

Evaluación de la actividad antioxidante de extractos grasos del balú (*Erythrina edulis*) sobre dos matrices alimenticias

Recibido: 12 de febrero de 2012

Aceptado: 8 de noviembre de 2012

Resumen

Este documento describe la evaluación del poder antioxidante de los extractos grasos del fruto y la vaina del balú (*Erythrina edulis*) mediante la valoración del ranciamiento oxidativo y lipolítico sobre dos matrices alimenticias: aceite de soya y crema de leche. Los extractos se prepararon mediante el procedimiento propuesto por Ruíz *et al.* (2010), tomando al azar muestras con madurez fisiológica y se adicionaron a las unidades experimentales en concentraciones del 0,1 y 1,0% p/p . Para valorar la capacidad de los extractos de inhibir la rancidez oxidativa del aceite se determinó el índice de peróxidos de acuerdo con la metodología propuesta por Ciappini *et al.* (2008), y para valorar la capacidad de estos de inhibir la rancidez lipolítica de la crema de leche se evaluó el índice de acidez según el protocolo descrito por Gaviria (2000). Las muestras de aceite se almacenaron a 40 °C y las de crema de leche a temperatura ambiente. Los experimentos se realizaron por duplicado, en un diseño factorial 2², completamente al azar, utilizando butilhidroxi-tolueno (BHT) como testigo mayor y la no adición de antioxidante como testigo menor. Al finalizar el estudio se encontró, en base seca, que el fruto tiene un 2,95 ± 0,13% de extracto etéreo y la vaina 1,10 ± 0,05%. El análisis de varianza sugiere que los extractos grasos del fruto del balú y de su vaina no tienen poder antioxidante en las concentraciones 0,1 y 1,0% sobre la rancidez oxidativa del aceite de soya, no sobre la rancidez lipolítica de la crema de leche. El extracto graso del fruto del balú, adicionado al aceite de soya, a una concentración del 1%, tiene un comportamiento similar a los obtenidos para la cáscara de la nuez de marañón y extractos de romero concentrados mediante destilación molecular.

Palabras clave: antioxidantes, aditivos naturales, extracto graso, chachafruto, fabaceae.

Evaluation of antioxidant activity of oily extracts of coral tree (*erythrina edulis*) over two food matrices

Abstract

This paper describes antioxidant activity evaluation of oily extracts of Coral Tree (*Erythrina edulis*) fruit and pod for oxidative and lipolytic rancidity measurement in soybean oil and cream milk. Extracts were prepared

•••••

¹ Ingeniera química, Fundación Universitaria Agraria de Colombia - Uniagraria; docente del Programa de Ingeniería de Alimentos, Bogotá, Colombia. gonzalez.gloria@uniagraria.edu.co; gloria_blair@yahoo.com.

² Ingeniero de alimentos, La Huerta del Oriente Ltda., Guasca, Colombia. diegoalejandragudelo@yahoo.com

³ Ingeniera de alimentos, Grupo Éxito Colombia, analista de calidad, Bogotá, Colombia. zulyastrid@gmail.com

using the procedure proposed by Ruíz *et al.* (2010), taking random samples with physiological maturity and were added to the experimental units in concentrations of 0.1% y 1.0% w/w. To assess the ability of the extracts to inhibit the oxidative rancidity of the oil the peroxide index was determined in accordance with the methodology proposed by Ciappini *et al.* (2008) and to assess the ability of these to inhibit lipolytic rancidity effects of the cream milk, we evaluated the rate of acidity according to the protocol described by Gaviria (2000). The oil samples were stored at 40 °C and the cream milk samples were stored to room temperature. Experiments were performed in duplicate, in a factorial design completely random, using BHT and not the addition of antioxidant controls. At the end of the study we found in dry base that the fruit has a 2.95 ± 0.13 % in ethereal extract and the pod has 1.10 ± 0.05 %. The analysis of variance suggests that Coral Tree fatty extracts of the fruit and pod do not have antioxidant activity in concentrations of 0.1 y 1.0% over soybean oil oxidative rancidity and cream milk lipolytic rancidity. The fatty extract of Coral Tree fruit added to the soybean oil at a concentration of 1%, has a similar behavior to those obtained by the shell of the cashew nut and extracts of rosemary concentrates through molecular distillation.

Key words: Antioxidants, natural additives, oily extract, chachafruto, fabaceae.

Introducción

En la industria de alimentos, para que la calidad del producto sea óptima, se llevan a cabo procesos que garanticen la conservación de las características químicas, físicas y sensoriales. Pese a esto, es común encontrar reacciones indeseables durante el almacenamiento y la distribución de los alimentos; una de estas es la oxidación (Sandoval *et al.*, 2010), reacción en la cual factores como la luz, los materiales de envase y las condiciones de almacenamiento favorecen el deterioro y alteran las características sensoriales de los productos (Soto *et al.*, 2011). En consecuencia, se adiciona a los alimentos un compuesto antioxidante (Sandoval *et al.*, 2010).

El uso de antioxidantes sintéticos como butil-hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terbutil-hidroquinona (TBHQ) y propil-galato (PG) está siendo cuestionado, en contraposición con las nuevas tendencias: uso de antioxidantes naturales (Sánchez *et al.*, 2008). Autores como Murillo (2001), Kuo *et al.* (2001), Valentão *et al.* (2002), Pérez y Sáenz (2002), Montoya *et al.* (2004), Navarro *et al.* (2006) y González *et al.* (2010) han venido trabajando en la búsqueda de moléculas con actividad antioxidante, mientras que investigadores como Valentão *et al.* (2001),

Alasalvar *et al.* (2005) y González *et al.* (2008), han realizado estudios referentes a la evaluación de efectos benéficos de los mismos, incluyendo el análisis sinérgico de los antioxidantes para reducir de manera eficaz el daño oxidativo en isquemia cardiaca y cerebral, neuropatía diabética, cáncer o enfermedad de Alzheimer, por estar dichas patologías relacionadas con el incremento de especies reactivas de oxígeno (ERO) tales como radicales libres superóxido, hidroxilo, hidroperoxilo, alcoxilo y peroxilo, o sustancias como peróxido de hidrógeno, ozono, ácido hipocloroso, peroxinitrito y oxígeno singulete.

De otro lado, el balú o chachafruto (*Erythrina edulis*) es una especie de la familia de Fabaceae, que hace parte del conjunto de especies concebidas como promisorias (González, 2002); no tiene un mercado consolidado, pero su harina puede ser sustituto directo de las harinas de trigo, maíz o soya, en porcentajes que varían de acuerdo con el producto (Biocomercio Sostenible, 2003). Las investigaciones desarrolladas hasta ahora permiten establecer ventajas comparativas asociadas con las características particulares del producto (cantidad y calidad de proteína); definir el contenido de elementos nutraceuticos y aplicar tecnologías destinadas a la extracción de los mismos (Bertieri, 2004). Estudios actuales arrojan que la infusión

acuosa de corteza fresca presenta aplicaciones terapéuticas sobre tensión arterial alta, dolor de cabeza y laceraciones, así como propiedades tanto desinfectantes como curativas (Tene *et al.*, 2007), y que la de hojas calma el dolor de oídos (Dyubeni y Buwa, 2012).

Considerando lo anterior se planteó la hipótesis de que las sustancias apolares del balú pueden tener poder antioxidante tomando como base los estudios de Costa (2003) y Kuskoski *et al.* (2004) quienes aseguran que casi todas las plantas y semillas contienen antioxidantes de diversos tipos. Con el fin de identificar posibilidades de desarrollo de la cadena productiva se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se comporta la actividad antioxidante de los extractos grasos del balú sobre el proceso de oxidación de dos matrices alimenticias?

Materiales y métodos

Materia prima y reactivos

Para la preparación de los extractos se utilizó balú adquirido en un mercado local proveniente de Fusagasugá (Cundinamarca), aceite de soya suministrado por Oleaginosas Alvarado, crema de leche facilitada por Lácteos Montecarmelo y reactivos analíticos provistos por la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

Como unidades experimentales se seleccionaron el aceite de soya y la crema de leche sin adición de antioxidantes por ser productos que contienen bajas concentraciones de antioxidantes naturales (α -tocoferol y ácido ascórbico) y altas concentraciones de ácidos grasos mono y poliinsaturados (Soto *et al.*, 2011), lo cual favorece dos tipos de reacciones diferentes: rancidez oxidativa y lipolítica.

Preparación de extractos

Para la preparación de los extractos se tomaron muestras homogéneas del fruto del balú y de su

vaina con madurez fisiológica. Para garantizar la homogeneidad de los mismos se realizó la selección de materia prima teniendo en cuenta tanto métodos visuales como físicos: color de la piel, llenado del fruto, facilidad de abscisión o separación, en un procedimiento acorde con la metodología propuesta por Reina y Solórzano (1998). Separadamente se sometieron las unidades experimentales a molienda, tamizado y extracción con éter de petróleo, utilizando el método Soxhlet recomendado por Ruiz *et al.* (2010). El rendimiento de la extracción se calculó con el peso del extracto obtenido sobre el peso del fruto o de la vaina del balú.

Evaluación de la acción antioxidante

La evaluación de la acción antioxidante de los extractos del fruto del balú y de su vaina se realizó adicionando 0,1 y 1,0% $\frac{p}{p}$ de estos a aceite de soya y crema de leche. En aceite de soya para valorar la capacidad de los extractos de inhibir la rancidez oxidativa, la cual se siguió mediante la determinación del índice de peróxidos (IP) propuesta por Ciappini *et al.* (2008) y expresada como miliequivalentes de peróxido/kg de grasa. En crema de leche, para valorar la capacidad de los extractos de inhibir la rancidez lipolítica, reacción que se evaluó a través de la determinación del índice de acidez (IA) descrita por Gaviria (2000) y expresada como mg KOH/g de lípido. Las muestras fueron almacenadas en tubos con tapa rosca, llenos hasta el borde superior y cubiertos con papel aluminio para evitar los efectos del oxígeno presente en el aire y de la luz, respectivamente. Por último, las probetas se almacenaron en incubadora con sensibilidad de 1 °C y se realizó el seguimiento de las reacciones para ambas unidades experimentales durante 10 días a una temperatura de almacenamiento acelerada de 40 °C para el aceite de soya y a temperatura ambiente para la crema de leche, temperaturas establecidas mediante ensayos preliminares.

Diseño de experimentos y análisis de datos

Los experimentos se realizaron por duplicado en un diseño factorial 2², completamente al azar, siendo los factores básicos: la naturaleza del extracto graso (EFB y EVB) y la dosis adicionada a las matrices en estudio (0,1 y 1,0 %). Se utilizaron dos testigos para comprobar y comparar la eficacia de los antioxidantes (BHT como testigo mayor y SIN antioxidante como testigo menor), siendo ambos patrones comparativos. Los datos obtenidos se sometieron a evaluación tanto gráfica como estadística, con un nivel de significancia del 95%. El análisis estadístico incluyó comparación de medias en lo referente a rendimientos; determinación del coeficiente de correlación de la rancidez en el tiempo y análisis de varianza (ANOVA). Finalmente, los resultados se compararon con los reportados por otros autores.

Resultados

Preparación de extractos

Se tomaron 3.500 g de Balú, de los cuales el 60% correspondió al fruto y el 40% a la vaina. La extracción con éter de petróleo arrojó 52 g del extracto graso del fruto (EFB) y 14 g del extracto graso de la vaina (EVB), equivalentes en base seca

al $2,95 \pm 0,13\%$ y $1,10 \pm 0,05\%$, respectivamente. Estos resultados no concuerdan con los reportados por Barrera *et al.* (1999), quienes relacionan para semillas 1,55-1,64% y para vainas 3,105%; se ajustan, sin embargo, a los referenciados por Acero (1998) quien encontró un porcentaje del 1,2% (b.s) para la cáscara o vaina, corroborando la importancia de la caracterización inicial del producto estudiado. Nótese así mismo que el fruto presenta mayor porcentaje de grasa que la vaina, en un comportamiento propio de las leguminosas.

Acción sobre la rancidez oxidativa

Para la evaluación del efecto antioxidante de los extractos tanto del fruto (EFB) como de la vaina (EVB) sobre la rancidez oxidativa se realizaron lecturas por duplicado en aceite de soya (ASOY) durante diez días utilizando dos puntos de referencia: aceite sin antioxidante (SIN) y aceite con hidroxibutiltolueno (BHT) como antioxidante. Las concentraciones empleadas para cada uno de los ensayos fueron: 0,1-1,0%; 0,1-1,0% y 0-0,02%.

La figura 1 presenta el índice de peróxidos (IP) expresado como meq de peróxido/kg de lípido. Nótese cómo en esta se observa bajo poder antioxidante para el extracto del fruto del balú adicionado al 0,1%, así como bajo poder antioxi-

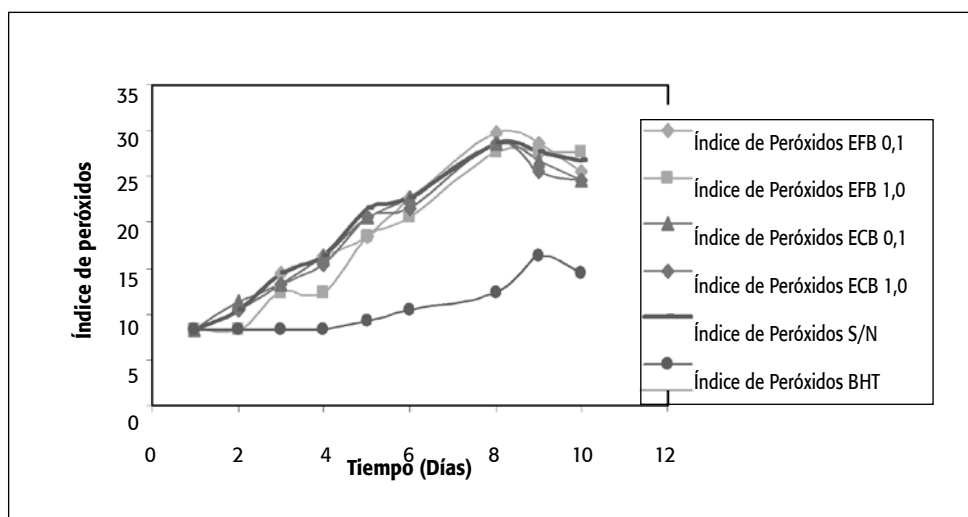


Figura 1. Evolución del índice de peróxidos con respecto al tiempo

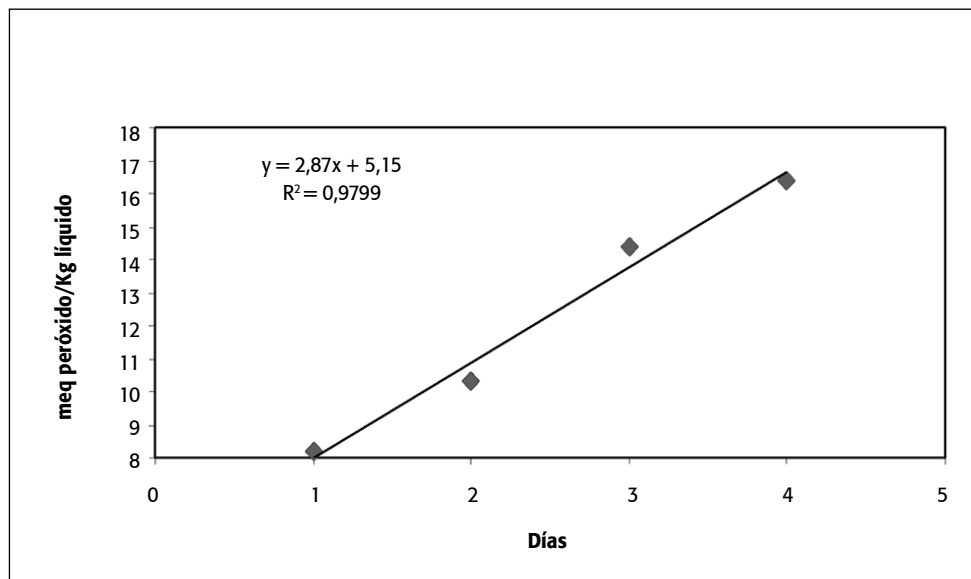


Figura 2. Producción de peróxidos en el aceite de soja para SIN (Primeros cuatro días a 40°C)

dante sobre los agentes de deterioro adicionados al aceite de soja con extracto de vaina del balú. De otra forma, en el experimento con EFB al 1,0% se observa cómo en los primeros cuatro días hay acción antioxidante, visualizándose una producción mayor de peróxidos en el testigo con ausencia del factor SIN y una menor con la aplicación usual de butilhidroxi-tolueno.

En la figura 2 se muestra la cinética correspondiente al periodo de iniciación de la reacción de rancidez oxidativa del aceite de soja adicionado con extracto de fruto de balú al 1% (primeros cuatro días). En esta se observa correlación lineal, lo cual implica que la formación de peróxidos ocurrida en la etapa de iniciación de la oxidación puede generar compuestos volátiles tales como 2-metil-propanal, n-pentanal, n-hexanal, heptanal, nonanal, 1-octen-3-ol y D-decalactona, acorde con los resultados reportados por Solo *et al.* (2011). De igual forma, evidencia el desarrollo de radicales libres, moléculas inestables y muy reactivas, capaces de intervenir en la reacción en cadena.

De otro lado, el análisis estadístico de varianza (ANOVA) no reporta interacción significativa entre

los dos tipos de antioxidantes naturales (EFB y EVB) a las concentraciones 0,1 y 1,0%. Por tanto, se acepta la hipótesis nula para ASOY; es decir, que ni el extracto graso del fruto ni el extracto graso de la vaina del Balú tienen poder antioxidante en las concentraciones 0,1 y 1,0% sobre la rancidez oxidativa del aceite de soja.

Acción sobre la rancidez lipolítica

Para la evaluación del efecto antioxidante de los extractos estudiados sobre la rancidez lipolítica se realizaron lecturas por duplicado en crema de leche (CLEC), durante diez días, utilizando dos puntos de referencia: crema de leche sin antioxidante (SIN) y crema de leche con butilhidroxitolueno como antioxidante (BHT). Los datos obtenidos se utilizaron para establecer el índice de acidez promedio expresado como mg de KOH/g lípido (figura 3). En esta se advierte un índice de acidez alto para la crema de leche correspondiente al testigo menor (SIN) y un índice de acidez bajo para la crema de leche con BHT (testigo mayor).

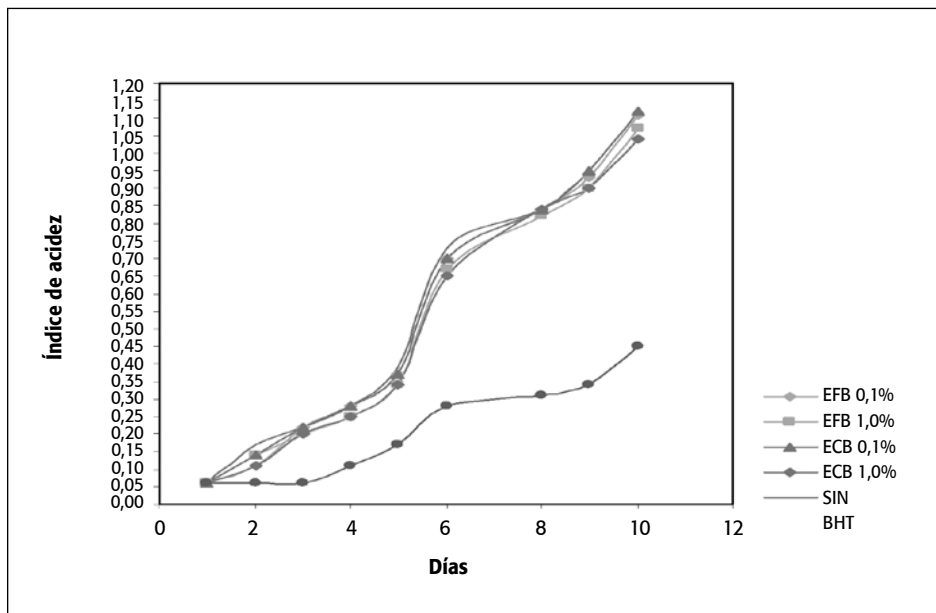


Figura 3. Evolución del índice de acidez en crema de leche

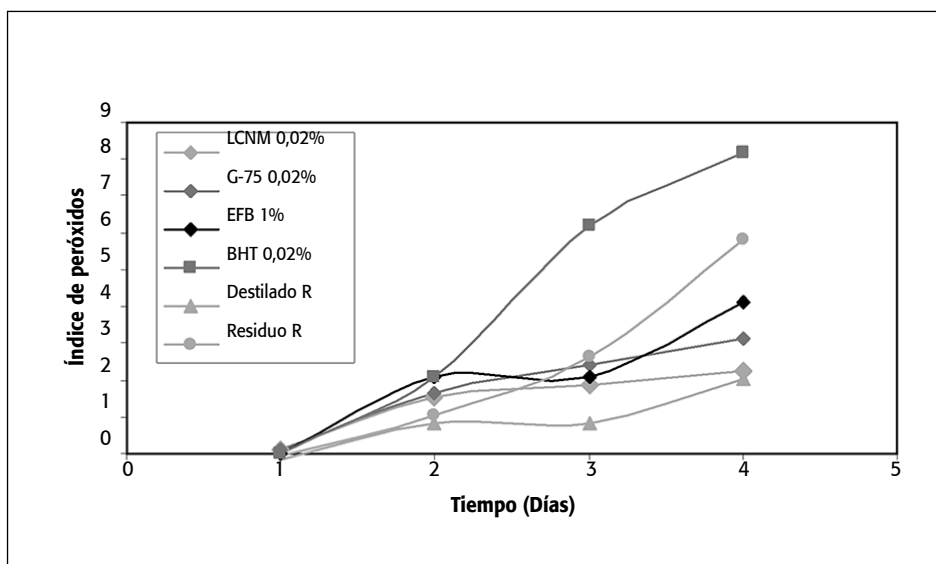


Figura 4. Comparación de la acción antioxidante del extracto del fruto del balú con otros extractos de acción antioxidante

Con respecto a los resultados de la acción antioxidante ejercida por los extractos grasos sobre la crema de leche cabe anotar que no son notorios sus efectos. No obstante, se observa un ligero impacto que en orden ascendente corresponde al EVB 0,1%; EFB 0,1%; EFB 1,0% y EVB 1,0%. Este comportamiento sugiere relación

directa con la concentración del aditivo. Asimismo, con el paso del tiempo aumenta la acidez libre, lo cual indica un grado de oxidación de la crema de leche debido al incremento del contenido de ácidos grasos libres y a la no inactivación de la lipasa; resultados similares a los reportados por Chacón (2005).

De otro lado, el análisis de varianza indica que no existe interacción significativa entre los tipos de antioxidante natural (EFB y EVB) y sus concentraciones (0,1-1,0%). Así como que los efectos principales del tipo de antioxidante y concentración no son significativos. Por tanto, se acepta la hipótesis nula para CLEC, es decir, que ni el fruto ni la vaina del balú tienen poder antioxidante en las concentraciones 0,1 y 1,0% sobre la crema de leche.

Discusión

Acción sobre la rancidez oxidativa

De los resultados obtenidos en el experimento para evaluar la acción sobre la rancidez oxidativa se seleccionó el mejor (EFB 1%) y se comparó con los reportados por Rodríguez (2003) para la cáscara de la nuez del marañón (LCNM) y por Martinello y Pramparo (2005) para extractos de romero concentrados mediante destilación molecular (R). Para ello se determinaron los cambios sufridos por los índices de peróxidos entre el aceite sin antioxidante y el aceite con antioxidante trabajados bajo las mismas condiciones de tiempo y temperatura (40 °C). Asimismo, se compararon con patrones de dos antioxidantes comerciales: el G-75° y el BHT (figura 4), encontrándose que el EFB 1,0% presenta una acción antioxidante ligeramente mayor que el extracto de la nuez de marañón para el aceite de soya y mucho mayor que el destilado del extracto de romero concentrado por destilación molecular para aceite de uva.

Teniendo en cuenta que se utilizó una concentración igual en los testigos con presencia de factor antioxidante, el BHT muestra una tendencia marcadamente ascendente en el periodo de iniciación de la reacción, mientras que el G-75° se comporta de manera estable a partir del segundo día, lo cual indica que el BHT posee mayor capacidad que el G-75° para atrapar radicales libres en el aceite de soya.

De otro lado, es importante hacer notar que el G-75°, el BHT y el LCNM retardan la rancidez oxidativa con una concentración de 0,02%, mientras que el EFB requirió el 1,0%, lo cual hace la concentración 50 veces mayor. Así, si bien es cierto que este extracto no presenta el mismo poder antioxidante que los demás, es posible inferir que al menos uno de sus compuestos corresponde a una estructura promisorio para la aplicación en la industria de alimentos, razón por la cual se recomienda para estudios futuros separar los compuestos que conforman el extracto y evaluar el potencial antioxidante de estos.

Acción sobre la rancidez lipolítica

En lo referente a los resultados de los extractos del fruto y de la vaina del balú sobre la crema de leche, el presente artículo demuestra que los extractos etéreos del balú no poseen actividad captadora de radicales libres lo suficientemente potente para compararla con el BHT.

Conclusiones

El fruto del balú contiene 3,7 veces más compuestos etéreos que su vaina y tiene más probabilidad de albergar antioxidantes apolares; los antioxidantes naturales evaluados (EFB y EVB) presentaron menor poder antioxidante que otras moléculas en la concentración de 0,1%, la cual es cinco veces mayor que la recomendada para BHT; el EFB al 1% mostró bajo poder antioxidante, razón por la cual se recomienda realizar estudios de separación de las moléculas que lo componen en busca de estructuras promisorias para la aplicación en la industria de alimento. De igual forma, se recomienda evaluar la actividad antioxidante de extractos no grasos, así como cuantificar la presencia de moléculas polifenólicas y carotenoides en los extractos grasos del fruto seco y fresco con diferentes grados de madurez.

Referencias bibliográficas

- Acero, L. E. (1998). *Guía para el cultivo y aprovechamiento del "chachafruto" o "balú" Eritrina edulis Triana ex Micheli*. Colombia: Convenio Andrés Bello. Unilibro.
- Alasalvar, C., Al-farsi, M., Quantick, P. C., Shahidi, F. and Wiktorowicz, R. (2005). Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. *Food Chemistry*, 89, 69-76.
- Barrera, N., Gómez, J., Gómez, E. D. y Mejía, M. (1999). Nuevas investigaciones para un adecuado manejo del chachafruto *Eritrina edulis*, especie para la alimentación del hombre y de los animales domésticos. VI Simposio Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Buga: Cipav.org.co.
- Bertieri, J. R. (2004). La cadena de valor para productos procesados a partir de la semilla de chachafruto. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 6 (1), 90-101.
- Biocomercio Sostenible (2003). *Estudio de mercado a nivel nacional de productos derivados del chachafruto (Erythrina edulis)*. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Chacón, A. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 12 (002), 239-252.
- Ciappini, M. C., Gatti, M. y Navarro, S. (2008). Influencia de la humedad del grano de maní de confitería en su calidad sensorial y vida útil. Invenio. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano, 11 (20), 91-103.
- Costa Batllori, P. (2003). Antioxidantes naturales en alimentación animal. [www.racve.es]. España: Real Academia de Ciencias Veterinarias. Recuperado de: <http://www.racve.es/actividades/ciencias-basicas/2003-10-08Pere-CostaBatllori.htm>
- Dyubeni, L. y Buwa, L. (2012). An ethnobotanical study of plants used for the treatment of ear, nose and throat (ENT) infections in Nkonkobe Municipality, South Africa. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (14), 2721-2726.
- Gaviria, L. E. (2000). *Manual de métodos fisico-químicos para el control de calidad de la leche y sus derivados*. Colombia: Icontec.
- González, G. H., Jiménez, D. C., Pérez, Y., Rodríguez, M. and Galvis, J. A. (2010). Carotene contained in minimally process carrots (*Daucus carota*). *Food Innova*. Universidad Politécnica de Valencia. Octubre 25-29. Recuperado de: <http://www.foodinnova.com/foodInnova/docu2/271.pdf>
- González, Ó., Moy, N. A. y Guzmán, J. (2008). El alfa-tocoferol y el ácido alfa-lipoico. Una sinergia antioxidante con potencial en medicina preventiva. *Revista de Investigación Clínica*, 60 (1), 58-67.
- González, E. (2002). Agrobiodiversidad. Proyecto Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable ATN/JF-5887/RG CAN-BID. Venezuela. pp. 31-65.
- Kuo, R. Y., Chang, F. R., Chen, C. Y., Teng, C. M., Yen, H. F. and Wu, Y. C. (2001). Antiplatelet activity of N-methoxybarbonyl aporphines from *Rollinia mucosa*. *Phytochemistry*, 57 (3), 421-425.
- Kuskoski, M., Asuero, A., García-Parilla, C., Troncoso, A. y Fett, R. (2004). Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *Food Science and Technology (Campinas)*, 24 (4), 691-693.
- Martinello, M. A. y Pramparo, M. (2005). Poder antioxidante de extractos de romero concentrados por destilación molecular. *Información tecnológica*, 16 (5), 17-20.

- Montoya, G., Osorio, E., Jiménez, N. y Arango, G. (2004). Actividad captadora de radicales libres de alcaloides de *Rollinia pittieri* (Annonaceae) por el método del DPPH. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 11 (2), 51-57.
- Murillo, J. (2001). Las Annonaceae de Colombia. *Biota Colombiana*, 2 (1), 49-58.
- Navarro, A., Pinotti, A., Garía, M. y Martino, M. (2006). Determinación de la capacidad antioxidante de extractos vegetales sometidos a distintos procesos de conservación. Buenos Aires: XXII Interamerican Confederation of Chemical Engineering.
- Pérez, O. y Sáenz, M. (2002). Conozca el potencial agroalimentario del chachafruto. La revolución proteica de las leguminosas. Un nuevo modelo sustentable de producción de proteínas para la alimentación humana y animal. *Revista La era ecológica* [en línea], 1. Recuperado de: http://www.eraecologica.org/revista_01/era_ecologica_1.htm?chachafruto.htm~mainFrame
- Reina, C. E. y Solórzano, D. B. (1998). Evaluación de pérdidas postcosecha del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Neiva: Universidad Sur Colombiana, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agrícola.
- Rodríguez, Y. (2003). Evaluación de la actividad antioxidante del líquido de la cáscara de la nuez del marañón (*Anacardium occidentale*) en aceite de soya, mediante ensayos acelerados de almacenamiento. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia.
- Ruiz, G., Venegas, E., Chávez, M. H. y Eustaquio, C. L. (2010). Identificación preliminar de los metabolitos secundarios de los extractos acuosos y etanólicos del fruto y hojas de *Morinda Citrifolia* L. “noni” y cuantificación espectrofotométrica de los flavonoides totales. *UCV-Scientia*, 2 (2), 11-22.
- Sánchez, A., Torrescano, G., Camou, J., González, N. y Hernández, G. (2008). Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. *Nacameh*, 2 (2), 124-159.
- Sandoval, A., Forero, F. y García, J. (2010). *Postcosecha y transformación de aguacate: Agroindustria rural innovadora*. Tolima: Ministerio de Agricultura, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Soto, H., Peralta, E., Cano, D., Martínez, O. y Granda, D. (2011). Envases activos antioxidantes y su efecto sobre la calidad sensorial y los compuestos volátiles en leche entera deshidratada. *Vitae*, 18 (2), 115-123.
- Tene, V., Malagón, O., Vita, P., Vidari, G., Armijos, Ch. y Zaragoza, T. (2007). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador. *J. Ethnopharmacology*, 111, 63-81.
- Valentão, P., Andrade, P. B., Silva, E., Vicente, A., Santos, H., Bastos, M. L. y Seabra, R. M. (2002). Methoxylated xanthones in the quality control of small centaury (*Centaureum erythraea*) flowering tops. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (3), 460-463.
- Valentão, P., Fernandes, E., Carvalho, F., Andrade, P. B., Seabra, R. M. y Bastos, M. L. (2001). Antioxidant activity of *Centaureum erythraea* infusion evidenced by its superoxide radical scavenging and xanthine oxidase inhibitory activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (7), 3476-3479.