutions to restore process losses and prevent the effects caused by its absence. In the world were fortified foods such as milk drinks, millet and oats, yogurt, tea, coconut water, maternal milk, potatoes, edible mushrooms, fruit pulp and jellies for that, this vitamin ranks fifth place. One food group in which it is most innovating fortification with vitamin C is soft drinks, because of the incorporation of this micronutrient is very simple and ensures its bioavailability. In the future, more specific studies are needed about the stabilization and/or recovery of this vitamin consequently of the fortification and its beneficial effects.

Key words: Ascorbic acid; fortified foods; fortification; vitamin C; health.

Este trabajo fue recibido el 28 de Abril de 2015  
y aceptado para ser publicado el 29 de Septiembre de 2016.

#### INTRODUCCIÓN

La fortificación es una forma de procesamiento de alimentos que se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, generalmente con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes; basado en el nivel de consumo del alimento seleccionado, la efectividad de la fortificación, y el potencial de exposición a niveles excesivos de vitaminas y minerales (1, 2).

El ácido ascórbico o vitamina C es un agente antioxidante necesario para la formación y mantenimiento adecuado del material intercelular; puede reducir la acción perjudicial de los radicales libres y coadyuva al mejoramiento de la absorción del hierro no hemínico (3, 4). La carencia de esta vitamina, en los seres humanos, puede provocar hemorragias acompañada de una pobre cicatrización y lento proceso de curación de las heridas así como anemia; su poder vitamínico radica en la prevención del escorbuto (5, 6).

Se encuentra casi exclusivamente en vegetales y frutas frescos y como es soluble en agua apenas se acumula en el organismo por lo que es importante un aporte diario. Es muy sensible a la luz, temperatura y oxígeno degradándose fácilmente durante el procesamiento y almacenamiento de

los alimentos (7). Por lo tanto, una de las soluciones para garantizar su funcionalidad sería la fortificación de alimentos y cubrir así las necesidades biológicas en ciertas etapas (8). En la actualidad, la comercialización de productos fortificados ha ido en ascenso pero en la literatura científica son escasos los estudios relacionados sobre la estabilización y/o recuperación de esta vitamina como resultado de la fortificación y sus efectos beneficiosos de forma más específica, lo que ha conllevado a que los basamentos teóricos y técnicos de su incorporación aun sean parciales. El presente ensayo tuvo como objetivo establecer una panorámica de las tendencias, en los últimos años, del empleo del ácido ascórbico en la fortificación de alimentos como una de las soluciones de restaurar pérdidas por el procesamiento y combatir los efectos de su carencia.

#### ¿Por qué fortificar con vitamina C?

Las vitaminas son sustancias orgánicas necesarias en el proceso biológico para sustentar la vida. Dentro de ellas, el ácido ascórbico (AA) o vitamina C participa en el desarrollo de los tejidos conectivos, el metabolismo de lípidos y vitaminas, la síntesis de hormonas y neurotransmisores, la función inmune y en la cicatrización de las heridas. Es esencial para la biosíntesis de moléculas y sustancias que inhiben la peroxidación de los

fosfolípidos de membrana y actúa en el proceso de desintoxicación de radicales libres (3, 4, 6).

Esta vitamina tiene por función principal prevenir el escorbuto que es una enfermedad caracterizada por la aparición de equimosis, ulceraciones y hemorragias en las encías, dolores musculares y anemia (9-11). En la actualidad, su efecto beneficioso está siendo vinculado con tratamientos para el cáncer, la prevención de enfermedades cardiovasculares y desarrollo de cataratas aunque no hay evidencia consistente de estudios poblacionales que asocien, específicamente, estas enfermedades con su presencia y estado. Se ha informado que puede prevenir la formación de compuestos nitrosos, que son potencialmente mutagénicos y protege a las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación por lo que pudiera funcionar de manera similar en la sangre (12, 13). Además, contrarresta la inflamación y el daño oxidativo del sistema nervioso (3). Contribuye a la erradicación de enfermedades por deficiencia de hierro ya que favorece la absorción del hierro (14-16). Los humanos no pueden producir AA por lo que deben incorporarlo a través de los alimentos, pero su efecto depende de su retención en la sangre y los tejidos por lo tanto la vía y dosis de ingestión juegan un papel primordial. La biodisponibilidad de esta vitamina es alta cuando es ingerida en agua o leche y disminuye por la degradación que sufre durante los procesos de digestión (17, 18).

Existen varias fuentes que recomiendan sobre la cantidad de la ingesta diaria de vitamina C para diferentes grupos etarios (tabla 1) (19, 20). La FAO indica que debe ser 100 mg en adultos para alcanzar el nivel de saturación celular (21). Al establecer las cantidades de ingesta diaria de un nutriente y su valor diario adecuado (VDR) (60 mg para vitamina C) se puede determinar la dosis diaria de referencia (DDR) y decidir

si un alimento contiene una cantidad alta ( $\geq 20\%$ ) o baja ( $< 5\%$ ) de un nutriente (24). Algunos autores señalan que es necesario un aumento en la ingesta, superior a los niveles recomendados, cuando la persona está bajo estrés, fuma o toma ciertos medicamentos (27).

Los requerimientos de ingesta diaria se pueden cumplir fácilmente mediante el consumo de zumos (28), o con dietas ricas en frutas y vegetales con mínimo procesamiento porque la degradación de la vitamina C se produce tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas (29). Esta vitamina es la menos tolerante cuando el producto se somete a manipulación y condiciones de almacenamiento adversas (12, 29 - 35). Es por ello que las vías de su reactividad y degradación se han estudiado en diversas matrices de alimentos (25, 34, 36 - 43), donde se han desarrollado diversos modelos de degradación (tabla 2). Basado en la pérdida o degradación, se han propuesto medidas que permiten estabilizarlo o recuperarlo entre las que se puede mencionar la fortificación (29). Igualmente, en aquellas etapas en que es necesario aumentar su cantidad de ingestión (6) los alimentos fortificados son una poderosa herramienta como aporte suplementario para combatir y evitar las enfermedades asociadas a su déficit (45). En Chile se recomienda un exceso de hasta 40% cuando se realiza la fortificación con esta vitamina para prevenir la pérdida por degradación (22).

La fortificación permite equilibrar las dietas y desarrollar una estrategia de diferenciación a bajo costo, debido al alto potencial de agregado de valor (46, 47); pero es importante que para que tenga un impacto positivo, los micronutrientes agregados deben ser bien absorbidos y utilizados por el organismo (biodisponibilidad) (48). A pesar de ciertos planteamientos que dosis superiores a las recomendadas podrían provocar efectos no deseados, esta vitamina ha sido declarada libre de

TABLA 1

Recomendaciones sobre la cantidad de ingesta diaria de vitamina C para diferentes grupos etarios.

Grupo etario	Ingesta mínima diaria	Fuente	Ref.
Adultos	30 mg	FDA	(12)
Ejército	50 mg	FDA	(12)
Lactantes de 0 a 6 meses	25 mg	FAO	(13)
Infantes de 7 meses a 6 años	30 mg	FAO	(13)
Niños de 10 a 18 años	40 mg	FAO	(13)
Adultos de 19 a 65+ años	45 mg	FAO	(13)
Embarazadas	55 mg	FAO	(13)
Mujeres lactando	70 mg	FAO	(13)
Adultos sanos	100 mg	FAO	(21)
Adultos y niños mayores de 4 años	60 mg	MINSAL	(22)
Niños – Adultos sanos	15 - 120 mg	NAP	(23)
Adultos sanos	12 mg	FDA	(24)
Lactantes	40 mg	NAP	(25)
Niños de 1 a 3 años	15 mg	USDA	(26)
Niños de 9 a 13 años	45 mg	USDA	(26)
Mujeres mayores de 19 años	75 mg	USDA	(26)
Hombres mayores de 19 años	90 mg	USDA	(26)

FDA: Food and Drug Administration; NAP: National Academies Press; MINSAL: Ministerio de Salud de Chile;

FAO: Organización para la Agricultura y la Alimentación; USDA: Departamento de Agricultura de EE.UU. Ref.: Referencias. \*Citado en referencia 12.

reacciones tóxicas o alérgicas por el consumo de alimentos fortificados (12, 49).

¿Qué fortificar con vitamina C?

En la actualidad se están desarrollando múltiples trabajos de investigación que intentan evidenciar el efecto beneficioso de la fortificación con ácido ascórbico. En estas investigaciones se aprovecha la propiedad hidrosoluble de esta vitamina para fortalecer principalmente alimentos como bebidas y jugos de frutas entre otros. Como métodos de aplicación utilizan la inmersión y pulverización de soluciones, con o sin agentes espesantes en un rango de concentración que oscila entre 0,5 y 10 % (12).

Las bebidas de frutas fortificadas con vitamina C son cada vez más aceptadas porque ayudan a evitar disminuciones funcionales asociadas con el envejecimiento y el desarrollo de enfermedades crónicas. El ejercicio aumenta el consumo de oxígeno y la producción de radicales libres potencialmente dañinos que pueden provocar estrés oxidativo y lesiones celulares (50); que se refleja en un aumento significativo de sustancias reactivas sanguíneas y disminuye los niveles de vitamina C en plasma (51). Una bebida fortificada con vitaminas C, E y A compuesta por leche descremada, concentrado de frutas tropicales, y otros componentes fue evaluada recientemente. La leche combinada con jugos de frutas produce una emulsión que puede reducir la oxidación del ácido ascórbico (18). Los resultados demostraron que su consumo puede disminuir el estrés oxidativo en adultos mayores (51). En Nigeria se fortificó una bebida no alcohólica a base de mijo. La incorporación de la vitamina C (2,5 g/100 mL) se realizó al final del proceso con lo que se mejoró la calidad nutricional sin afectar sus atributos organolépticos y se logró un efecto antimicrobiano que posibilitó un aumento de la vida útil (8).

La adición de ácido ascórbico al té verde puede mejorar la solubilidad de la catequina y por consiguiente su biodisponibilidad mejorando así sus propiedades funcionales (52), a

pesar de que por las cantidades empleadas pudiera no considerarse como un producto fortificado. Otro trabajo fortificó agua de coco microfiltrada con ácido L-ascórbico (25 mg/100 ml) lo que resultó en un buen método para el tratamiento y conservación de esta bebida (53).

La papa es una fuente importante de vitaminas y minerales, su valor como fuente de vitamina C (35 mg /100 g peso) a menudo es subestimado o ignorado (17, 21, 54). Se fortificaron papas enteras por impregnación con una solución al 10 % de ácido ascórbico obteniendo una dosis máxima de adición de 150 mg / 100g de peso lo que resultó ser una eficaz medida en la prevención de la decoloración por pardeamiento enzimático y oxidativo (21). En papas procesadas (fritas) se combinó su alto nivel de consumo con la ingestión diaria recomendada de vitaminas A, C y E lográndose mejorar el valor nutricional y tiempo de almacenaje por la adición en el aceite de cocción de 0,5 g de butil- hidroquinona terciaria (TBHQ); 2,5 g de palmitato de retinol (vitamina A) y 2,5 g palmitato de ascorbilo (forma liposoluble de vitamina C). Seguido de una fortificación con 5 g de palmitato de ascorbilo / kg de papa en polvo mezclado con 10 g de sal / kg de papa. El efecto sinérgico de las vitaminas actuó de manera independiente o complementaria al TBHQ protegiéndolas en condiciones termo-oxidativas (55).

En hongos comestibles, la técnica de impregnación al vacío fue utilizada para desarrollar un producto mínimamente procesado con características funcionales a partir de la fortificación con calcio, selenio y vitamina C. En el caso de la vitamina C el criterio de fortificación se fijó para alcanzar 50% de DDR (30 mg /100 g hongo fresco). Aunque los resultados fueron buenos la microestructura del hongo no permitió una incorporación homogénea (38). La impregnación al vacío también se ha utilizado para fortificar aguacate destinado para personas con diabetes mellitus y desórdenes lipídicos. Las muestras se sumergieron en una solución isotónica con ácido ascórbico y se logró disminuir el pardeamiento enzimático y crecimiento microbiano, sin afectar la textura con un grado

TABLA 2

Modelos de degradación de la vitamina C en diferentes matrices alimentarias.

Modelo	Alimento	Tratamiento	Ref.
$C = 98,3 - 6,48 * 10^{-1} T - 5,37 * 10^{-2} t$	Alimento para lactantes	Envasado al vacío	(24)
$C = C_0 - 18,8 t$ ( $R^2=0,994$ )	Néctar de cereza	Temperatura a 40 °C	(28)
$C = C_0 - 9,66 t$ ( $R^2=0,996$ )	Jugo de uvas	Presencia de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> a 40 °C	(28)
$C = 5,6 - 38 * 10^{-4} t$	Manzana	Presencia de O <sub>2</sub>	(35)
$\frac{C}{C_0} = 1,04 - 2 * 10^{-3} T_{max}$ ( $R^2=0,93$ )	Bebida láctea de naranja	Campo eléctrico y pasteurización	(42)
$\frac{C}{C_0} = 1,103 - 0,014 t - 0,01 T$ ( $R^2=0,87$ )	Bebida láctea de naranja	Temperaturas entre 2 y 10 °C	(42)
$C = C_0 - 0,00228 t$ ( $R^2=0,993$ )	Fresas	Secado a 70 °C	(43)

C, C<sub>0</sub>: concentraciones final e inicial en mg/L; T: temperatura en °C; t: tiempo en días; Ref.:Referencias.

mayor de aceptación sensorial (40).

En pulpas de frutas de elevada preferencia por lactantes y niños de corta edad, se realizó la fortificación con lactato ferroso (1 y 2 mg/100 g) y ácido ascórbico (70 y 100 mg/100 g). El empleo de la vitamina C no tuvo efecto negativo sobre las características organolépticas de la pulpa (56). Se desarrollaron pulpas en base de mango fortificadas para garantizar 20% del DDR, en las cuales el nivel añadido se mantuvo constante y no se afectaron sus propiedades organolépticas (57). En el campo de las jaleas se elaboró un alimento a base miel fortificado con vitamina C líquida (200 mg / ml) y vitamina A (50.000 UI/ml) (58). En Filipinas por la prevalencia, entre otras, de la deficiencia de vitamina C en niños entre 6 y 12 años (21,6%) se decidió elaborar una bebida de avena fortificada con hierro, zinc, vitamina A y vitamina C para garantizar una ingestión de 3 mg, 2 mg, 133 µg y 30 mg por porción, respectivamente. Se logró una disminución significativa de los síntomas, demostrando así el valor de los programas de fortificación (59).

Para niños menores de un año, la estrategia más adecuada del empleo de la vitamina C, es la fortificación de alimentos complementarios de la leche materna para el control y prevención de la deficiencia de hierro en los lactantes. Con un cereal elaborado a partir de leche y fortificado con 9 mg de hierro y 65 mg de vitamina C por cada 100 g; a los 6 meses se redujo entre 18 y 20,6 % la cantidad de niños anémicos. En otra investigación desarrollando una fórmula infantil con 14 mg de hierro y 100 mg de ácido ascórbico se obtuvieron resultados similares. También, se evaluó la eficacia del enriquecimiento del agua con hierro y vitamina C en la reducción de la anemia la cual redujo significativamente su prevalencia (45). En Chile se desarrollaron varios productos fortificados para mejorar la calidad y cubrir los requerimientos específicos a niños menores de 6 años y embarazadas, con el objetivo de evitar la anemia por deficiencia de hierro. Las cantidades de ácido ascórbico añadidas fueron de 50 a 100 mg / L en cereales lácteos y vegetales lo que contribuyó en la disminución de esta enfermedad (60).

Los productos lácteos bajos en grasa no son buenas fuentes de vitaminas A y C (contiene menos de 2 %) lo que ha llevado a fortificar yogures naturales y saboreados bajos en grasa con una solución madre de vitamina C (150 mg / mL) que proporcionó, después de 6 semanas, 100 % de la cantidad de ingesta diaria recomendada sin afectar sus características sensoriales (61).

#### CONSIDERACIONES FINALES

En la fortificación de un alimento es importante tener una imagen clara sobre la situación local: carencias de nutrientes, hábitos alimentarios, prácticas de preparación de los alimentos, facilidades para el procesamiento de alimentos, prácticas de mercadeo, entre otros. Se han publicado diversos trabajos del uso de vitamina C en la fortificación de alimentos para tratar situaciones carenciales o pérdidas de su funcionalidad por el procesamiento empleando diferentes estrategias. A nivel mundial se han fortificado alimentos, con diversos fines, tales como bebidas lácteas, de mijo y de avena, yogures, té, cereales, agua de coco, leches maternas, papas, hongos comestibles, pulpa de frutas y jaleas; mientras que en Chile se han desarrollado sólo cereales lácteos y vegetales. Esta vitamina ocupa el quinto lugar en la fortificación de alimentos siendo las bebidas no alcohólicas uno de los grupos alimentarios en el que más se está innovando. Estas presentan muy buenas cualidades porque la incorporación de este micronutriente resulta muy sencilla y garantizan su biodisponibilidad. En el futuro, estudios

más específicos sobre la estabilización y/o recuperación de esta vitamina como resultado de la fortificación y sus efectos beneficiosos serían necesarios.

#### RESUMEN

El presente ensayo tuvo por objetivo establecer una panorámica de las tendencias en los últimos años, del empleo del ácido ascórbico en la fortificación de alimentos como una de las soluciones de restaurar pérdidas por el procesamiento y combatir los efectos de su carencia. A nivel mundial se han fortificado alimentos tales como bebidas lácteas, de mijo y de avena, yogures, té, agua de coco, leches maternas, papas, hongos comestibles, pulpa de frutas y jaleas lo que ha propiciado que esta vitamina ocupe el quinto lugar. Dentro de los grupos alimentarios, uno en el que más se está innovando es el de las bebidas no alcohólicas, ya que la incorporación de este micronutriente resulta muy sencilla y garantizan su biodisponibilidad. En el futuro, estudios más específicos sobre la estabilización y/o recuperación de esta vitamina como resultado de la fortificación y sus efectos beneficiosos serían necesarios.

Palabras clave: ácido ascórbico; alimentos fortificados; fortificación; vitamina C; salud.

Agradecimientos: Por el desarrollo del presente artículo se agradece al Grupo de Investigación de Calidad, Toxicología e Inocuidad de Alimentos de la Universidad del Bío-Bío, Chile.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Dary O, Mora JO, Caballero B. *Food Fortification: Technological Aspects. Encyclopedia of Human Nutrition. Waltham Academic Press, Amsterdam, 2013.*
2. Flores-Ayala RC, Caballero B. *Food Fortification: Programs. Encyclopedia of Human Nutrition. Waltham Academic Press, Amsterdam, 2013.*
3. Grosso G, Bei R, Mistretta A, Marventano S., Calabrese G., Masuelli L., Gazzino D. *Effects of vitamin C on health: A review of evidence, Front Biosci-Landmark 2013, 18:1017-29.*
4. Shaik-Dasthagirisheb YB, Varvara G, Murmura G, Saggini A, Caraffa A, Antinolfi P, Pandolfi F. *Role of vitamins D, E and C in immunity and inflammation. J Biol Reg Homeos Ag. 2013, 27(2):291-5.*
5. Chawla J, Kvarnberg D. *Handbook of Clinical Neurology. ed. Elsevier B.V., Amsterdam, 2014, p. 891-914.*
6. Walter P. *Vitamin requirements and vitamin enrichment of foods, Food Chem. 1994; 49(2):113-7.*
7. Marsanasco M, Márquez AL, Wagner JR, del V, Alonso S, Chiaramoni NS. *Liposomes as vehicles for vitamins E and C: An alternative to fortify orange juice and offer vitamin C protection after heat treatment, Food Res Int. 2011; 44(9):3039-46.*
8. Abulude FO, Ogunkoya MO, Oni VA. *Mineral composition, shelf-life and sensory attributes of fortified "Kunuzaki" beverage, Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2006; 5(1):155-62.*
9. Doll S, Ricou B. *Severe vitamin C deficiency in a critically ill adult: a case report, Eur J Clin Nutr. 2013; 67(8):881-2.*
10. *Doctissimo. Diccionario Médico: Definición de escorbuto, consultado en <http://salud.doctissimo.es/diccionario-medico>, 2013.*
11. Agarwal A, Shaharyar A, Kumar A, Shafi Bhat M, Mishra M. *Scurvy in pediatric age group: A disease often forgotten?, J Clin Orthop Trauma 2015; 6(2):101-7.*
12. *Bauernfeind, JC. The use of ascorbic acid. ed. E. M. M. and*

- G. F. Stewart *Processing Foods*. Eoflmann-La Roohe Inc., New Jersey, 1953, p 359-431.
13. FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. Second edition. World Health Organization. 2004. p. 341.
  14. Hertrampf E. Pizarro F. Pereyra A. Vega V. A new milk formula: iron bioavailability and effect on prevention of iron deficiency in infants, *Rev Chil Pediatr*. 1991; 62(2):94-8.
  15. Hertrampf E. Olivares M. Walter T. Pizarro F. Heresi G. Llaguno S. Chadud P. Iron-deficiency anemia in the nursing infant: its elimination with iron-fortified milk, *Rev Med Chil*. 1990; 118(12):1330-7.
  16. Jiménez S. Pita G. Padrón M. La anemia por deficiencia de hierro. Aspectos generales para su prevención y control, consultado en <http://cuba.nutrinet.org>, 2009.
  17. Kondo Y. Higashi C. Iwama M. Ishihara K. Handa S. Mugita H. Ishigami A. Bioavailability of vitamin C from mashed potatoes and potato chips after oral administration in healthy Japanese men, *Brit J Nutr*. 2012; 107(6):885-92.
  18. Cilla A. Alegria A. de Ancos B. Sanchez-Moreno C. Cano MP. Plaza L. Barbera R. Bioaccessibility of tocopherols, carotenoids, and ascorbic acid from milk and soybased fruit beverages: Influence of food matrix and processing, *J Agr Food Chem*. 2012; 60(29):7282-90.
  19. Hernández M. Recomendaciones nutricionales para el ser humano: Actualización, *Invest Biomed*. 2004; 23(4): 266-92.
  20. UNED. Guía nutricional. Principios básicos sobre nutrición y salud del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (NRC), consultado en <http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/PDF>, 2013.
  21. Hironaka K. Kikuchi M. Koaze H. Sato T. Kojima M. Yamamoto K. Tsuda S. Ascorbic acid enrichment of whole potato tuber by vacuum-impregnation, *Food Chem*. 2011; 127(3):1114-8.
  22. Ministerio de Salud de Chile. Fija directrices nutricionales sobre uso de vitaminas y minerales en alimentos. *Resol. Exenta No. 393/O2*, 2002.
  23. NAP. *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids: The National Academies Press*, 2000.
  24. FDA. US Food and Drug Administration. *Guidance for Industry*, consultado en <http://www.fda.gov/Food/default.htm>, 2009.
  25. Bosch V. Cilla A. Garcia-Llatas G. Gilabert V. Boix R. Alegria A. Kinetics of ascorbic acid degradation in fruit-based infant foods during storage, *J Food Eng*. 2013; 116(2):298-303.
  26. USDA. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. *Dietary Guidelines for Americans*. 7th Edition, U.S. Government Printing Office, 2011.
  27. Salud.es. Definición de escorbuto, consultado en <http://www.salud.es>, 2013.
  28. Ozkan M. Kirca A. Cemeroglu B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices, *Food Chem*. 2004; 88(4):591-7.
  29. Mercali G. Jaeschke D. Tessaro I. Marczak L. Study of vitamin C degradation in acerola pulp during ohmic and conventional heat treatment, *LWT-Food Sci Technol*. 2012; 47(1):91-5.
  30. Chebrolu K. Jayaprakasha G. Jifon J. Patil B. Production system and storage temperature influence grapefruit vitamin C, limonoids, and carotenoids, *J Agr Food Chem*. 2012; 60(29):7096-103.
  31. Engel R. Stefanovits-Bányai É. Abrankó L. LC Simultaneous determination of the free forms of B group vitamins and vitamin C in various fortified food products, *Chromatographia* 2010; 71(11-12):1069-74.
  32. Jooker E. Smedts A. Desmidt E. Monballiu A. Amery R. Meesschaert B. Vitamin C in blanched vegetables: Effect of chlorine dioxide and peracetic acid used as disinfectants during cooling, *J Food Process Eng*. 2013; 36(4):470-9.
  33. Kulen O. Stushnoff C. Holm D. Effect of cold storage on total phenolics content, antioxidant activity and vitamin C level of selected potato clones, *J Sci Food Agr*. 2013; 93(10):2437-44.
  34. Lešková E. Kubíková J. Kováčiková E. Košická M. Porubská J. Holčíková K. Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models, *J Food Compos Anal*. 2006; 19(4):252-76.
  35. Nunez-Mancilla Y. Perez-Won M. Uribe E. Vega-Galvez A. Di Scala K. Osmotic dehydration under high hydrostatic pressure: Effects on antioxidant activity, total phenolics compounds, vitamin C and colour of strawberry (*Fragaria vesca*), *Lwt-Food Sci Technol* 2013; 52(2):151-6.
  36. Aka J. Courtois F. Louarme L. Nicolas J. Billaud C. Modelling the interactions between free phenols, L-ascorbic acid, apple polyphenoloxidase and oxygen during a thermal treatment, *Food Chem*. 2013; 138(2-3):1289-97.
  37. Bai J. Gao Z. Xiao H. Wang X. Zhang Q. Polyphenol oxidase inactivation and vitamin C degradation kinetics of Fuji apple quarters by high humidity air impingement blanching. *Int J Food Sci Tech*. 2013; 48(6):1135-41.
  38. Cortés R. García S. Suárez M. Fortification of edible mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) with calcium, selenium and vitamin c. *Vitae-Columbia* 2007; 14(1):16-24.
  39. de Velde F. Piagentini A. Guemes D. Pirovani M. Modelling changes in anthocyanins, total vitamin C and colour as a consequence of peracetic acid washing disinfection of two cultivars of strawberries for fresh-cut processing. *Int J Food Sci Technol*. 2013; 48(5):954-61.
  40. Henríquez L. Patiño J. Salazar J. Application of the matrixes engineering on the development of minimally processed Hass avocado (*Persea americana* Mill) with additions of vitamin C and calcium. *JF. Rev Lasallista Invest*. 2012; 44-54.
  41. Spinola V. Mendes B. Camara J. Castilho P. Effect of time and temperature on vitamin C stability in horticultural extracts. *UHPLC-PDA vs iodometric titration as analytical methods*. *Lwt-Food Sci Technol*. 2013; 50(2):489-95.
  42. Verbeyst L. Bogaerts R. Van der Plancken I. Hendrickx M. Van Loey A. Modelling of vitamin C degradation during thermal and high-pressure treatments of red fruit, *Food Bioprocess Tech*. 2013; 6(4):1015-23.
  43. Zulueta A. Esteve M. Frígola A. Ascorbic acid in orange juice-milk beverage treated by high intensity pulsed electric fields and its stability during storage, *Innov Food Sci Emerg*. 2010; 11(1):84-90.
  44. Gamboa-Santos J. Megías-Pérez R. Soria A. Olano A. Montilla A. Villamiel M. Impact of processing conditions on the kinetic of vitamin C degradation and 2-furoylmethyl amino acid formation in dried strawberries, *Food Chem*. 2014; 153(0):164-70.
  45. RSA. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Decreto Supremo N° 977/96 (D.OF. 13.05.97). Ministerio de Salud, República de Chile, 1996, p. 106-21.
  46. Lamounier J, Diniz F, Silva D. Iron food fortification for

- the control of childhood anemia in Brazil*, consultado en <http://www.intechopen.com/books/public-health-social-andbehavioral-health>, 2012.
47. Varela G, del Pozo S, Ávila JM, Cuadrado C, Ruiz E, Moreiras O. Evaluación del consumo de alimentos enriquecidos/fortificados en España a través del panel de consumo alimentario, *Fundación Española de la Nutrición*, Madrid, 2010, p 35-80.
  48. Shamah T, Villalpando S. *The role of enriched foods in infant and child nutrition*, *Brit J Nutr* 2006; 96:573-57.
  49. Freixas A, Díaz VP, Durán S, Gaete MC. ¿El consumo de vitaminas de los alimentos fortificados supera los límites permitidos? Estudio realizado en población joven y adulta joven de la Región Metropolitana de Chile, *Nutr Hosp*. 2013; 28(3):1201-9.
  50. Gao J, Koshio S, Ishikawa M, Yokoyama S, Mamauag R. *Interactive effects of vitamin C and E supplementation on growth performance, fatty acid composition and reduction of oxidative stress in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed dietary oxidized fish oil*, *Aquaculture* 2014; 422-423:84-90.
  51. Munoz M, Galan A, Palacios E, Diez M, Muguerza B, Cobaleda C, Jimenez R. *Effect of an antioxidant functional food beverage on exercise-induced oxidative stress: a long-term and large-scale clinical intervention study*, *Toxicol*. 2010; 278(1):101-11.
  52. Shim S, Yoo S, Ra C, Kim Y, Chung J, Lee S. *Digestive stability and absorption of green tea polyphenols: Influence of acid and xylitol addition*, *Food Res Int* 2012; 45(1):204-10.
  53. Purkayastha M, Kalita D, Mahnot N, Mahanta C, Mandal M, Chaudhuri M. *Effect of L-ascorbic acid addition on the quality attributes of micro-filtered coconut water stored at 4 degrees C*, *Innov Food Sci Emerg*. 2012; 16:69-79.
  54. Burgos G, Auqui S, Amoros W, Salas E, Bonierbale M. *Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage*, *J Food Compos Anal*. 2009; 22(6):533-8.
  55. Allam S, El-Sayed F. *Fortification of fried potato chips with antioxidant vitamins to enhance their nutritional value and storage ability*, *Grasas Aceites* 2004; 55(4):434-43.
  56. Fernández M, Olivé B, Márquez E, Zamora E, Chang, L. *Influencia de las características de la pulpa y la adición de lactato ferroso y vitamina c sobre el color de los purés de mango*, *Cienc Tecnol Aliment*. 2010; 20(3):39-43.
  57. Quintero D, Giraldo G, Cortes M. *Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con calcio, oligofructosa y vitamina C*, *Temas Agrarios* 2011; 16:52-63.
  58. Cravzov A, Avallone C, Montenegro S, Tauguinas A, Baez M. *Presencia de vitamina C en alimento modificado a base de miel*, consultado en [www.buenastareas.com/ensayos/Presencia-De-Vitamina-c-En-Alimento](http://www.buenastareas.com/ensayos/Presencia-De-Vitamina-c-En-Alimento), 2010.
  59. Angeles-Agdeppa I, Kurilich A, Harjani Y, Capanzana M. *The effect of a nutrient fortified oat drink on iron, zinc, vitamin A, and vitamin C status among filipino children*, *Engineering Technol*. 2012; 70:1052-60.
  60. Riumalló J, Pizarro T, Rodríguez L, Benavides X. *Programas de Suplementación Alimentaria y de Fortificación de Alimentos con Micronutrientes en Chile*, *Cuadernos Méd Soc*. 2004; 3(1):53-60.
  61. Ilic D, Ashoor S. *Stability of vitamins A and C in fortified yogurt*, *J Dairy Sci*. 1988; 71(6):1492-8.