



CARACTERIZACIÓN DE ACEROLA PARA SU USO COMO INGREDIENTE EN LA FORMULACION DE ALIMENTOS.

Javier Martínez Simó, Angel Luis Argüelles Foix ¹, Ana Belén Heredia Gutiérrez¹.

RESUMEN.

A pesar de que la Acerola está considerada, de entre todas las frutas, como una de las mayores fuentes naturales de vitamina C y otros compuestos fitoquímicos como es el caso de carotenoides y polifenoles, su disponibilidad y consumo está limitado consecuencia de su facilidad para el deterioro y los tratamientos de conservación que se le aplican.

Mediante la realización del presente trabajo se ha procedido a estudiar el efecto de diversos tratamientos térmicos, liofilización y secado por aire caliente a diferentes temperaturas (60-80°C), sobre ciertas propiedades fisicoquímicas, nutricionales y funcionales de la acerola y todo ello con vistas a evaluar su posible empleo como ingrediente “saludable” en la producción de alimentos funcionales.

Para la realización del estudio se partió de fruta entera congelada, la cual una vez descongelada ha servido como referencia. Finalizados los tratamientos aplicados, se analizó el contenido en humedad, actividad de agua, grados Brix, conductividad eléctrica, pH, color, contenido en vitamina C, carotenoides, flavonoides, fenoles y capacidad antioxidante.

De los resultados obtenidos se desprende que, la liofilización es el tratamiento que mejor conserva, en el producto final, las propiedades nutricionales (contenido en vitamina C, carotenoides, flavonoides y fenoles) y funcionales (capacidad antioxidante). En cuanto a las propiedades ópticas, no se aprecian diferencias significativas en relación con la luminosidad, croma y tono de los productos obtenidos en función de los distintos tratamientos aplicados.

Así pues, la acerola liofilizada, en base al estudio realizado, presenta una elevada capacidad antioxidante lo que la convierte en una posible opción para ser empleada como ingrediente funcional en la elaboración de diversos alimentos.

PALABRAS CLAVE: Acerola, vitamina C, capacidad antioxidante, alimentos funcionales, liofilización, secado por aire caliente.

RESUM.

A pesar que l'atzerola està considerada, d'entre totes les fruites, com una de les majors fonts naturals de vitamina C i altres compostos fitoquímics com és el cas de carotenoides i polifenols, la seua disponibilitat i consum està limitat conseqüència de la seua facilitat per al deteriorament i els tractaments de conservació que si li apliquen.

¹ Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IU-IAD). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.

Per mitjà de la realització del present treball s'ha procedit a estudiar l'efecte de diversos tractaments tèrmics, liofilització i assecat per aire calent a diferents temperatures (60-80°C), sobre certes propietats fisicoquímiques, nutricionals i funcionals de l'atzerola i tot això amb vista a avaluar el seu possible us com a ingredient "saludable" en la producció d'aliments funcionals.

Per a la realització de l'estudi es va partir de fruita sencera congelada, la qual ha servit com a referència una vegada descongelada. Finalitzats els tractaments aplicats, es va analitzar el contingut en humitat, activitat d'aigua, graus Brix, conductivitat elèctrica, pH, color, contingut en vitamina C, carotenoides, flavonoides, fenols i capacitat antioxidant.

Dels resultats obtinguts es desprèn que, la liofilització és el tractament que millor conserva, en el producte final, les propietats nutricionals (contingut en vitamina C, carotenoides, flavonoides i fenols) i funcionals (capacitat antioxidant). En quant a les propietats òptiques, no s'aprecien diferències significatives en relació amb la lluminositat, cromà i to dels productes obtinguts en funció dels distints tractaments aplicats.

Així, doncs, l'atzerola liofilitzada, basant-se en l'estudi realitzat, presenta una elevada capacitat antioxidant el que la converteix en una possible opció per a ser empleada com a ingredient funcional en l'elaboració de diversos aliments.

PARAULES CLAU: Atzerola, vitamina C, capacitat antioxidant, aliments funcionals, liofilització, assecat per aire calent.

ABSTRACT.

Although Acerola is considered, among all fruit, as one of the major sources of vitamin C and other phytochemicals such as polyphenols and carotenoids, its availability and use is limited because of its ease of deterioration and conservation treatments applied to it.

This analysis has been developed to study the effect of various heat treatments, freeze drying and hot air drying at different temperatures (60-80 °C) on some physico-chemical, nutritional and functional properties of acerola with the aim to evaluate its possible use as "healthy" ingredient in the production of functional foods.

Whole frozen fruit was used for the study. The moisture content, water activity, Brix, electrical conductivity, pH and colour, content of vitamin C, carotenoids, flavonoids, phenols and antioxidant capacity were analyzed once treatments were completed.

According to the results, it can be concluded that freeze drying is the treatment that best preserves the nutritional properties (content of vitamin C, carotenoids, flavonoids and phenols) and the functional properties (antioxidant capacity) of the final product. As to the optical properties, no significant differences were observed in the brightness, chroma and hue of the products obtained according to the different treatments applied.

The freeze-dried acerola has a high antioxidant capacity that makes it an option to be used as a functional ingredient in the preparation of various foods.

KEYWORDS: Acerola, vitamin C, antioxidant activity, functional foods, freeze-drying, hot air drying.



INTRODUCCIÓN.

Las evidencias científicas que relacionan alimentación y salud se han multiplicado durante los últimos 10 años, aumentando de esta forma el interés del consumidor por los efectos que la dieta pueda ejercer sobre la disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y otras patologías.

Así pues, la búsqueda de alimentos y / o ingredientes funcionales y nutracéuticos es un reto para la ciencia y tecnología de los alimentos siendo, las frutas y vegetales, las especies que mejor cumplen con estas características, ya que su consumo se ha relacionado de forma inversa y proporcional con el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, crónicas y degenerativas (Tapas et al., 2008).

En la actualidad, la fruta de acerola (*Malpighia emarginata* DC), también llamada “Acerola”, “Cereza de Barbados” o “Cereza de las Antillas”, está comenzando a despertar un gran interés, tanto en la industria agroalimentaria como en la farmacéutica, consecuencia de los efectos beneficiosos que su ingesta tiene sobre la salud de los consumidores. Se trata de un fruto de geometría esférica, con un diámetro que oscila entre 2 a 5 cm y cuya pulpa carnosa está rodeada por una fina piel que se reblandece y madura rápidamente. En las etapas iniciales de su maduración la fruta presenta un color verde, el cual evoluciona a amarillo-rojizo y finalmente a rojo- púrpura a medida que esta avanza (Assis et al., 2001).

La importancia actual de la acerola se ha relacionado con su carácter nutricional y propiedades terapéuticas (antioxidantes, antimutagénicas y anticancerígenas) que presenta, como consecuencia de su elevado contenido en vitamina C, el cual puede variar entre 1.247,10 a 1.845,79 mg / 100 g (Lima et al., 2005), así como por su alto contenido en otros nutrientes como es el caso de: carotenoides, tiamina, riboflavina, niacina y sales minerales, principalmente de hierro, calcio y fósforo (Muller *et al.*, 2010; Rufino *et al.*, 2010), si bien es cierto que su composición global depende de diversos factores como puedan ser: condiciones climáticas, localización geográfica, estado de maduración, procesado y almacenaje (Mezadri et al., 2005).

La vitamina C, considerada uno de los más potentes y menos tóxico de los antioxidantes naturales existentes, es importante para el sistema inmunológico ya que ayuda a paliar las infecciones, además de intervenir en la formación de colágeno, el cual resulta esencial para la integridad de todos los tejidos fibrosos. Además, 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) (Contreras Contreras-Calderón *et al.*, 2010).

A día de hoy, Brasil es el mayor productor, consumidor y exportador, a nivel mundial, de acerola, sin embargo, 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 de esta forma la fermentación de la pulpa y el deterioro del producto. Como

consecuencia de lo comentado, el empleo de acerola, por parte de la industria agroalimentaria, queda reducido a la producción de jarabes y zumos procesados así como a la obtención de frutos y pulpa congelada para su posterior empleo en la elaboración de mermeladas compotas, confituras y dulces, si bien es cierto que, esta última opción, se limita y / o circunscribe a la comercialización y distribución, de forma interna, en el propio país productor, todo ello como consecuencia de los elevados costes económicos que conlleva el transporte y conservación de dichas materias primas congeladas (Marques et al., 2007; Lima et al., 2009).

Así pues, debido al gran interés que ha despertado recientemente el fruto de acerola entre los consumidores e investigadores, debido a su alto contenido en vitamina C así como de otros compuestos fitoquímicos, resulta de gran interés socioeconómico tratar de detectar nuevas opciones de consumo y uso de la acerola, máxime cuando en la actualidad no existen aplicaciones comerciales en el área de los alimentos funcionales a pesar del carácter “saludable” que muestra el producto en relación a su composición y su elevada capacidad antioxidante.

El objetivo del trabajo es analizar el efecto que, sobre ciertas características fisicoquímicas, nutricionales y funcionales, tiene la aplicación de distintos tratamientos térmicos de conservación como es el caso de la liofilización y el secado por aire caliente. Se trata de un estudio previo y necesario en la búsqueda de nuevas alternativas de utilización de la acerola como posible ingrediente funcional en la formulación de alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima.

Como materia prima se parte de fruta de acerola (*Malpighia Emarginata*) congelada a - 10°C, procedente de Brasil.

Referencia

Como referencia se prepara una muestra que consiste en un triturado de acerola (piel, pulpa y semillas) descongelada durante 1h a temperatura ambiente, se almacena envasada al vacío a 5°C.

Secado por aire caliente.

Para la obtención del polvo de acerola se procede al secado de la fruta, previamente se descongela a temperatura ambiente (25°C) durante una hora. Una vez descongelada se procede a preparar la muestra con el fin de realizar el secado, empleando 50 acerolas cortadas por la mitad para cada ensayo. Se realizan dos secados a diferentes temperaturas de 60 y 80°C, empleando un horno de secado (modelo “Prebatem”, JP Selecta, s.a., Barcelona). Durante el proceso se toman valores del peso de 10 mitades para realizar el seguimiento del contenido en humedad (método 934.06; AOAC 1990). Se anotan los valores cada 10 min hasta la primera hora, y después cada 20 min, para obtener las curvas de secado de los dos ensayos. Al representar la pérdida de peso durante el tiempo de secado se obtiene un tiempo de 300 min para

alcanzar el valor mínimo de humedad en la fruta. Una vez secada la fruta, se tritura mediante el uso de una trituradora (Thermomix TM31, Vorwerk, Alemania), a velocidad máxima durante 5 min. El polvo de acerola se envasa a vacío en bolsas de poliamida/polipropileno, y se almacena a temperatura de refrigeración (5°C) para conservar sus propiedades.

Liofilización.

Partiendo de la acerola congelada, se emplean 50 frutas para obtener el granizado mediante el uso de una trituradora (Thermomix TM31, Vorwerk, Alemania). El resultado del triturado se introduce en un congelador a -40°C durante un día, una vez a esta temperatura se procede al secado de la acerola congelada mediante un liofilizador (modelo Lioalfa 6, Telstar) durante 48 horas. El polvo de acerola se envasa a vacío en bolsas de poliamida/polipropileno, y se almacena a temperatura de refrigeración (5°C).

Caracterización fisicoquímica.

Se analiza la actividad del agua de las muestras utilizando un Aqualab medidor de actividad de agua (modelo CX-3, Aqualab, CA, USA), los °Brix mediante un refractómetro digital HI 96801 (Hanna Instruments, RI, USA). Para el pH se disuelve 1 g de muestra en 9 g de agua destilada, y mediante un phmetro (modelo PCE-228, PCE Iberica S.L.) se mide el pH. Se determina la humedad de las muestras acorde con el método 934.06, AOAC (1990), empleando un analizador de humedad halógeno (modelo MLB 503-N, Kern, Alemania). El contenido en materia seca se calcula a partir del valor de la humedad.

Color

Las medidas de color de la acerola fresca y en polvo se llevan a cabo usando un espectrofotómetro Konica Minolta CM-2600d (Konica Minolta Holdings Inc., Tokio, Japón). El color se evaluó de acuerdo a la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) con un iluminante D65 y observador de 10°, y se expresa como valores de color: L*, a*, b*. A partir de estos valores se calcula el croma (C*) y la tonalidad (H*) del color. Además se calcula el índice de color marrón (BI) (Maskan *et al.*, 2001) y la diferencia total de color respecto a la referencia (ΔE) (Nóbrega *et al.*, 2013) mediante las ecuaciones (1) – (5).

$$H^* = \arctan (b^*/a^*) \quad (1)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$\Delta E = [(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

$$BI = [100 (X - 0,31)] / 0,17 \quad (4)$$

$$X = (a^* + 1,75 L^*) / (5,645 L^* + a^* - 3,012 b^*) \quad (5)$$

Vitamina C.

El contenido en ácido ascórbico en las muestras se mide mediante un método de valoración. Se parte de una cantidad aproximada de muestra de 0,2 g, se disuelve en 50 ml de agua destilada, se le añaden 2 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄, 2M) y 0,1g de yoduro potásico (KI). Se agita la disolución y se valora

con cloramina T ($\text{CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-SO}_2\text{-NClNa}^+$) mediante un valorador potenciométrico (modelo 905 titrando, Metrohm) que utiliza un electrodo de platino. El aparato se calibra mediante la preparación de un patrón de concentración conocida de ácido ascórbico (Panreac, Barcelona, España). El resultado se expresa en mg de ácido ascórbico por gramo de muestra.

Capacidad antioxidante.

Se realiza una dilución previa de las muestras para obtener valores dentro de un rango adecuado (Mezadri *et al.*, 2008). Las muestras (1g) de acerola fresca y en polvo se someten a una extracción con agua destilada. Se añade un volumen de 25 ml a la muestra durante 30 min, en agitación constante, y posteriormente se filtra. Se repite este paso dos veces más, añadiendo agua al residuo del filtrado, y se completa hasta un volumen de 100 ml (Nóbrega *et al.*, 2013). El método para determinar la capacidad antioxidante consiste en reducir el radical estable DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil; Sigma-Aldrich, Madrid, España) (Duarte-Almeida *et al.*, 2006). El reactivo DPPH se prepara con una concentración de 25 mg/L en metanol un día antes de su uso, se conserva sin luz y a temperatura de refrigeración (5°C) (Sánchez-Moreno *et al.*, 1998; Larrauri *et al.*, 1999). Una alícuota de 1 ml del extracto se mezcla con 6 ml de metanol, y se centrifuga (modelo centrífuga Medifringer BL-S, JP Selecta) a 12,000 rpm durante 10 min. A continuación se recogen 40 μL del sobrenadante del extracto y se le añaden 3,9 ml de DPPH, por último se mide la absorbancia a 517 nm (Espectrofotómetro modelo V-603 NCP-705, Jasco, UK) (Nóbrega *et al.*, 2013). El porcentaje de inhibición de DPPH en las muestras (Cheplick *et al.*, 2010) se calcula con la fórmula:

$$\% \text{ Inhibición} = ((A_{517} \text{ control} - A_{517} \text{ muestra}) / A_{517} \text{ control}) \times 100 \quad (6)$$

Se obtiene una recta patrón con Trólox (6 - hydroxy - 2,5,7,8 - tetramethylchroman-2-carboxylic acid; Sigma-Aldrich, Madrid, España) en metanol a diferentes concentraciones (Nóbrega *et al.*, 2013). El resultado se expresa en mg de Trólox equivalentes por gramo de muestra.

Fenoles totales.

Se determinan mediante el método explicado en Cheplick *et al.* (2010) y Nóbrega *et al.* (2013) con alguna modificación. En el que se parte del extracto de las muestras con agua, a alícuotas de 0,1 ml en tubos de ensayo se le añaden los siguientes reactivos: 1 ml de etanol al 95%, 5 ml de agua destilada y 0,5 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu 1N. Se agitan los tubos mediante un agitador vórtex (modelo Reax top, Heidolph, Alemania), y 5 min después se añade 1ml de carbonato de sodio al 5% (p/v), seguido de una nueva agitación. Los tubos se guardan sin presencia de luz durante 60 min, antes de medir la absorbancia se agitan una vez más. La absorbancia se mide a 725 nm (Espectrofotómetro modelo V-603 NCP-705, Jasco, UK), utilizando como blanco la disolución de etanol al 95%. Se obtiene una recta de calibrado con ácido gálico (Sigma-Aldrich, Madrid, España) a diferentes concentraciones, el

resultado se expresa en mg de ácido gálico equivalentes por gramo de muestra.

Flavonoides totales.

El contenido en flavonoides se mide mediante el método colorimétrico con cloruro de aluminio (Zhishen *et al*, 1999). A una alícuota de 0,5 ml del extracto de las muestras con agua destilada se le añaden 0,3 ml de NaNO₂ (1:20). A los 5 min se añaden 3 ml de AlCl₃ (1:10), y después de 6 min se añaden 2 ml de NaOH 1M, finalmente se adiciona agua destilada hasta alcanzar un volumen de 10 ml. Se agita la disolución con un agitador vórtex, y se mide la absorbancia a 510 nm (Espectrofotómetro modelo V-603 NCP-705, Jasco, UK). Se mide la absorbancia de concentraciones conocidas de catequina (Sigma-Aldrich, Madrid, España) para obtener la recta de calibrado (Marinova *et al.*, 2005). El resultado se expresa en mg de catequina equivalentes por gramo de muestra.

Carotenoides totales.

El análisis de los carotenoides se lleva a cabo según el método descrito por Lichtenthaler and Buschmann (2001) y Nóbrega (2013). A una cantidad inicial de muestra (2g) se le añaden 18 ml de acetona, la extracción de los carotenoides se produce en un agitador magnético durante 20 min y en ausencia de luz. Se filtran las muestras y se mide la absorbancia a distintas longitudes de onda, 661nm, 644nm y 470nm (Espectrofotómetro modelo V-603 NCP-705, Jasco, UK). Estas tres medidas se usan para calcular la concentración de flavonoides en la muestra mediante las ecuaciones (7) - (9), el resultado se expresa en mg de carotenoides por gramo de muestra.

$$C_a (\mu\text{g/ml}) = 11,24 A_{661} - 2,04 A_{644} \quad (7)$$

$$C_b (\mu\text{g/ml}) = 20,13 A_{644} - 4,19 A_{661} \quad (8)$$

$$C_{\text{carotenoides}} (\mu\text{g/ml}) = (1000 A_{470} - 1,90 C_a - 63,14 C_b) / 214 \quad (9)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Curvas de secado por aire caliente.

La representación adimensional del contenido en humedad de las muestras frente al tiempo da lugar a las típicas curvas de secado en función de la temperatura de tratamiento que en este caso fueron 60 y 80°C. Como se observa en la figura 1 el contenido en humedad de las muestras decrece de forma continua con el tiempo hasta alcanzar el equilibrio. En el caso de las muestras secadas a 60°C el equilibrio se alcanza aproximadamente a las 2 horas (240 min) de tratamiento mientras que en el caso de la muestras secadas a 80°C el tiempo se reduce a los 210 minutos.

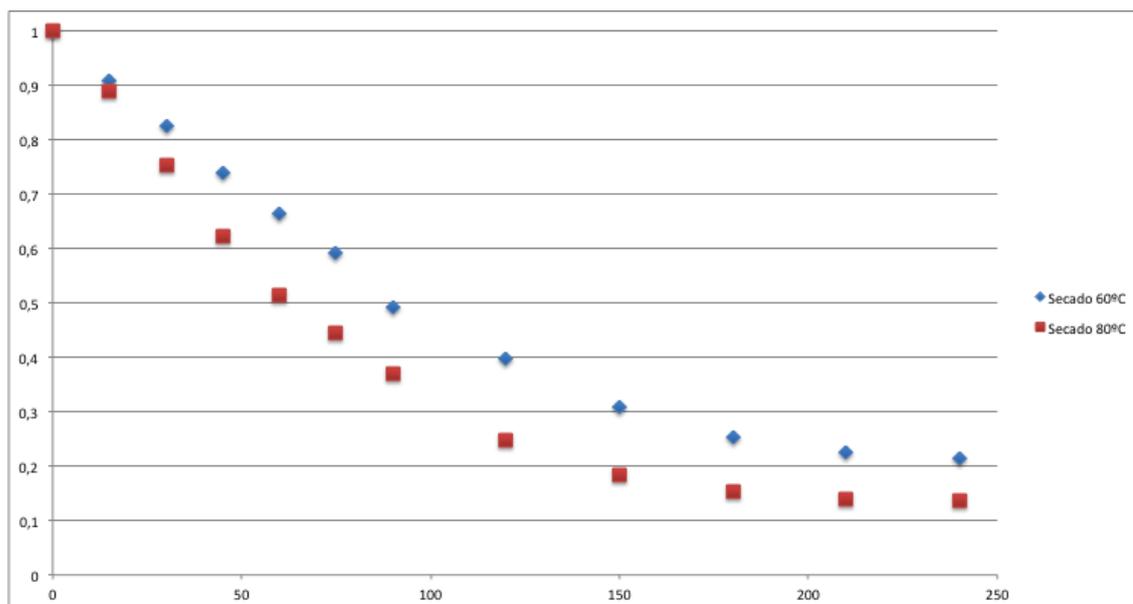


Figura 1. Curvas de secado de acerola a distintas temperaturas.

Por otro lado, de los resultados mostrados en la figura 1 se desprende el claro efecto que la temperatura tiene sobre el comportamiento de las muestras durante el secado. Al comparar ambas curvas se pone de manifiesto que, para una misma velocidad del aire, un aumento en la temperatura de secado se corresponde con una disminución en el tiempo de secado. Resultados similares fueron obtenidos por Vega-Gálvez et al. (2012) para rodajas de manzana.

Caracterización Físicoquímica.

Los resultados de la caracterización físicoquímica, de los distintos tipos de muestra analizados, aparecen reflejados en la tabla 1. En general, no se observan diferencias significativas en relación al pH de las muestras antes y después de los distintos tratamientos térmicos aplicados por lo que puede afirmarse que los productos obtenidos tienen un marcado carácter ácido (Ramaswamy y Marcotte 2006). Los valores obtenidos son similares a los observados para la pulpa de acerola por parte de otros autores (3,28; Mercali et al 2011). En el caso de la muestra liofilizada NG, cuyo valor de pH, 3,50, es superior al del resto de muestras se considera que, dicha diferencia es debida al deterioro, oxidación, que presenta el concentrado obteniéndose valores muy similares al de muestras de acerola muy maduras (3.6-3,7; Vendramini y Trugo 2000).

Tabla 1. Caracterización Físicoquímica de distintos tipos de Acerola.

	Humedad (%)	°Brix	a_w	pH	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Referencia	87,51	0,70	0,991	3,26	599,67
Liofilizada NG	5,65	6,93	0,228	3,50	5460,00
Liofilizada	5,41	6,17	0,273	3,22	2496,67
Secada 60°C	15,53	4,67	0,660	3,22	2276,67
Secada 80°C	10,64	3,93	0,519	3,26	1876,67



Hay que poner el significado de las siglas en algún lado.

Comentarios Humedad.

Comentarios a_w

Comentarios grados Brix.

Comentarios conductividad.

Propiedades colorimétricas.

Comentarios propiedades colorimétricas.

Tabla

Contenido en vitamina C.

Capacidad Antioxidante.

Fenoles totales.

Flavonoides totales.

Carotenoides totales.

CONCLUSIONES.

REFERENCIAS.

- Assis, S.A., Lima D.C., Oliveira O.M.M.F. 2001. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development, *Food Chem.* 74, 133–137.
- Atala, E., Vásquez, H., Speisky, E., Lissi, López-Alarcón, C. 2009. Ascorbic acid contribution to ORAC values in berry extracts: An evaluation by the ORAC-pyrogallol red methodology, *Food Chemistry*: 113 (1), 331–335.
- Contreras - Calderon, J., Calderon L., Guerra, E., Garcia, B. 2010. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia, *Food Research International*: 44 (7), 2047-2053.
- Diplock, A.T.(1994). Antioxidants and disease prevention. In: *Molecular Aspects of Medicine* 1994; 15: 295-376 (H. Baum, editor). Oxford and New York: Pergamon Press.
- Huth P.J., DiRienzo D.B., Miller G.D. 2006. Major scientific advances with dairy foods in nutrition and health. *Journal of Dairy Science* 89:1207-1221.
- Lima, E.A. Melo, M.I.S. Maciel, F.G. Prazeres, R.S. Musser, D.E.S. 2005. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages, *Food Chem.* 90, 565–568.
- Lima, A.S., Maia, G.A., Sousa, P.H.M., Prado, G.M. & Rodrigues, S. 2009. Storage stability of a stimulant coconut water–acerola fruit juice beverage. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1445–1451..
- Lopera, Y.E., Fantinelli, J., González-Arbeláez, L.F., Rojano, B., Ríos, J.L., Schinella, G., Moscam, S. 2013. Antioxidant Activity and Cardioprotective Effect of a Non-Alcoholic



Extract of *Vaccinium meridionale* Swartz During Ischemia-Reperfusion in Rat. Evid Based Compl Alt: 2013, 1 – 10.

- Marques, L.G., Ferreira, M.C. & Freire, J.T. 2007. Freeze-drying of acerola (*Malpighia glabra* L.). *Chemical Engineering and Processing*, 46, 451–457.
- Mercali, G., Sarkis, J., Jaeschke, D., Tessaro, I. And Marczak, L. 2011. Physical properties of acerola and blueberry pulps. *J. Food Eng.* 106, 283–289.
- Mezadri, T., Fernández-Pachón, M.S., Villano, D., García-Parrilla, M.C., Troncoso, A.M. 2006. The acerola fruit: composition, productive characteristics and economic importance. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 56, 101–109.
- Müller, L., Gnoyke, S., Popken, A.M. & Böhm, V. (2010). Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. *LWT – Food Science and Technology*, 43, 992–999.
- Ramaswamy, H., And marcotte, M. 2006. *Food Processing: Principles and Applications*, CRC, Taylor and Francis, Boca Raton, FL. 411p.
- Tapas, A.R., Sakarkar, D.M., Kakde, R.B. 2008. Flavonoids as nutraceuticals: A review. *Trop J Pharm Res* 7:1089–1099.
- Zapata, K., Cortes F.B., Rojano, B.A. 2013. Polifenoles y Actividad Antioxidante del Fruto de Guayaba Agria (*Psidium araca*) Karol En Información Tecnológica Vol. 24(5), 103-112. DOI: 10.4067/S0718-07642013000500012.
- Vega-Galvez, A., Ah-hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martínez-Monzo, J., Garcia-Segovia, P., Lemus-Mondaca, R. Scala, K. 2012. Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food Chem.* 132, 51–59.
- Vendramini, A., Trugo, I. 2000. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.) at three stages of maturity. *Food Chem.* 71, 195–198.
- Wildman R.E.C. 2007. *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. CRC Press, Estados Unidos.