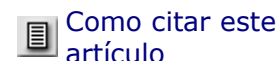




## Archivos Latinoamericanos de Nutrición

ISSN 0004-0622 *versión impresa*

ALAN v.56 n.2 Caracas jun. 2006



Como citar este artículo

### El fruto de la acerola: composición y posibles usos alimenticios

**Tatiana Mezadri (1), M<sup>a</sup> Soledad Fernández-Pachón(2), Débora Villaño (2), M<sup>a</sup> Carmen García-Parrilla(2), Ana M Troncoso(2)**

(1)Universidade do Vale do Itajaí, Rua Uruguai,Itajaí, Santa Catarina, Brazil

(2) Área Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla.

#### Resumen

El objetivo de esta revisión es caracterizar el fruto de la acerola, detallando así sus aspectos taxonómicos, vegetativos, de composición y de mercado. También se evalúa su posible utilización como ingrediente alimentario en vistas a la producción de alimentos funcionales. Para la realización de esta revisión bibliográfica se han consultado bases de datos internacionales (Scifinder Scholar y Medline) y artículos originales que han sido localizados y proveídos principalmente por los Recursos Electrónicos de la Biblioteca de la Universidad de Sevilla y la Universidad do Vale do Itajaí (Santa Catarina, Brazil). La acerola (*Malpighia emarginata* Sessé y Mociño ex DC) es una especie arbustiva que se desarrolla en zonas de climas tropical y subtropical. Su origen se centra en el sur de México, América Central y zona septentrional de Sudamérica. Su denominación se adoptó en 1986 por el Consejo Internacional de Recursos Genéticos Vegetales. *Malpighia emarginata* presenta un fruto subglobuloso en forma de drupa, el cual posee tres semillas que representan entre el 19 y el 25% del peso total. El diámetro del fruto varía de 1 a 4 cm y el peso de 2 a 15 g. Presenta una coloración verde cuando está en desarrollo, cambiando a tonos amarillos y rojos cuando está maduro. La maduración ocurre en corto espacio de tiempo. El período de fructificación es de 3 a 4 veces al año. Cada planta produce cerca de 20 a 30 kg de frutos anualmente. La fruta de acerola proporciona macro y micronutrientes: proteínas (0,21 g/100 g), grasas (0,23 g/100 g), carbohidratos (3,57 g/100 g), sales minerales (hierro (0,24 mg/100 g, calcio 11,7 mg/100 g, fósforo 17,1 mg/100g) y vitaminas (tiamina (0,02 mg/100 g, riboflavina 0,07 mg/100 g, piridoxina 8,7 mg/100 g). Hay que destacar su elevado contenido en vitamina C (695 a 4827 mg/100 g), el cual ha inducido un gran consumo de esta fruta en los últimos años, de ahí su importante valor económico. La acerola también presenta carotenoides y bioflavonoides, que le otorgan gran valor nutritivo y su uso potencial como antioxidante. La composición de la fruta depende de factores geográficos, agrícolas y de procesado. Brasil, por su clima y suelo favorables, es el principal productor mundial de acerola, que comercializa en forma de zumos, mermeladas, helados, compotas, gelatinas, confituras, dulces y licores. Debido a la heterogeneidad que presenta la acerola, resulta útil a nivel comercial seleccionar y clonar las variedades más óptimas por su valor nutritivo y su palatabilidad.

**Palabras clave:** acerola, *Malpighia emarginata*, taxonomía, vitamina C, antocianos, carotenoides, aspectos económicos, mercado

## The acerola fruit: composition and possible alimentary uses

### Summary

The aim of this review is to characterize the acerola fruit, detailing its taxonomic, vegetative, composition and economic aspects. We also evaluate its possible use as functional ingredient in foods. Bibliographical data have been mainly supplied by Electronic Resources of the University of Seville and the University do Vale do Itajaí (Santa Catarina, Brazil). The acerola (*Malpighia emarginata* Sessé y Mociño ex DC) is a wild plant grown in zones of tropical and subtropical climate. Acerola is origin from South of Mexico, Central America and Septentrional area of South America. Its scientific name was adopted in 1986 by the International Council of Vegetable Genetic Resources. *Malpighia emarginata* has a subglobulose drupa fruit with three seeds which account between the 19 - 25% of the total weight. The diameter and weight of the fruit varies between 1 - 4 cm and 2 - 15 g, respectively. The fruit shows green color when it is developing, which changes to yellow and red tones when it is mature. The maturation happens in short time. The fructification period occur 3 - 4 times a year. Each plant produces annually 20 - 30 kg of fruits. This fruit contents macro and micronutrients: proteins (0,21 g/100 g), fats (0,23 g/100 g), carbohydrates (3,57 g/100 g), mineral salts (iron (0,24 mg/100 g), calcium (11,7 mg/100 g), phosphorus (17,1 mg/100g)) and vitamins (tiamine (0,02 mg/100 g), riboflavine (0,07 mg/100 g), piridoxine (8,7 mg/100 g)). Its high content in vitamin C (695 a 4827 mg/100 g) is remarkable, therefore acerola has an increasing economic value by its great consume during last years. Acerola also presents carotenoids and bioflavonoids which provide important nutritive value and its potential use as antioxidant. The composition of acerola vary according to geographic, agricultural and processing factors. Brazil has a climate and soil appropriate for the culture of acerola, thus this country is the main mundial producer. Acerola is commercialised as juices, jams, ices, gelatins, sweets or liquors. Due to the variability, it is useful for the trade to select and clone the most favourable types.

**Key words:** acerola, *Malpighia emarginata*, taxonomy, vitamin C, anthocyanins, carotenoids, economic aspects, market

**Recibido:** 15-02-2006

**Aceptado:** 27-04-2006

### Introducción

La acerola (*Malpighia emarginata* Sessé y Mociño ex DC., Prodr. 1:578; 1824) es una planta originaria del sur de México (región bañada por el mar de Las Antillas), de América Central y de la zona septentrional de Sudamérica. Su difusión tuvo lugar mucho antes del descubrimiento de América, los nativos de las islas de América Central, además de consumir la acerola, la transportaban en sus viajes y migraciones diseminándola así de isla en isla (1). La coloración atrayente de sus frutos y su extensa utilización en la alimentación de los nativos, llamaron la atención de los españoles que, debido a la semejanza morfológica con la cereza europea, la denominaron "Cereza de Las Indias Occidentales" (West Indian Cherry). La acerola ha recibido distintos nombres populares dependiendo del país en donde se cultiva: cereza de Barbados, cereza de las Antillas, cereza colorada, manche o semeruco.

Pliny Reasoner introdujo la *Malpighia emarginata* en Florida (EEUU) en 1880 como planta ornamental por su denso follaje, sin embargo, sus frutos no se reconocieron como comestibles hasta 1903 (2).

La importancia de la acerola se ha relacionado con su carácter nutricional, representado por su elevado contenido en vitamina C, que motiva una creciente demanda por parte del consumidor (3). La vitamina C es importante para el sistema inmunológico, ya que ayuda a paliar las infecciones, además interviene en la formación de colágeno siendo

esencial para la integridad de todos los tejidos fibrosos. Su papel como antioxidante ha tenido especial relevancia en los últimos años, debido a que la mayoría de enfermedades cardiovasculares tienen su origen en el stress oxidativo producido por especies reactivas de oxígeno (ROS) (4-6).

La vitamina C se considera uno de los más potente y menos tóxico antioxidante natural (7-8). Es soluble en agua y se encuentra a elevadas concentraciones en muchos tejidos; el plasma humano contiene aproximadamente 60 mmol ascorbato/L. En su interacción con las ROS se oxida a dehidro-ascorbato, que se vuelve a reciclar a ácido ascórbico por la enzima dehidro-ascorbato reductasa. Es un secuestrador muy efectivo de radicales como anión superóxido e hidroxilo, y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. En soluciones acuosas, la vitamina C también atrapa eficientemente especies reactivas de óxido de nitrógeno impidiendo la nitrosación de moléculas diana.

El consumo de frutas y verduras en general se ha relacionado de forma inversa y proporcional con el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, crónicas y degenerativas. Además de las vitaminas, los alimentos de origen vegetal contienen compuestos fenólicos, que son sustancias orgánicas no nutrientes cuya estructura química es propicia para secuestrar radicales libres. La actividad antioxidante que presentan estos compuestos se debe fundamentalmente a la facilidad con la que un átomo de hidrógeno desde un grupo hidroxilo aromático puede ser donado a la especie radical, y a la habilidad de la estructura fenólica para soportar un electrón desapareado (9).

Distintos estudios han abordado la caracterización de este fruto en cuanto a composición fenólica (10-11), carotenoides (12-15), aromas (16) así como el análisis de su actividad antioxidante total (17-18). Otras frutas han sido evaluadas con mayor extensión en este sentido (19-23).

Debido por tanto al contenido vitamínico de la acerola y a su posible papel como ingrediente antioxidante, resulta de gran importancia económica detectar y seleccionar variedades de acerola cuyo genotipo reúna en gran medida características de alto valor hortícola y nutricional, convertibles así en clones comerciales (3, 24-27). Las variedades que alcancen un crecimiento y maduración más elevados, con mayores picos de producción al año, y que presenten asimismo un contenido de compuestos bioactivos adecuado tendrán mayor relevancia para el mercado y los consumidores (2, 3, 24, 25, 27, 28).

Este trabajo pretende caracterizar el fruto de la acerola, resaltando sus características vegetativas y su composición, y relacionando éstas con su papel como producto saludable y como ingrediente alimentario en vistas a la producción de alimentos funcionales.

### **Aspectos Botánicos y Taxonómicos de la Acerola**

Asenjo (29) señala que el nombre "acerola" proviene del nombre del fruto de *Crataegus azarolus* L., un arbusto de la familia de las Rosáceas originario de la parte oriental de la cuenca del Mediterráneo (Creta) y cultivado en los países del sur de Europa, entre ellos España.

En 1535 Oviedo hizo la primera referencia sobre *Malpighia emarginata* cuando describió el "semeruco" como un pequeño árbol de frutos delicados y sabrosos parecidos a la cereza europea (*Prunus cerasus* L.), pero que, a diferencia de ésta, contenía dos o tres semillas (30). En 1696 Sloane, desconociendo el trabajo de Oviedo, empleó la denominación "cereza de Suriname" o "pitanga", sin embargo, este último nombre coincide con el de los frutos de *Eugenia uniflora* L., un arbusto de la familia de las Mirtáceas (30). En 1703 Charles Plumier, en su obra "*Nova Plantarum Americanarum Genera*", agrupó cinco especies de árboles y arbustos en un género al que denominó *Malpighia* (en honor del naturalista italiano Marcello Malpighi), dando "nombres frase" a

cinco especies (31).

En 1753 Linneo publicó "*Species Plantarum*", obra que se considera el punto de partida en la clasificación binomial de las especies. Basándose en el trabajo de Plumier, Linneo describe en su libro como especie tipo del género a *Malpighia glabra*, frecuentemente confundida con *Malpighia emarginata*. En la segunda edición de la obra, Linneo reconoce como nueva especie del género a *Malpighia puniceifolia* (32).

El status taxonómico de *Malpighia emarginata* ha sido objeto de controversias: Algunos botánicos distinguen la "Barbados cherry" (*Malpighia glabra*) de la "West Indian Cherry" (*Malpighia puniceifolia*). Otros sugieren que *Malpighia emarginata* podría tratarse de una especie hibridógena entre *Malpighia glabra* y *Malpighia puniceifolia*. También se ha considerado a *Malpighia glabra* como una variedad de cultivo de *Malpighia puniceifolia*. En 1979 Vivaldi (33) considera sinónimas las denominaciones *Malpighia glabra* y *Malpighia puniceifolia* (*Malpighia glabra* L.). Para este autor *Malpighia emarginata* aparece por primera vez en la literatura botánica en el volumen I (1824) de la obra de A. P. De Candolle (DC.) "*Prodomus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*", donde es reconocida formalmente la especie a partir de los datos de Martín Sessé y José Mariano Mociño tras su expedición por América Central.

La denominación de esta especie como ***Malpighia emarginata*** Sessé y Mociño ex DC. se adoptó definitivamente en 1986 en el Consejo Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (34).

### **Características Vegetativas de la Acerola**

*Malpighia emarginata* es una especie arbustiva que se desarrolla en zonas de climas tropical y subtropical. Mide de 2 a 5 m de altura, con un tallo tortuoso, corteza rugosa, madera blanca y ligera. Presenta un fruto subglobuloso en forma de drupa, de superficie lisa o sensiblemente trilobada, que se dispone apartada o en panículas de dos o tres en axilas foliares, con pedúnculos cortos y posee tres semillas que representan entre el 19 y el 25% del peso total. El tamaño del fruto varía de 1 a 2,5 cm, el diámetro de 1 a 4 cm y el peso de 2 a 15 g. Presenta una coloración verde cuando está en desarrollo, cambiando a tonos amarillos y rojos cuando está maduro (34).

La especie se caracteriza por presentar un crecimiento que varía entre semiprostrado a erecto y de compacto a abierto, con ramas largas sobre las cuales se disponen lateralmente ramas de entrenudos cortos. Las inflorescencias son pedunculadas y se originan en las axilas foliares inferiores de las ramas del último crecimiento y en las ramas laterales cortas (2, 33, 27).

La actividad metabólica de la acerola es intensa, y su maduración ocurre en corto espacio de tiempo, por lo que no se necesita de ningún agente activador para que la fruta esté en condiciones ideales para el consumo (35). En el proceso de maduración están implicadas una serie de reacciones bioquímicas complejas tales como: hidrólisis del almidón, conversión de cloroplastos en cromoplastos con transformación de clorofila, descenso de acidez, aumento de azúcares reductores, producción de carotenoides, antocianinas, fenoles y formación de compuestos volátiles (36-37). Todas estas reacciones son importantes para finalizar la maduración de la fruta y para caracterizar su sabor peculiar.

Las acerolas maduras mantenidas a temperatura ambiente se deterioran en 4 - 5 días y las verdes y semi-maduras en 6 - 7 días (38). Las alteraciones asociadas con la maduración están relacionadas con el estadio en que se encuentren los frutos.

La producción comienza a los 1 - 2,5 años después de plantado y su período de fructificación es de 3 a 4 veces al año. Cada planta produce cerca de 20 a 30 kg de frutos anualmente (39). En Puerto Rico, Simão (40) constató hasta siete picos de producción por año. En algunas regiones del noreste brasileño, que presentan alta disponibilidad de

luz y buena irrigación, las plantas comienzan a dar frutos en menos de un año y producen prácticamente todo el año (3).

### Composición de la Acerola

En la Tabla 1 se detallan los distintos componentes de la fruta de acerola, así como el intervalo de concentración encontrado para los mismos. Cabe destacar su elevado contenido en vitamina C.

El fruto contiene también carotenoides y bioflavonoides, de ahí su gran valor nutritivo y su uso potencial como antioxidante (48). La Tabla 2 recoge los datos de concentración determinados para estos compuestos.

La composición de los frutos y de sus productos depende de algunos factores como las condiciones climáticas (lluvias, disponibilidad de nutrientes del suelo, variación de la temperatura), el tratamiento del cultivo, la localización geográfica, la aplicación de pesticidas, el estadio de la maduración o el procesado y almacenamiento.

**Tabla 1. Composición nutritiva del fruto de acerola**

NUTRIENTES	Contenido por 100g de acerola
<i>Proteínas</i>	0,21 <sup>(41)</sup> - 0,6 <sup>(42)</sup> - 0,8 <sup>(42)</sup> g
<i>Grasas</i>	0,23 <sup>(41)</sup> - 0,5 <sup>(42)</sup> - 0,8 <sup>(42)</sup> g
<i>Carbohidratos</i>	3,57 <sup>(41)</sup> - 6,3 <sup>(42)</sup> - 7,8 <sup>(42)</sup> g
<i>Hierro</i>	0,24 mg <sup>(41)</sup>
<i>Calcio</i>	11,7 mg <sup>(41)</sup>
<i>Fósforo</i>	17,1 mg <sup>(41)</sup>
<i>Tiamina</i>	0,02 mg <sup>(41)</sup>
<i>Riboflavina</i>	0,07 mg <sup>(41)</sup>
<i> Piridoxina</i>	8,7 mg <sup>(41)</sup>
<i>Vitamina C</i>	695 - 4827 mg <sup>(43-44)</sup> 470 - 1655 mg <sup>(45)</sup> 1,79 g <sup>(46)</sup> 885 mg <sup>(18)</sup>
<i>Agua</i>	90,6 <sup>(42)</sup> - 92 <sup>(42)</sup> g
<i>Cenizas</i>	0,4 g <sup>(42)</sup>
<i>Fibra dietética</i>	3 g <sup>(42)</sup>
<i>Energía</i>	17 <sup>(41)</sup> - 27 <sup>(42)</sup> Kcal
<i>Acidez valorable</i>	1,04 - 1,87 g ácido málico <sup>(47)</sup>

**Tabla 2. Compuestos no nutrientes del fruto de acerola.**

NO NUTRIENTES	Contenido por 100g de acerola
<b>Carotenoides totales</b>	0,32 - 40,6 mg <sup>(14)</sup>
<i>β</i> -Caroteno	0,5 - 1,2 mg <sup>(49)</sup>
	441 - 1269 mg <sup>(12)</sup>
<i>α</i> -Caroteno	1,6 - 3,6 mg <sup>(12)</sup>
<i>Luteína</i>	0,1 - 0,2 mg <sup>(49)</sup>
<b>Fenoles totales</b>	861 mg <sup>(18)</sup>
	536 - 4524 mg <sup>(14)</sup>
	140 - 1150 mg <sup>(30)</sup>
<i>Antocianinas</i>	3,79 - 59,74 mg <sup>(51)</sup>
	3,81 - 47,4 mg <sup>(47)</sup>
	2,7-5,23 mg <sup>(30)</sup>
<i>Flavonoles</i>	7-18,5 mg <sup>(47)</sup>

La variabilidad encontrada en los valores de vitamina C por distintos autores puede estar relacionada con el grado de madurez de los frutos. Durante la maduración se produce un descenso en el contenido de vitamina C. Los frutos verdes presentan mayor contenido en vitamina C que los maduros (52).

Butt (53) atribuyó este descenso a la acción de la enzima ácido ascórbico oxidasa (ascorbato oxidasa), y comprobó que la actividad de esta enzima en los frutos maduros es superior que en los verdes.

Las técnicas de procesado y almacenamiento también afectan el contenido de ácido ascórbico de la acerola (54).

Los frutos sufren una pérdida de agua acompañada de un descenso de hasta un 25,2 % en su contenido de ácido ascórbico después de ser recolectados y expuestos directamente al sol durante 8 horas (55).

Sin embargo, la radiación solar, que aumenta la actividad fotosintética de la acerola durante la fase de crecimiento, incrementa el nivel de azúcares en los tejidos de la planta y, como consecuencia, de ácido ascórbico, puesto que éste se sintetiza a partir de las hexosas. Por ello, cuanto mayor es la incidencia de la radiación solar a lo largo del ciclo de la planta, mayor es el contenido de vitamina C de los frutos.

En la **Tabla 3** se muestran valores de vitamina C de otras frutas (los datos corresponden a tablas de composición de alimentos españolas y de América latina). Como se puede observar, la acerola presenta el mayor contenido en vitamina C. El fruto de *Myrciaria dubia* (camu-camu), que se cultiva en la región Amazónica de Perú y Brasil, presenta también un alto contenido de esta vitamina, similar a la acerola.

Mezadri, et al. (13) identificaron 17 pigmentos carotenoides en el fruto de acerola: neoxantina, isómero de neoxantina, neocromo, isómero de neocromo, violaxantina, isómero de violaxantina, luteoxantina, auroxantina, anteraxantina, mutatoxantina, luteína, cis-luteína, b -criptoxantina 5-8-epóxido y 5-6-epóxido, b-criptoxantina, β -caroteno y cis-β -caroteno. Resultados similares se describen en otros estudios (15, 58-60). Entre los carotenoides identificados, el β -caroteno destaca por su alto contenido (40 - 60% de los carotenoides totales). En el zumo se han encontrado valores de hasta un 75% de β -caroteno. Otros carotenoides como neoxantina, neocromo, luteoxantina, auroxantina, anteraxantina, mutatoxantina, cis-luteína, cis-β -caroteno, criptoxantina-5,6-epóxido y criptoxantina-5,8-epóxido se encuentran en menor cantidad, en algunos casos no excede el 5% del contenido total de carotenoides. El perfil de estos pigmentos guarda relación con la presencia de cloroplastos, que se transforman en cromoplastos durante la maduración.

La composición en carotenoide resulta influenciada por la temperatura de la zona de cultivo, se han descrito valores bajos de  $\beta$ -caroteno, b-criptoxantina y a-caroteno en regiones frías del estado de São Paulo (Brazil), en comparación con los valores encontrados en frutas cultivadas en áreas templadas de Pernambuco (60).

El estado de maduración también influye en la concentración de algunos carotenoides. Las frutas maduras presentaron un contenido de  $\beta$ -caroteno de 12  $\mu$ g/g. En frutas parcialmente maduras el valor fue inferior (5  $\mu$ g/g). En cambio, la concentración de luteína fue en éstas últimas ligeramente mayor (2  $\mu$ g/g) que en las maduras (1  $\mu$ g/g) (49).

**Tabla 3. Contenido en vitamina C de distintas frutas**

FRUTAS	CONTENIDO EN VITAMINA C DE FRUTAS	
	Mg/100 mL o 100 g de porción comestible	
	América latina <sup>(42)</sup>	España <sup>(56)</sup>
<i>Fragaria vesca</i>	42,0 - 60,0	64,0
<i>Persea americana</i>	8,0 - 14,0	13,0
<i>Prunus avium</i>	5,6 - 700	15,0
<i>Prunus domestica</i>	4,2 - 36,8	5,8
<i>Cocus nucifera</i>	0,9	0,0
<i>Annona cherimola</i>	3,3 - 19,0	15,0
<i>Ficus carica</i>	0,6 - 15,0	2,7
<i>Diospyros kaki</i>	6,9 - 13,1	16,0
<i>Actinidia chinensis</i>	95,8 - 98,0	71,0
<i>Citrus limonum</i>	37,0 - 77,0	53,0
<i>Citrus reticulata</i>	24,0 - 72,0	30,0
<i>Mangifera indica</i>	19,0 - 80,0	27,7
<i>Malus pumila</i>	1,3 - 11,0	12,0
<i>Cucumis melo</i>	42,0 - 74,0	32,0
<i>Cydonia oblonga</i>	11,0 - 15,0	13,0
<i>Hierba mora</i>	2,4 - 205	17,0
<i>Citrus aurantium</i>	48,0 - 92,3	50,0
<i>Prunus persica</i>	5,0	10,5
<i>Eriobotrya japonica</i>	1,0 - 1,2	10,0
<i>Pyrus communis</i>	4,0 - 7,0	4,6
<i>Ananas comosus</i>	10,0 - 19,9	19,0
<i>Citrus grandis</i>	61,0	44,0
<i>Citrullus lanatus</i>	5,0 - 10,0	6,0
<i>Vitis vinifera</i>	4,0 - 11,0	4,2
<i>Myrciaria d'ubia</i>	4000 <sup>(57)</sup>	
<i>Malpighia emarginata</i>	695 - 4827 <sup>(43-44)</sup>	
	470 - 1655 <sup>(45)</sup>	
	885 <sup>(18)</sup>	
	1790 <sup>(46)</sup>	
Zumo de <i>Malpighia emarginata</i>	43 - 1797 <sup>(50)</sup>	
	1247 - 1845 <sup>(47)</sup>	

Por otra parte, la variedad genotípica de la fruta determina también la composición carotenoide. El genotipo Olivier presentó un contenido significativamente mayor de

carotenoides totales que el genotipo Waldy cati, ambos cultivados en la misma región del estado de São Paulo (Brazil). Esta diferencia se debió a la mayor concentración de los carotenoides principales (excepto la luteína) en Olivier ([ $\beta$ -caroteno] = 1269,4  $\mu\text{g/g}$ ; [ $\alpha$ -caroteno] = 36,7  $\mu\text{g/g}$ ) con respecto a Waldy cati ([ $\beta$ -caroteno] = 441,5  $\mu\text{g/g}$ ; [ $\alpha$ -caroteno] = 16  $\mu\text{g/g}$ ) (12). También se comprobó para las dos variedades genotípicas anteriores que las plantas sometidas a una mayor exposición lumínica, generan una mayor concentración de carotenoides, principalmente  $\beta$ -caroteno (12).

Actualmente existe una escasa información sobre la caracterización de los compuestos fenólicos de la acerola. El contenido fenólico total sí se ha analizado con frecuencia. En la **Tabla 2** se muestran los valores de contenido fenólico total descritos por distintos autores. La amplitud del intervalo obtenido se debe a la influencia de la variedad genotípica de la muestra (14).

La cantidad de fenoles totales varía según el grado de madurez de la fruta, el fruto de acerola madura presentó un valor de 1,35  $\mu\text{g/g}$ ; el contenido fenólico del zumo de acerola inmadura presentó un valor superior (9,2  $\mu\text{g/g}$ ) (17). Factores externos como luz y temperatura también influyen en el contenido de compuestos fenólicos totales (61).

En cuanto al perfil fenólico de la acerola, Hanamura et al. identificaron dos antocianinas, cianidin-3- $\alpha$ -O-ramnósido (C3R) y pelargonidin-3- $\alpha$ -O-ramnósido (P3R), y quercetin-3- $\alpha$ -O-ramnósido (quercitrina). Vendramini y Trugo (11) identificaron los siguientes compuestos en el fruto: ácido *p*-cumárico, ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido clorogénico, kaempferol y quercetina. Riguetto et al. (17) determinó la presencia de catequina, ácido gálico, ácido cumárico, ácido siríngico, ácido cafeico y ácido ferúlico en zumos de acerola inmadura. Mezadri (50) identificó los compuestos furfural, procianidina B1, ácido clorogénico, galato de (-)-epigallocatequina, (-)-epicatequina y rutina.

Con respecto a los antocianos totales, en la **Tabla 2** se indican los valores de concentración obtenidos por diversos autores. Estos valores son menores que los detectados en otros zumos de frutas como el de *Fragaria vesca* (55,7  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ ) (62) y el de *Coriandrum sativum* (12,8 - 21,7  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ ) (63). Price y Wrolstad (64) midieron cantidades excepcionales de antocianos en el zumo de una variedad de *Theristicus caudatus* denominada "Royal Okanogan Huckleberry" (530  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ ).

Vendramini y Trugo (11) identificaron en la piel de la acerola los antocianos malvidina 3,5-diglicosilada, cianidina 3-glicosilada y pelargonidina, con un contenido total de 37,5  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ . Estos autores proponen que la piel puede ser utilizada como fuente de pigmento natural.

Los antocianos, como muchos otros pigmentos naturales, son inestables frente a las variaciones de diversos factores como la temperatura, el oxígeno, el pH, la interacción con otros componentes del alimento. Generalmente, son más estables en condiciones ácidas. Cuando se degradan, la fruta sufre una pérdida de color, seguida de la formación de color marrón y de productos insolubles (65-66).

Los compuestos responsables del aroma del fruto han sido aislados e identificados por cromatografía de gases y espectrometría de masas. Entre los 46 compuestos correspondientes a la fracción volátil, los alcoholes (3-metil-3-butenol, 3-metil-1-butanol y 2-metil-1-butanol) son los predominantes. Compuestos aromáticos y ésteres participan también en el aroma de la fruta. Entre las 42 agliconas identificadas por primera vez, los alcoholes y los norisoprenoides alifáticos son los componentes principales. La hidrólisis de estas agliconas puede aumentar el aroma de la acerola (67).

### Usos, Producción y Aspectos Económicos de la Acerola

La fruta puede consumirse fresca, aunque por la acidez de la pulpa no resulta la forma más frecuente de consumo. Así, generalmente se elaboran zumos, mermeladas, helados, compotas, gelatinas, confituras, dulces y licores. En Sudamérica es



comúnmente empleada como saborizante en helados, bebidas y cócteles. En la industria se utiliza también en muchas vitaminas comerciales, para la elaboración de concentrados, en nutracéuticos, principalmente por su contenido en vitamina C y como fortificador del ácido ascórbico en otros zumos de frutas pobres en esta vitamina. Matsuura y Rolim (68), aumentaron cinco veces la cantidad de vitamina C del zumo de piña añadiendo un 5 - 10% de zumo de acerola, preservando además las características sensoriales del zumo de piña original.

Estudios recientes han demostrado que la acerola presenta actividad antioxidante basada en su capacidad de secuestrar radicales libres (69-70), siendo así adecuada para la prevención de enfermedades relacionadas con la edad, tales como hipertensión (71-72), distintos tipos de cáncer (73-75), arteriosclerosis e infarto de miocardio (71).

Extractos de acerola presentaron valores de actividad antioxidante elevada mediante su evaluación por los siguientes métodos de medida: ensayo basado en la inhibición de la peroxidación inducida por cobre en liposomas, y ensayo basado en la inhibición de la co-oxidación de ácido linoleico y  $\beta$ -caroteno (18).

Los compuestos cianidin-3- $\alpha$ -O-ramnósido, pelargonidina-3- $\alpha$ -O-ramnósido y quercetin-3- $\alpha$ -O-ramnósido, identificados en extractos de acerola, presentaron actividad antioxidante *in vitro* relacionada con su capacidad secuestradora del radical  $O_2^-$  y su efecto inhibidor de  $\alpha$ -glucosidasa y de formación de derivados avanzados de glicosilación, ambos parámetros indican que la acerola es beneficiosa para prevenir la prevenir diabetes mellitus (10). Zumos de acerola mostraron actividad antioxidante medida como inhibición de la oxidación de linoleato de metilo (17).

En relación con otros alimentos, los valores de actividad antioxidante obtenidos con el método ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) para la pulpa y el zumo de acerola (valor medio de 57,8 mM) (50) son superiores a los obtenidos con el mismo método en otros zumos o productos vegetales como naranja (5,8 mM) (76), gazpacho (1,2 mM), arándanos (38,3 mM) y zarzamora (26,5 mM) (77). Los valores de actividad antioxidante obtenidos con el método DPPH

(2,2-difenil-1-picrilhidrazil) para las mismas muestras de acerola (74,3 mM) (50) fueron mayores que los encontrados para el vino (6-8 mM) (78-79), infusiones de té verde (8,3 mM) (80) y granada (28 mM) (81). Los valores de actividad antioxidante obtenidos con el método ORAC (Capacidad de Absorbancia de Radicales de Oxígeno) en dichas muestras (51,2 mM) (50) fueron también superiores a los obtenidos con el mismo método para coliflor (17.7 mM), fresa (15.4 mM) y espinaca (12.6 mM) (82), y similares a los valores de arándanos (83).

El crecimiento relativamente rápido de la acerola, su producción de varias cosechas al año y su elevada concentración en vitamina C, así como su contenido en carotenoides y antocianinas, ha propiciado un sensible incremento de su consumo en los últimos años despertando un gran interés económico sobre el cultivo de esta planta (3).

Actualmente Brasil es el principal productor mundial de esta fruta, que comercializa en forma de pulpa y frutos congelados. En 1996 produjo 32.990 toneladas de acerola (84). La región brasileña de mayor producción corresponde al sureste, seguido de la región noreste y norte, ambas caracterizadas por grandes áreas de cultivo vinculadas a agro-industrias. Por último, la región sur está formada por pequeñas propiedades, pero con un gran potencial de mercado (52). Otras plantaciones comerciales importantes se localizan en Puerto Rico, Florida y Hawai (39, 85).

El interés comercial que presenta el cultivo de acerola a escala industrial, se explica por el aumento del consumo interno y de la demanda externa. Esto ha favorecido la aparición de pequeños productores que cuentan con una plantación de fácil cultivo, contribuyendo al desarrollo de regiones más desfavorecidas de Sudamérica y fomentando el empleo agrario.

Uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores de acerola es la gran sensibilidad de los frutos maduros después de su recolección y durante el proceso de comercialización. La rapidez en su maduración hace frágil la piel de la acerola, por lo que cualquier daño mecánico provoca su ruptura con facilidad iniciándose la fermentación de la pulpa. Para evitar estos inconvenientes se exigen cuidados especiales de recolección y almacenamiento que, por otra parte, encarecen y dificultan la explotación comercial (86-87).

Entre los compradores externos de la acerola brasileña destaca el mercado japonés, seguido de Estados Unidos y Europa. En Japón, la acerola es procesada y utilizada para la fabricación de suplementos vitamínicos y para la fortificación de otros zumos. En Europa, concretamente en Alemania, Francia, Bélgica y Hungría, la acerola se emplea básicamente para enriquecer zumos. En Estados Unidos su utilización principal es como complemento vitamínico en la industria farmacéutica. Otro mercado prometedor es el de América Latina, principalmente Argentina, Chile y Uruguay. Argentina, por ejemplo, es un gran comprador de zumos de acerola (88).

La producción de acerola presenta una gran variabilidad en cuanto a la composición y características vegetativas de los frutos. Esta planta todavía no posee variedades homogéneas (89). Las plantas de acerola muestran una gran variabilidad genética como consecuencia de la extensa propagación de sus semillas (12). Características tales como precocidad, hábito de crecimiento y floración, productividad, capacidad de enraizamiento y calidad de la fruta son diversas según la variedad de estudio. Resulta de gran interés la detección y selección de plantas cuyo genotipo produzca los valores más óptimos de dichas variables para construir clones comerciales de gran valor para el consumo, por su agradable palatabilidad y contenido en compuestos beneficiosos para el organismo, tales como flavonoides y vitamina C (2, 27, 3, 24-25). En un estudio se evaluaron las características de 34 variedades de acerola, seleccionadas a su vez entre más de un millón de la zona árida del estado Lara (Venezuela). Un total de 7 plantas reunieron en mayor grado los valores positivos de los aspectos analizados (índice de floración, índice de fructificación, contenido en ácido ascórbico, acidez y sólidos solubles totales), por lo que representan un valioso potencial hortícola para ser propagadas vegetativamente (28).

### **Métodos de Búsqueda y Recopilación de Datos**

Los trabajos consultados para la elaboración del presente estudio de revisión bibliográfica han sido localizados mediante los siguientes recursos:

- Software SciFinder Scholar Versión 2004, que es un Buscador Internacional de trabajos científicos (American Chemical Society Ed.).
- Recursos Electrónicos de la Biblioteca de la Universidad de Sevilla (búsqueda por orden alfabético, por materias, por proveedor): [http://bib.us.es/recursos/recursos\\_e.asp](http://bib.us.es/recursos/recursos_e.asp)
- Base de Datos de la Red de Bibliotecas del CSIC: <http://www.csic.es/cbic/cbic.htm>

Asimismo, los trabajos analizados han sido proveídos en su totalidad por los fondos de la Biblioteca del Instituto de la Grasa (CSIC) (Avda. Padre García Tejero, 4 41012 Sevilla, España), la Universidad do Vale do Itajaí (Santa Catarina, Brazil), que ha proporcionado trabajos editados en su país, y los recursos electrónicos anteriormente citados.

### **REFERENCIAS**

1. Couceiro EM. Curso de extensão sobre a cultura da acerola. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco 1985; 45.
2. Ledin RB. The Barbados or West Indian cherry. Gainesville: University of Florida

1958; 594: 28-38.

3. Alves RE, Menezes JB, Silva SM. Colheita e pós-colheita da acerola. In: São José AR, Alves RE (Ed.). *Acerola no Brasil: produção e mercado*. Vitória da Conquista: UESB 1995 p. 77-89.

4. Dean, R.T.; FU, S.; Stocker, R.; Davies, M.J. Biochemistry and pathology of radical-mediated protein oxidation. *Biochem. J.* 1997; 324: 1-18.

5. Diplock, A.T. Antioxidants and disease prevention. In: *Molecular Aspects of Medicine* 1994; 15: 295-376 (H. Baum, editor). Oxford and New York: Pergamon Press.

6. Wiseman, H.; Halliwell, B. Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: role in inflammatory disease and progression to cancer. *Biochem. J.* 1996; 313: 17-29.

7. Bendich, A.; Machlin, L.J.; Scandurra, O.; Burton G.W.; Wayner, D.D.M. The antioxidant role of vitamin C. *Free Rad. Biol. & Med.* 1986; 2: 419-444.

8. Weber, P.; Bendich, A.; Schalch, W. Vitamin C and human health – a review of recent data relevant to human requirements. *Inter. J. Vit. Nutr. Res.* 1996; 66: 19-30.

9. Kanner, J.; Frankel, E.; Granit, R.; German, B.; Kinsella, J.E. Natural antioxidants in grapes and wines. *J Agric Food Chem* 1994; 42: 64-69.

10. Hanamura T, Hagiwara T, Kawagishi H. Structural and Functional Characterization of Polyphenols isolated from Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) Fruit. *Biosci Biotechnol Biochem* 2005 ; 69 : 280-286.

11. Vendramini AL, Trugo LC. Phenolic compounds in acerola fruit (*Malpighia puniceifolia*, L.). *J Braz Chem Soc* 2004; 15: 664-668.

12. De Rosso VV, Mercadante AZ. Carotenoid composition of two Brazilian genotypes of acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) from two harvests. *Food Res Int* 2005; 38: 1073-1077.

13. Mezdari T, Perez-Galvez A, Hornero-Mendez D. Carotenoid pigments in acerola fruits (*Malpighia emarginata* DC.) and derived products. *Eur Food Res Technol* 2005; 220: 63-69.

14. Lima VLAG, Mélo EA, Maciel MIS, Prazeres FG, Musser RS, Lima DES. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. *Food Chem* 2005; 90: 565-568.

15. Azevedo-Meleiro CH, Rodríguez-Amaya DB. Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. *J Food Comp Anal* 2004; 17: 385-396.

16. Pino JA, Marbot L. Volatile flavor constituents of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) Fruti. *J Agric Food Chem* 2001; 49: 5880-5882.

17. Riguetto AM, Netto FM, Carraro F. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Juices from Mature and Immature Acerola (*Malpighia emarginata* DC). *Food Sci Tech Int* 2005; 11: 315-321.

18. Hassimotto NMA, Genovese I, Lajolo FM. Antioxidant Activity of Dietary Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulp. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 2928-2935.

19. Hazak JC, Harbertson JF, Adams DO, Lin CH, Ro B. The phenolic components of grape berries in relation to wine composition. *Acta Horticulturae* 2005; 689: 189-196.
20. Kim MY, Iwai K, Matsue H. Phenolic compositions of *Viburnum dilatatum* Thunb. fruits and their antiradical properties. *J Food Comp and Anal* 2005; 18: 789-802.
21. Morello JR, Romero MP, Ramo T, Motilva MJ. Evaluation of L-phenylalanine ammonia-lyase activity and phenolic profile in olive drupe (*Olea europaea* L.) from fruit setting period to harvesting time. *Plant Science* 2005; 168: 65-72.
22. Chinnici F, Bendini A, Gaiani A, Riponi C. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. Golden Delicious apples as related to their phenolic composition. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 4684-4689.
23. Kosar M, Kafkas E, Paydas S, Baser K, Huesnue C. Phenolic composition of strawberry genotypes at different maturation stages. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 1586-1589.
24. Arostegui F, Asenjo C, Muñiz A, Alemany L. Observations and data on promising selection of West Indian Cherry, *Malpighia punicifolia* L. *J Agric of Univ PR* 1955; 39: 51-56.
25. Bosco J, Neto M, Aguiar S, Melo A, Baros R. Pesquisa e estensao com Acerola na Paraiba. En: SAO JOSÉ AR, ALVES RE, editores. *Acerola No Brasil*. Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia. Bahia, Brasil 1995, pp 124-129.
26. Ledin RB. The Barbados or West Indian cherry. Gainesville: University of Florida 1958; 594: 28-38.
27. Nakasone H, Yamane G, Miyashita P. Selection, evaluation and naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars. *Hawaii Agric. Exp. St. University of Hawaii* 1968; 65: 19.
28. Laskowski LE, Bautista D. Evaluacion de características vegetativas, productivas y de calidad de la fruta de plantas de semeruco cultivadas en zonas áridas. *Agron Trop* 1997; 48: 239-249.
29. Asenjo CF. Aspectos químicos y nutritivos de la acerola (*Malpighia punicifolia* L.). *Revista Hispano Americana de Ciencias Puras y Aplicadas*. México 1959; 19:109-118.
30. Ostendorf FW. The West Indian cherry. *Tropical abstracts*, Amsterdam. 1963; 18: 145-150.
31. Plumier C. *Nova Plantarum Americanarum Genera*. 1703
32. Linneo C. "Species Plantarum". 1753.
33. Vivaldi J. The systematic *Malpighia* L. Thesis of Degree of Doctor or Philosophy. Fac. of Graduate School of Cornell University 1979.
34. Alves RE, Menezes JB. Botânica da aceloreira. En: SÃO JOSÉ AR, ALVES RE, editores. *Acerola no Brasil: produção e mercado*. Vitória da Conquista - BA, UESB 1995, pp 160.
35. Alves RE. Características das frutas para exportação. En: *Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural. Programa de apoio à produção e exportação de frutas, hortaliças, flores e plantas ornamentais. Brasília:

EMBRAPA 1996, pp 30.

36. Alves RE, Menezes JB, Chitarra AB, Chitarra MIF. Atividade respiratória e características físico-químicas e químicas de acerolas (*Malpighia emarginata* DC.) em diferentes estádios de maturação. *Agropecuária Técnica* 1992; 13: 77-89.

37. Speirs J, Brady CJ. Modification of gene expression in ripening fruit. *Aust J Plant Physiol* 1991; 18: 519-532.

38. Manica I, Carvalho RIN. Acerola pesquisa e extensão no Rio Grande do Sul. En: São José AR, Alves RE, editores. *Acerola no Brasil: produção e mercado*. Vitória da Conquista - BA, UESB 1995, pp 160.

39. Netto ML. *Acerola o Cereja Tropical*. Nobel/Dier-berger. Sao Paulo 1986:94.

40. Simão S. Cereja das Antilhas. En: SIMÃO, S editor. *Manual de Fruticultura*. São Paulo: Agronômica Ceres 1971; 15: 477-485.

41. Assis SA, Lima DC, Oliveira OMMF. Acerola's pectin methylesterase: studies of heat inactivation. *Food Chem* 2000; 71: 465-467.

42. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (Tabla de composición de alimentos de América Latina) <http://www.rlc.fao.org/bases/alimentos/busca.asp>

43. Gomes E, Dilermando P, Martins ABG, Ferraudo AS. Análise de grupamentos e de componentes principais no processo seletivo em genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.). *Rev Bras Frutic* 2000; 22: 36-39.

44. Santos ARL, Reinhardt DH, Silveira WR, Oliveira JRP, Caldas RC. Qualidade pós-colheita de acerola para processamento, em função de estádios de maturação e condições de armazenamento. *Rev Bras Frutic* 1999; 21: 365-371.

45. Oliveira MEB, Bastos MSR, Feitosa T, Branco MAAC, Silva MGG. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 1999; 19: 326-332.

46. Visentainer JV, Vieira OA, Matsushita M, De Souza NE. Physico - chemical characterization of acerola ( *Malpighia glabra* L.) produced in Maringa, Parana State, Brazil. *Arch Latinoam Nutr* 1997; 47: 70-2.

47. Musser RS. Caracterização de acessos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) do Banco Ativo de Germoplasma da UFRPE em Pernambuco. Ph. D. Thesis, UFRPE, Recife.

48. Mezquita PC, Vigoa YG. La acerola. Fruta marginada de América con alto contenido en ácido ascórbico. *Alimentaria* 2000, pp113-125.

49. Porcu OM, Rodríguez-Amaya DB. Carotenóides de Acerola: Efeito de Estágio de Maturação e Remoção de Película. En: V Simposio Latinoamericano de Ciencia de Alimentos. Campinas, SP, Brazil 2003. 10-14 Nov.

50. Mezadri T. Evaluación de la actividad antioxidante de frutos de acerola (*Malpighia emarginata* DC) y sus derivados. 2005 Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

51. Lima VLAG, Mélo EA, Maciel MIS, Lima DES. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de 12 frutos de diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC.). *Cienc Tecnol Aliment* 2003; 23: 101-103.

52. Nogueira RJMC, Moraes JAPV, Burity HA, Silva Junior JF. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas da acerola. *Pesq Agropec Bras* 2002; 37: 463-470.
53. Butt VS. Direct oxidases and related enzymes. En: Stumpf PK, Conn EE, editores. *The biochemistry of plants. A comprehensive treatise*. New York: Academic; 1980; 2: 81-123.
54. Carvalho IT, Guerra NB. Suco de acerola - estabilidade durante o armazenamento. En: São José AR, Alves RE, editores. *Acerola no Brasil: produção e mercado*. Vitória da Conquista - BA, UESB 1995, pp 160.
55. Nakasone HI, Miyashita RK, Yamane GM. Factors affecting ascorbic acid content of acerola. *Am Soc Hortic Sci* 1966; 89: 161-164.
56. SENBA (Sociedad española de nutrición básica y aplicada) (Tablas de composición de alimentos).
57. Hernández LE, León J. Cultivos Marginados Otra Perspectiva de 1492. En: Hernández LE, León J, editores. *Colección FAO: Producción y protección vegetal*; 1992; 46: 16-30.
58. Agostini-Costa TDS, Luciana Nobre De Abreu LN, Guimaraes Rossetti A. Effect of freezing and storing time of pulp of acerola on the carotenoid contents. *Rev Bras Frutic* 2003; 25: 56-58.
59. Godoy HT, Rodriguez-Amaya DB. Occurrence of cis isomers of provitamin A in Brazilian fruits. *J Agric Food Chem* 1994; 42: 1306-1313.
60. Cavalcante ML, Rodriguez-Amaya DB. Carotenoid composition of the tropical fruits *Eugenia uniflora* and *Malpighia glabra*. En: Charalambous G editor. *Food Science and Human Nutrition*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers 1992, pp 643-650.
61. Macheix JJ, Fleuriet A, Billot J. *Fruits phenolics*. 1990. Boca Raton: CRC Press, Inc.
62. Torreggiani D, Forni E, Guercilena I, Maestrelli A, Bertolo G, Archer GP, Kennedy CJ, Bone S, Blond G, Contreras-Lopez E, Champion D. Modification of glass transition temperature through carbohydrates additions: effect upon colour and anthocyanin pigment stability in frozen strawberry juices. *Food Res Int* 1999; 32: 441-446.
63. Mondello L, Cotroneo A, Errante G, Dugo G, Dugo P. Determination of anthocyanins in blood orange juices by HPLC analysis. *J Pharm & Biomed Anal* 2000; 23: 191-195.
64. Price CL, Wrolstad RE. Anthocyanin pigments of Royal Okanogan huckleberry juice. *J Food Sci* 1995; 60: 369-74.
65. Hendry GAF, Houghton JD. *Natural Food Colorants*. Blackie Academic London 1996, pp 1-103.
66. Bridle PL, Timberlake CF. Anthocyanins a natural food colours selected aspects. *Food Chem* 1997; 58: 1-2.
67. Boulanger R, Crouzet J. Identification of the aroma components of acerola (*Malpighia glabra* L.): free and bound flavour compounds. *Food Chem* 2001; 74: 209-216.
68. Matsuura FCA, Rolim RB. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. *Rev Bras Frutic* 2002; 24: 138-141.

69. Berliner JA, Heinecke JW. The role of oxidized lipoproteins in atherogenesis. *Free Rad Biol Med* 1996; 20: 707-727.
70. Hwang J, Sevanian A, Hodis HN, Ursini F. Synergistic inhibition of LDL oxidation by phytoestrogens and ascorbic acid. *Free Rad Biol Med* 2000b; 29: 79-89.
71. Hwang J, Peterson H, Hodis HN, Choi B, Sevanian A. Ascorbic acid enhances 17  $\beta$ -estradiol-mediated inhibition of oxidized low density lipoprotein formation. *Atherosclerosis* 2000a; 150: 275-284.
72. Hwang J, Hodis HN, Sevanian A. Soy and alfalfa phytoestrogen extracts become potent low-density lipoprotein antioxidants in the presence of acerola cherry extract. *J Agric Food Chem* 2001; 49: 308-314.
73. Hecht SS. Approaches to cancer prevention based on an understanding of N-nitrosamine carcinogenesis. *Proc Soc Exp Biol Med* 1997; 216: 181-191.
74. Nagamine I, Akiyama T, Kainuma M, Kumagai H, Satoh H, Yamada K, Yano T, Sakurai H. Effect of acerola cherry extract on cell proliferation and activation of ras signal pathway at the promotion stage of lung tumorigenesis in mice. *J Nutr Sci Vitaminol* 2002; 48: 69-72.
75. Motohashi N, Wakabayashi H, Kurihara T, Fukushima H, Yamada T, Kawase M, Sohara Y, Tani S, Shirataki Y, Sakagami H, Satoh K, Nakashima H, Molnár A, Spengler G, Gyémánt N, Ugocsai K, Molnár J. Biological activity of Barbados cherry (*Acerola* fruits, fruit of *Malpighia emarginata* DC) extracts and fractions. *Phytother Res* 2004; 18: 212-223.
76. Proteggente AR, Saija A, Pasquale A, Rice-Evans CA. The compositional characterisation and antioxidant activity of fresh juices from Sicilian sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) varieties. *Free Rad Res* 2003; 37: 681-687.
77. Sellapan S, Akoh CC, Krewer G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-Grown blueberries and blackberries. *J Agric Food Chem* 2002; 50: 2432-2438.
78. Fogliano V, Verde V, Randazzo G, Ritieni A. Method for Measuring Antioxidant Activity and Its Application to Monitoring the Antioxidant Capacity of Wines. *J Agric Food Chem* 1999; 47: 1035-1040.
79. Ghiselli A, Nardini M, Baldi A, Scaccini C. Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. *J Agric Food Chem* 1998; 46: 361-367.
80. Prior RL, Cao GH. Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: a review. *J AOAC Inter* 2000; 83: 950-956.
81. Gil MI, Tomás-Barberán FT, HESS-PIERCE B, HOLCROFT DM, KADER AA. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 4581-4589.
82. Cao G, Sofic E, Prior RL. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *J Agric Food Chem* 1996; 44: 3426-3431.
83. Howard LR, Clark JR, Brownmiller C. Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season. *J Sci Food Agric* 2003; 83: 1238-1247.
84. Oliveira JRP, Soares FILHO WS. Situação da cultura da acerola no Brasil e ações da

Embrapa Mandioca e Fruticultura em recursos genéticos e melhoramento. En: Simpósio de Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste do Brasil. Petrolina, PE, Brazil: EMBRAPA Semi-Árido 1998.

85. Asenjo C. Acerola. En: Shaw eds. Tropical and subtropical fruits. AVI. Publishing, INC. Westport, Connecticut; 1980, pp 341-374.

86. Carvalho RIN, Manica I. Acerola, composição, armazenamento de frutas. Cuadernos de Horticulturas (UFRGS). Rio Grande do Sul 1993; 1: 143.

87. Moscolo CC. West Indian cherry richest know source of natural vitamin C. Econ Bot 1956; 10: 280-294.

88. Bliska FMM, Leite RSSF. Aspectos econômicos e de mercado. En: SÃO JOSÉ AR, ALVES RE, editores. Acerola no Brasil: produção e mercado. Vitória da Conquista - BA, UESB; 1995, pp 160.

89. Matsuura FCAU, Cardoso RL, Folegatti MIS, Oliveira JRP, Santos DB. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). Rev Bras Frutic 2001; 23: 602-606.

---

© **2010 Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

**Apartado 62.778, Chacao  
Caracas 1060, Venezuela, S.A.  
Fax: (58.212)286.00.61**



[pahef@paho.org](mailto:pahef@paho.org)