

## Estabilidad de antocianinas y valores de capacidad de absorbancia de radicales oxígeno (ORAC) de extractos acuosos de corozo (*Bactris guineensis*)

### Anthocyanin stability and the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) values of Corozo aqueous extracts (*Bactris guineensis*)

MSc. Benjamín Rojano, Ing. Isabel Cristina Zapata, Dr. C. Farid Bernardo Cortes

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia.

---

#### RESUMEN

**Introducción:** los extractos acuosos de corozo (*Bactris guineensis* [L.] H. E. Moore) son ricos en antocianinas y en el Caribe colombiano son sometidos a ebullición por largos períodos; esta infusión es consumida como una bebida refrescante. Sin embargo, no se conoce la estabilidad de estos metabolitos secundarios durante la cocción.

**Objetivos:** evaluar la estabilidad de las antocianinas de corozo a diferentes temperaturas y su efecto sobre los valores de capacidad de absorbancia de radicales oxígeno (ORAC); además cómo se afectan las antocianinas por disminución de las condiciones ácidas. El extracto de corozo con mejores características nutraceuticas fue caracterizado por otras propiedades, que afectan los valores ORAC.

**Métodos:** se evaluaron las propiedades antioxidantes usando técnicas fluorescentes (ORAC), los componentes polifenólicos de los extractos acuosos de corozo cultivado en Colombia fueron determinados por cromatografía líquida de alta resolución. Los fenoles y las antocianinas totales, se determinaron por los métodos *Folin Ciocalteu* y diferencial de pH, respectivamente; y los minerales por absorción atómica.

**Resultados:** los valores ORAC se correlacionan exponencialmente con la temperatura, por tanto, Valores  $ORAC = e^{(4,75249 + 0,0578627 \cdot T \text{ } ^\circ C)}$ , donde e es la base natural del logaritmo, T°C es la temperatura en grados centígrados. El contenido de fenoles afecta la actividad antioxidante, así: Valores  $ORAC = - 25965,6 + 6920,3$ .

---

Ln (fenoles totales). Las mejores características nutraceuticas: fenoles totales (1 113,8), antocianinas totales (148,6) y valores ORAC (23 039,0), se alcanzaron en las infusiones realizadas a una temperatura de 101 °C.

**Conclusiones:** las estructuras de las antocianinas del corozo extraídas a temperaturas entre 40 y 101 °C son poco afectadas, y la acidificación con HCl 2N las hidroliza poco. Los extractos acuosos de corozo obtenidos a 101 °C, tienen actividad antioxidante similar o superior a la mayoría de las cerezas.

**Palabras clave:** *Bactris guineensis*, corozo, valores ORAC, antocianinas, fenoles totales.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** corozo aqueous extracts (*Bactris guineensis* (L.) H.E. Moore) are rich in anthocyanins. In the Colombian Caribbean, they are boiled for long periods and consumed as a refreshing drink. However, the stability of these secondary metabolites during cooking is unknown.

**Objectives:** to evaluate the stability of Corozo anthocyanins at different temperatures and their effect on oxygen radical absorbance capacity values and how anthocyanins are affected by acidic conditions. Corozo extract with the best nutraceutical properties was characterized by other components that affect oxygen radical absorbance capacity (ORAC) values.

**Methods:** antioxidant properties were evaluated using fluorescence techniques (ORAC), the polyphenolic components of the Corozo aqueous extracts grown in Colombia were determined by high-pressure liquid chromatography. The phenols and total anthocyanins were determined by Folin Ciocalteu and differential pH methods, respectively; and minerals were estimated by atomic absorption.

**Results:** ORAC values exponentially correlate with the temperature:  $ORAC = e^{(4.75249 + 0.0578627 \cdot T^{\circ}C)}$ , where e is the natural base of logarithm and T°C is the temperature in Celsius degrees. The total content of phenols affects the antioxidant activity, thus the ORAC values = - 25969.2 + 6920.9. Ln (total phenols). The best nutraceutical characteristics were found in total phenols (1 113.8), total anthocyanins (148.6) and ORAC values (23 039.0) and reached in infusions at 101 °C.

**Conclusions:** The structures of Corozo anthocyanins extracted at 40 to 101 °C are barely affected. Anthocyanins are poorly hydrolyzed with HCl 2 N. Aqueous extracts of Corozo obtained at 101 °C have antioxidant activity similar to or higher than most berries.

**Key words:** *Bactris guineensis*, Corozo, ORAC values, anthocyanins, total phenols.

---

## INTRODUCCIÓN

Las culturas indígenas han tenido una gran influencia en la ingesta alimentaria de los países latinoamericanos, especialmente en el consumo de frutas y vegetales, los cuales se usan directamente o como jugos. En el Caribe colombiano los frutos de corozo (*Bactris guineensis*) son sometidos a ebullición por largos períodos y esta infusión es consumida como una bebida refrescante. Sin embargo, no hay ningún conocimiento de las pérdidas de su valor nutraceutico por efectos del calentamiento y mucho menos por las condiciones de acidez del medio.

---

Los frutos de corozo son también consumidos como confituras, dulces artesanales y como bebidas alcohólicas durante un proceso fermentativo.<sup>1</sup> Las palmas del género *Bactris* son cerca de 240 especies, pertenecientes a la familia Arecaceae, nativas de Centro América, Sur América y el Caribe. Los frutos de estas palmas son drupas con 2 a 6 cm de largo, comestible en algunas especies; por ejemplo, *Bactris gasipaes* Kunth también conocida como chontaduro o pejibaye es rico en polifenoles y se utiliza en la producción de pastas alimenticias, se consumen además como alimento fresco y en la fabricación de alimentos mínimamente procesados.<sup>2</sup> *B. guineensis*, conocido como corozo o chonta, es una palma silvestre de unos 15 pies de altura, con un tallo de 3 cm de diámetro, característico de zonas cálidas y pantanosas del Caribe colombiano, entre 200 y 1 000 m sobre el nivel del mar.

El fruto de corozo es de color rojo a violeta y el interior tiene una semilla de color negro, rodeada por una pulpa fibrosa de sabor ácido y una capa delgada que en la madurez se consume directamente.<sup>1</sup> El color del corozo se debe a la presencia de antocianinas, las cuales fueron aisladas e identificadas por cromatografía de contracorriente y HPLC (*high-pressure liquid chromatography*) preparativo, donde los compuestos cianidina-3-rutinósido y cianidina-3-glucósido son los componentes principales (87,9 %) y otros pigmentos en pequeñas cantidades.<sup>3</sup>

Las antocianinas tienen un alto potencial antioxidante, relacionado con diferentes propiedades farmacológicas en la prevención de algunas enfermedades causadas por las especies reactivas de oxígeno (EROS), como la leucemia, la diabetes y el cáncer de colon, entre otros.<sup>4,5</sup> Las antocianinas son colorantes naturales con un gran potencial de aplicación en la industria alimenticia, farmacéutica y cosmética, su uso ha sido limitado debido a su relativa inestabilidad. La degradación de las antocianinas puede ocurrir durante los procesos de extracción y almacenamiento de los alimentos. Un factor que está estrictamente relacionado con el color de las antocianinas es el pH, porque en estas condiciones coexisten en equilibrio varias especies.

Las antocianinas pueden perder color durante el calentamiento, porque el equilibrio se desplaza hacia las formas incoloras carbinol y chalcona. Por lo tanto, la estabilidad de las antocianinas en relación con las variaciones de pH y la temperatura es uno de los principales problemas de estudio químico en matrices alimentarias.<sup>6</sup> La medición de la capacidad antioxidante de un alimento ha tomado mucho interés debido a que ofrece información sobre la estabilidad a los procesos oxidativos, además de la contribución de muchas sustancias fitoterapéuticas que tienen actividad antioxidante y aportan beneficios para la salud. Los métodos ORAC (*oxygen radical absorbance capacity*) por fluorescencia, para medir la actividad antioxidante son los más sensibles y los de mayor aceptabilidad.

El objetivo principal de este trabajo consistió en estudiar los cambios en la composición y estructura de las antocianinas durante el calentamiento de los frutos de corozo de 40 a 101 °C y cómo se afecta la actividad antioxidante expresada como valores ORAC. Además, conocer el efecto de la acidez en el proceso de extracción de las antocianinas. El extracto de corozo con los mayores valores de antocianinas, fenoles totales y valores ORAC, se caracterizó con otras propiedades químicas.

## MÉTODOS

*Reactivos y equipos:* el acetonitrilo y los ácidos fórmico y fosfórico fueron tipo HPLC. El 2,2'-azinobis(2-amidinopropano) diclorhidrato (AAPH), fluoresceína, ácido

gálico, ferúlico, clorogénico, cafeico, coumárico, trolox, pelargonidina, cianidina, delfinidina y malvidina fueron comprados a *Aldrich Chem. Co (Millwaukee, WI)*; el persulfato de potasio, carbonato de sodio y el reactivo de *Folin-Ciocalteu*, se obtuvieron de Merck (Alemania). El metanol y otros solventes se compraron en *Fisher Scientiûc Co. (Fair Lawn, NJ, USA)*. Los experimentos ultravioleta-visible se realizaron en un espectrofotómetro *Jenway 6405*. El agua usada en los experimentos es grado HPLC. Todos los experimentos espectrofotométricos se realizaron en un ultravioleta-visible *Jenway 6405*. La disminución en la intensidad de la fluorescencia medida en el ensayo ORAC se efectuó en un espectrofluorímetro *Perkin-Elmer LS-55, Beaconstield, U.K.* Los estudios cromatográficos se hicieron en un cromatógrafo líquido *Shimadzu UGLC*.

*Minerales:* según espectrofotometría de absorción atómica (basado en NTC 5151). Los minerales determinados fueron: hierro, cobre, sodio, fósforo, magnesio, manganeso, zinc y calcio.

*Determinación de fenoles totales:* se realizó por el método colorimétrico de *Folin-Ciocalteu*.<sup>7</sup> Se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico. Se diluyó el extracto a una concentración en la cual el contenido de fenoles se encontraba dentro del intervalo de la curva patrón. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico/L. Las lecturas se realizaron a 760 nm.

*Determinación de antocianinas totales:* se determinaron mediante el método diferencial de pH. Las absorbancias se midieron a 530 y 700 nm en *buffers* de pH 1,0 y 4,5; usando la expresión  $A = [(A_{530} - A_{700})_{pH1.0} - (A_{530} - A_{700})_{pH4.5}]$ , y cianidina-3-glucósido con un coeficiente de extinción molar de 26900, como referencia. Los resultados son expresados como miligramos equivalentes de cianidina-3-glucósido/L.<sup>8</sup>

*Análisis de antocianinas por HPLC-DAD:* se analizaron mediante la inyección directa de la muestra, previamente filtrada a través de 0,45 µ de nailon de tamaño de poro del filtro, en un HPLC-DAD utilizando un *Shimadzu LC-20AD/T HPLC* equipado con un detector de SPD 6AUV (Kyoto, Japón) y una Pinnacle (II) C18 columna (5 µ) 250 × 4,6 mm (Restek®, Bellefonte, EE. UU.) con un autoinyector y un detector de matriz de fotodiodos (PDA). Los disolventes utilizados fueron de grado HPLC acetonitrilo/ácido fórmico/agua (3:10:87) como solvente A y acetonitrilo/ácido fórmico/agua (50:10:40) como disolvente B. El perfil de elución fue el siguiente: mínimo 0, 94 % A, 6 % B; 10 min, 80 % A, 20 % B; 20 min, 60 % A, 40 % B; 30 min, 50 % A, 50 % B; 35 min, 94 % A, 6 % B. Las antocianinas se identificaron y cuantificaron por los tiempos de retención cromatográficos, los espectros ultravioleta-visible y las curvas de calibración de estándares.<sup>3,9</sup>

*Componentes fenólicos por HPLC. Determinación de ácido clorogénico, cafeico, ferúlico y p-coumárico:* la bebida de corozo se filtró (tamaño de poro 0,45 µm) y se hicieron diluciones en agua supra-pura. Las condiciones cromatográficas son: fase móvil acetonitrilo/agua acidificada (ácido fosfórico pH= 2,5), (400:600 v/v). Los compuestos fenólicos se eluyeron en las condiciones siguientes: flujo de 1 mL/min, 25 °C y condiciones isocráticas. El espectro ultravioleta-visible es recorrido de 200 a 600 nm para todos los picos; la identificación y cuantificación de los compuestos se hizo con curvas de calibración para cada uno de los ácidos fenólicos.<sup>10</sup>

*Ensayo ORAC hidrofílico:* en el procedimiento experimental se empleó Trolox como estándar y condiciones controladas de temperatura a 37 °C y pH 7,4. Las lecturas se realizaron a una I de excitación 493 nm y *slit* de excitación 10, I de emisión 515 nm y *slit* de emisión 15, con atenuador de 1 % y sin placa atenuadora. Para el desarrollo de la técnica se utilizaron soluciones de fluoresceína  $1 \times 10^{-2}$  M en PBS

(75 mM) AAPH 0,6 M en PBS (75 mM). La muestra contenía 21  $\mu\text{L}$  de fluoresceína, 2 899  $\mu\text{L}$  de PBS, 30  $\mu\text{L}$  del extracto ensayado y 50  $\mu\text{L}$  de AAPH. Como referencia se usó Trolox. El efecto protector del antioxidante se calculó usando las diferencias de áreas bajo la curva de decaimiento de la fluoresceína entre el blanco y la muestra, y se comparó contra la curva del Trolox, lo cual se expresa en micromoles equivalentes de Trolox por L ( $\mu\text{M Tx/L}$ ), de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$\text{ORAC} = \frac{(\text{AUC} - \text{AUC}^\circ)}{(\text{AUC}_{\text{Trolox}} - \text{AUC}^\circ)} f[\text{Trolox}]$$

Donde AUC es el área bajo la curva de la muestra,  $\text{AUC}^\circ$  área bajo la curva para el control,  $\text{AUC}_{\text{Trolox}}$  área bajo la curva para el Trolox,  $f$  es el factor de dilución de los extractos.<sup>11-13</sup>

*Análisis estadísticos:* todos los experimentos se realizaron por triplicado. Las regresiones se calcularon con un nivel de significancia de 95 % ( $p < 0,05$ ), mediante el programa *Statgraphics Plus* versión 5.0 (*Statistical Graphics Corp.*, Rockville, MD).

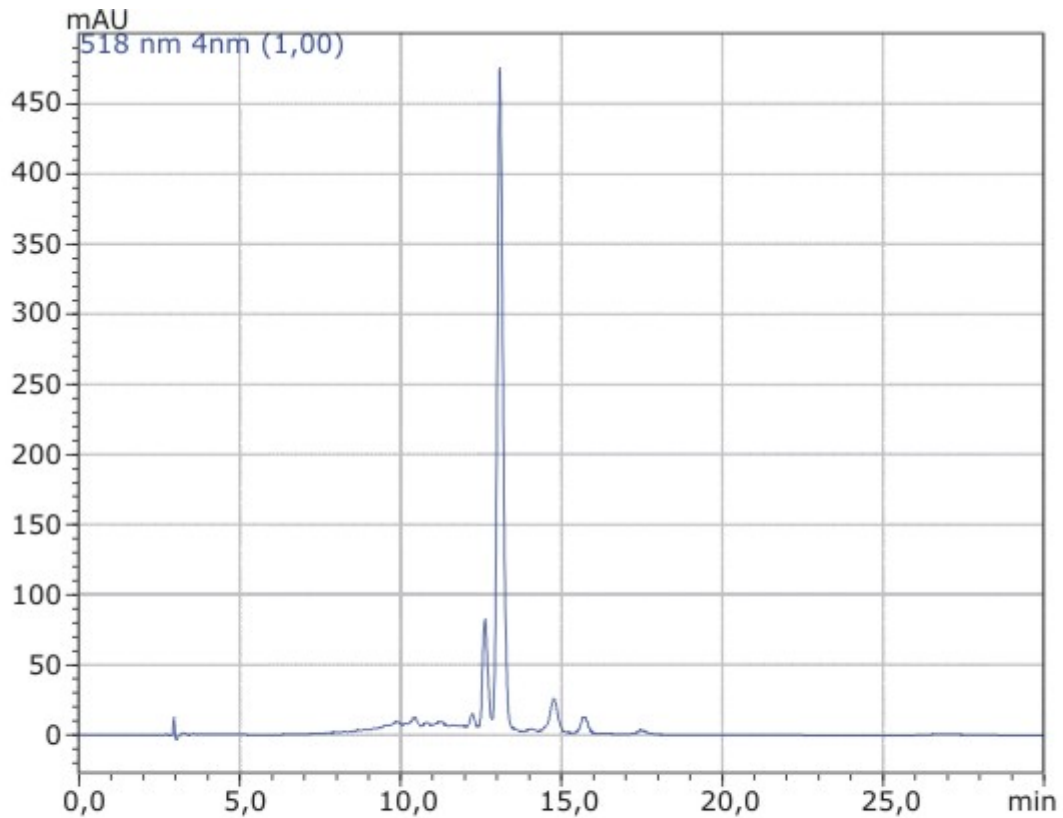
## RESULTADOS

*Estabilidad de las antocianinas:* el cromatograma por HPLC de las antocianinas a 101 °C, muestra un perfil de los compuestos muy similar cuando se compara con las otras temperaturas, de tal manera que no hubo cambios significativos en la composición, donde 1 es cianidina-3-rutinósido y 2 cianidina-3-glucósido, como componentes principales; estos resultados están acordes con los reportados previamente para el corozo (Fig. 1).<sup>3</sup>

Los perfiles de absorción en los espectros ultravioleta-visible de las infusiones acuosas de corozo a diferentes temperaturas, muestran que no se encuentran cambios significativos en el desplazamiento de los picos de absorción; solo cambian las cantidades de los componentes extraídos por el volumen del extracto acuoso, debido al aumento en la absorbancia a 520 nm (Fig. 2).

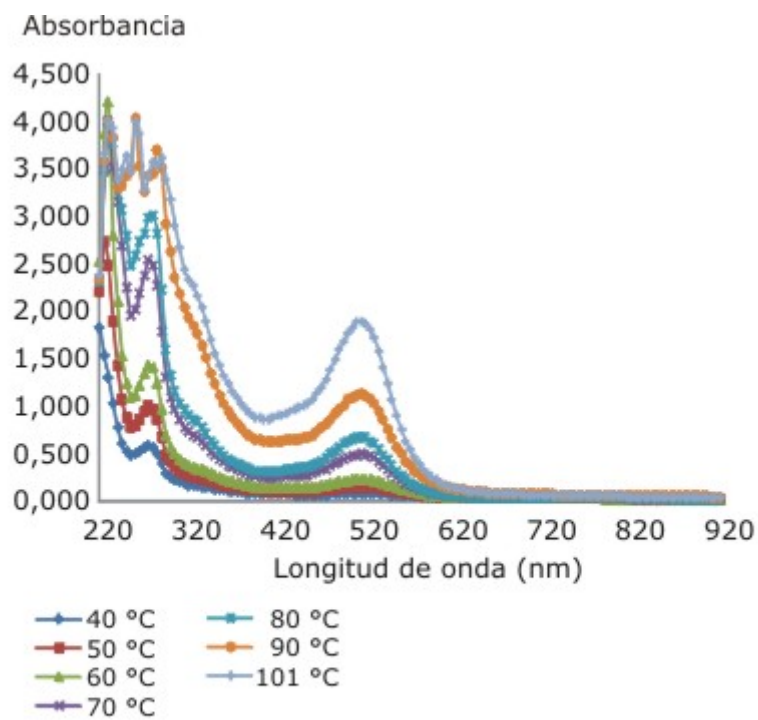
Este comportamiento se puede evidenciar cuando se analizan los porcentajes de extracción de los extractos a diferentes temperaturas, donde hay variaciones significativas desde 0,39 hasta 4,24 % cuando se aumenta la temperatura de 40 °C a 101 °C, respectivamente (tabla).

Para demostrar la estabilidad de las antocianinas, el extracto acuoso obtenido a 101 °C se sometió a un proceso de hidrólisis con HCl 2 N en metanol 50 % durante 60 min; se encontró que solo aumentó la cantidad de cianidina desde 10,8 hasta 22,3 mg/L, como la mayor aglicona formada durante el proceso de hidrólisis (Fig. 3).



1: cianidina-3-rutinosido, 2: cianidina-3-glucósido

**Fig. 1.** Perfil de antocianinas del extracto de corozo a 101 °C.

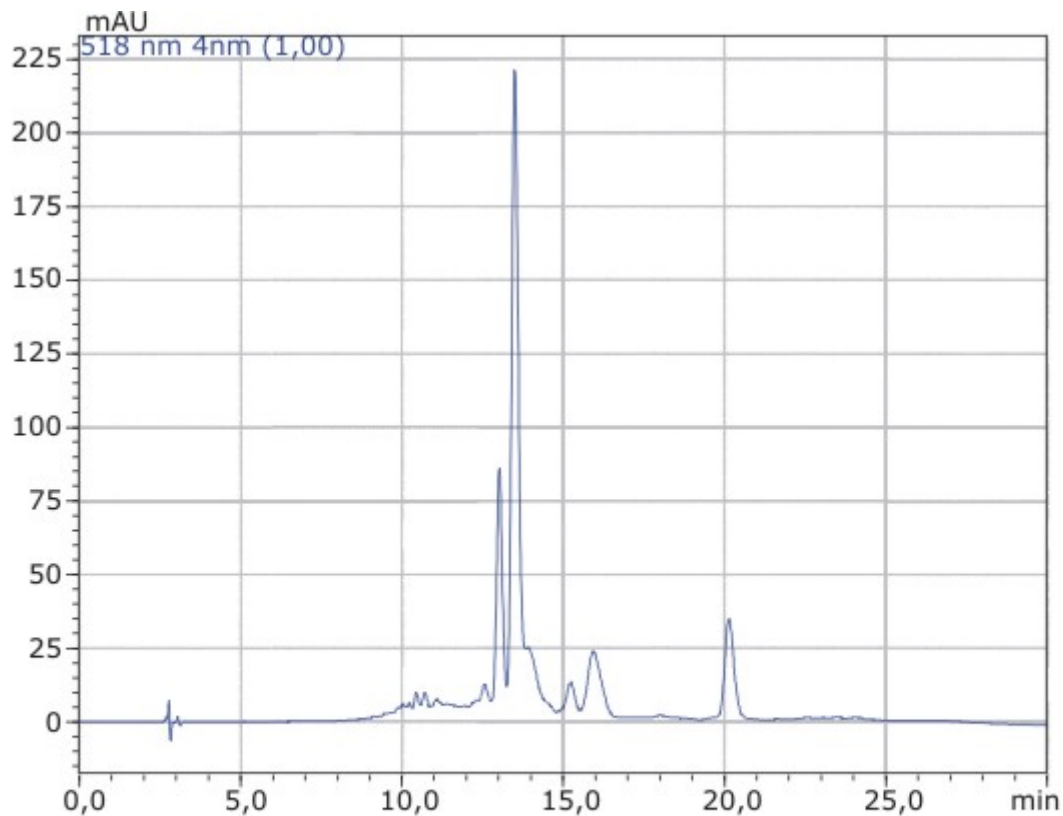


**Fig. 2.** Espectros ultravioleta-visible de extractos de corozos obtenidos a diferentes temperaturas.

**Tabla.** Características de las infusiones acuosas de corozo a diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	pH	°Brix	Fenoles <sup>1</sup>	Antocianinas <sup>2</sup>	Valores ORAC <sup>3</sup>	Porcentaje de extracción
40	3,5	NR	38,0	8,02	1 021,3	0,388
50	3,4	NR	46,9	17,70	2 242,0	0,528
60	3,3	NR	111,5	27,89	3 102,7	0,847
70	3,1	0,1	236,3	54,23	9 113,1	1,655
80	3,0	0,8	320,4	64,79	1 4192,2	2,569
90	3,1	0,9	704,5	101,15	2 1630,7	3,329
101	3,0	1,1	1 113,8	148,62	2 3039,0	4,237

<sup>1</sup>: mg equivalentes de ácido gálico/L, <sup>2</sup>: mg equivalentes de cianidina-3-glucósido/L, <sup>3</sup>: µmol Trolox/L. ORAC: capacidad de absorbanza de radicales oxígeno.

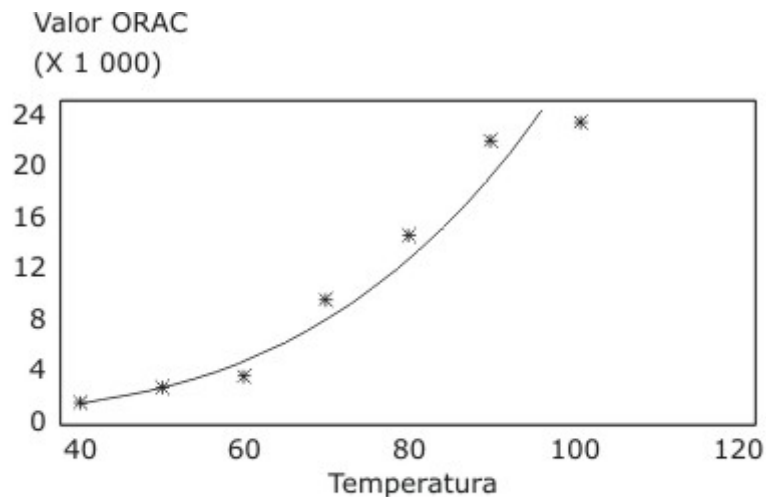


**Fig. 3.** Perfil de antocianinas del extracto de corozo a 101 °C después del proceso de hidrólisis (metanol 50 % y 2 N en HCl durante 60 min a 90 °C).

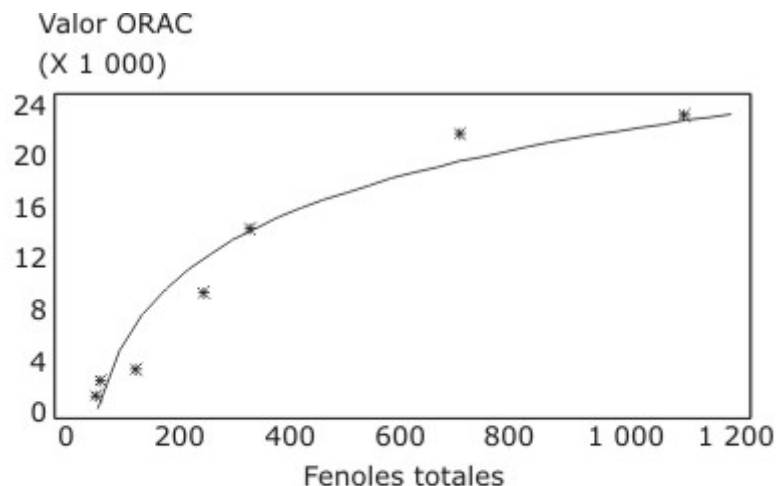
La pelargonina, malvidina, y delphinidina como agliconas no se forman durante el proceso hidrolítico.

*Contenido de fenoles y valores ORAC de los extractos de corozo:* el contenido de fenoles totales expresados como (mg Eq de ácido gálico/L) muestra un aumento significativo de 38,0 hasta 1 113,8 mg Eq de ácido gálico/L, cuando se eleva la temperatura de 40 °C a 101 °C, respectivamente.

La actividad antioxidante de los extractos acuosos de corozo, expresada como valores ORAC ( $\mu\text{M Tx/L}$ ), crece exponencialmente con el aumento de temperatura desde 1021,3 a 40 °C hasta 23 039,0 para 101 °C, de acuerdo con la expresión siguiente:  $\text{Valores ORAC} = e^{(4,75249 + 0,0578627 \cdot T^{\circ\text{C}})}$ , con  $R^2 = 97,1$ ; además, se observa que a las temperaturas más altas, es decir 90 y 101 °C, los valores ORAC son estabilizados (Fig. 4).



**Fig. 4.** Correlación entre la actividad antioxidante expresada como valor ORAC (capacidad de absorción de radicales oxígeno) ( $\mu\text{M Tx/L}$ ) contra la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).



**Fig. 5.** Correlación entre la actividad antioxidante expresada como valor ORAC (capacidad de absorción de radicales oxígeno) ( $\mu\text{M Tx/L}$ ) contra fenoles totales (mg de ácido gálico/L).



Al correlacionar los fenoles totales con los valores ORAC, se encuentra una influencia directa sobre la actividad antioxidante expresada como una regresión logarítmica con  $R^2 = 94,0\%$ ; de acuerdo con la ecuación: valores ORAC =  $-25965,6 + 6920,3 \cdot \ln$  (fenoles totales) (Fig. 5).

Entre las antocianinas y los valores ORAC no existe una correlación significativa.

*Componentes de la bebida refrescante de corozo obtenida a 101 °C:* las bebidas de corozo, preparadas usando una proporción de 1:3 de fruta:agua, pueden soportar calentamientos hasta ebullición durante un período de 1 h sin que ocurran cambios estructurales significativos en las antocianinas, los cuales afectarían directamente la actividad antioxidante. A 101 °C se obtienen una bebida de corozo, con unas propiedades nutracéuticas que la avalan potencialmente como un suplemento antioxidante. La bebida tiene 1,1 grados *brix* y un pH de 3,0. Es rica en minerales como potasio (423 mg/L) y en menor cantidad se encuentran calcio (24 mg/L), fósforo (19 mg/L), sodio (20 mg/L), y magnesio (25 mg/L). Tiene un alto contenido de antocianinas y fenoles totales (146,82 mg cianidina-3-glucósido/L y 1 113,8 mg ácido gálico/L, respectivamente); valores similares también han sido reportados para algunos jugos de cerezas como uvas y agraz o arándanos.<sup>14-16</sup> Algunas antocianinas se encuentran en forma libre como agliconas: pelargonina (7,8 mg/L), malvidina (20,3 mg/L), cianidina (10,8 mg/L) y delphinidina (14,8 mg/L). La bebida nutracéutica y refrescante de corozo también contiene ácidos fenólicos como clorogénico (19,93 mg/L), cafeico (0,45 mg/L) y cumárico (7,53 mg/L). Además, contiene azúcares reductores como glucosa y fructosa en cantidades apreciables (1 623 y 1 625 mg/L, respectivamente), y en menor cantidad sacarosa (186 mg/L). Todos los compuestos fenólicos y los azúcares reductores en la bebida refrescante de corozo influyen directamente en la actividad antioxidante expresada como valores ORAC: equivalente a 23 039,0  $\mu\text{M Tx/L}$ .

## DISCUSIÓN

Las antocianinas son los principales componentes de los extractos de corozo; los resultados reflejan la estabilidad de estos compuestos a los efectos del calentamiento hasta 101 °C. La mayoría de las antocianinas no son muy afectadas por las condiciones de acidez del medio (95 %). Además, el color del corozo está asociado al contenido y la estabilidad de las antocianinas, por lo tanto, los extractos obtenidos de una forma similar a los de este estudio pueden ser utilizados de colorantes naturales en diferentes productos alimenticios como helados y yogures, entre otros.<sup>17</sup> Los valores de fenoles totales de la infusión de corozo obtenida a 101 °C son superiores a los obtenidos para infusiones acuosas de café de Colombia.<sup>13</sup>

La actividad antioxidante de un alimento es la expresión de los diferentes componentes polifenólicos, los cuales se comportan mediante diferentes mecanismos de acción reductora en sus interacciones con las especies reactivas de oxígeno (ERO). El método ORAC mide la capacidad antioxidante mediante un mecanismo de transferencia de protones HAT (*hydrogen atom transfer*) y es la técnica más avalada para medir el potencial antioxidante total de alimentos y suplementos nutricionales.<sup>18,19</sup> Los resultados reportados en este trabajo son similares a los encontrados para diferentes cerezas, al correlacionar la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC) y el contenido de compuestos fenólicos.<sup>20</sup> Por ejemplo, Pryor y otros en 1998, también encontraron que el coeficiente de correlación del contenido fenólico total contra los valores ORAC fue superior a la regresión de ORAC contra el contenido de antocianinas en diferentes frutos del género *Vaccinium*.<sup>21</sup> Estos resultados sugieren que la actividad antioxidante de los

extractos de frutos de corozo se deriva sobre todo de la contribución de los compuestos fenólicos totales y no exclusivamente al contenido de antocianinas.<sup>22,23</sup> Los valores ORAC de corozo (23 039,0  $\mu\text{M Tx/L}$ ), casi duplican los obtenidos para infusiones acuosas de algunas variedades de café colombiano.<sup>13</sup> Para la ingesta de antioxidantes en humanos se sugieren unos valores ORAC en el orden de 3 000 a 5 000 TEAC (*trolox equivalent antioxidant capacity*) por día, cantidades que se pueden lograr mediante el consumo de 100 a 200 mL por día de la bebida refrescante obtenida en este estudio, como la única fuente de antioxidantes.<sup>24</sup>

En conclusión, las bebidas refrescantes de corozo o chonta (*Bactris guineensis*) obtenidas por calentamiento a ebullición, son ricas en minerales especialmente potasio; tienen azúcares reductores como glucosa y fructosa y compuestos polifenólicos, en particular antocianinas y ácidos fenólicos como ácido clorogénico, los cuales contribuyen a los altos valores ORAC. Por todo lo anterior, resulta una alternativa económica para las zonas costaneras del Caribe colombiano, de tal manera que se puede comercializar un producto con un alto valor nutracéutico (antioxidante) para competir en los mercados internacionales con jugos de otros tipos de cerezas. Los procesos artesanales para obtener bebidas refrescantes nutracéuticas de corozo, son el resultado de la sabiduría de diversas culturas, que puede permitir el desarrollo agroindustrial en las zonas de cultivo del corozo o chonta (*Bactris guineensis*) en el Caribe colombiano.

## AGRADECIMIENTOS

A la DIME y al laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo económico en la ejecución del trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Galeano G, Bernal R. Palmas de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia: Panamericana Formas e Impreso S.A.; 2010. p. 429-31.
2. De Oliveira MKS, Martínez-Flores HE, De Andrade JS, Garnica-Romo MG, Chang YK. Use of pejibaye flour (*Bactris gasipaes* Kunth) in the production of food pastas. International. J Food Science Technol. 2006;41:933-7.
3. Osorio C, Acevedo B, Hillebrand S, Carriazo J, Winterhalter P, Morales AL. Microencapsulation by spray-drying of anthocyanin pigments from Corozo (*Bactris guineensis*) fruit. J Agric Food Chem. 2010;58(11):6977-85.
4. Del Pozo-Insfran D, Percival SS, Talcott ST. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) polyphenolics in their glycoside and aglycone forms induces apoptosis of HL-60 leukemia cells. J Agric Food Chem. 2006;54(4):1222-9.
5. Pacheco-Palencia LA, Talcott ST, Safe S, Mertens-Talcott S. Absorption and biological activity of phytochemical-rich extracts from Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and oil in vitro. J Agric Food Chem. 2008;56(10):3593-600.
6. Polo-Insfran DD, Brenes CH, Talcott ST. Phytochemical composition and pigment stability of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.). J Agric Food Chem. 2004;52:1539-45.

7. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American J Enology Viticulture*. 1965; 16: 144-58.
8. Gaviria CA, Ochoa CI, Sánchez N, Medina C, Lobo M, Mosquera AJ, et al. Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 2009; 8(6): 519-28.
9. Schauss AG, Wu X, Prior RL, Ou B, Huang D, Owens J, et al. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* mart. (açai). *J Agric Food Chem*. 2006; 54(22): 8604-10.
10. Kelebek H, Serkan S, Ahmet C, Turgut C. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kosan. *Microchemical J*. 2009; 91: 187-92.
11. Rautenbach F, Venter I. Hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity of commonly consumed South African fruits, vegetables, grains, legumes, fats/oils and beverages. *J Food Composition Analysis*. 2010; 23: 753-61.
12. Romero M, Rojano B, Mella-Raipán J, Pessoa-Mahana CD, Lissi E, López-Alarcón C. Antioxidant capacity of pure compounds and complex mixtures evaluated by the ORAC-Pyrogallol Red Assay in the presence of Triton X-100 Micelles. *Molecules*. 2010; 15(9): 6152-67.
13. Naranjo M, Vélez T, Rojano B. Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades. *Rev Cubana Plant Med*. 2011; 16(2): 164-73.
14. Coisson JD, Travaglia AF, Piana AG, Capasso AM, Arlorio BM. *Euterpe oleracea* juice as a functional pigment for yogurt. *Food Research International*. 2005; 38: 893-7.
15. Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem*. 2005; 53: 4290-4302.
16. Zulueta A, Esteve MJ, Frígola A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food Chem*. 2009; 114: 310-6.
17. Wang SY, Jiao HJ. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *J Agric Food Chem*. 2000; 48: 5677-84.
18. Wang SY, Lin HS. Antioxidant activity in fruit and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J Agric Food Chem*. 2000; 48: 140-6.
19. Zheng W, Wang SY. Oxygen radical absorbing capacity of flavonoids and phenolic acids in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries. *J Agric Food Chem*. 2003; 51: 502-9.
20. Prior RL, Cao G, Martin A, Sofic E, McEwen J, O'Brien Ch, et al. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *J Agric Food Chem*. 1998; 46(7): 2686-93.

21. Wang SY, Ballington JR. Free radical scavenging capacity and antioxidant enzyme activity in deerberry (*Vaccinium stamineum* L.). Food Sci Technol Today. 2007;73:1352-61.
22. Capocasa F, Scalzo J, Mezzetti B, Battino M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. Food Chem. 2008;111:872-8.
23. Kahkonen MP, Hopia AI, Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity. J Agr Food Chem. 2001;49:4076-82.
24. Al-Duais M, Muller L, Bohm V, Jetschke G. Antioxidant capacity and total phenolics of *Cyphostemma digitatum* before and after processing: use of different assays. Eur Food Res Technol. 2009;228:813-20.

Recibido: 22 de agosto de 2011.

Aprobado: 7 de abril de 2012.

*Benjamín Rojano*. Laboratorio de Ciencia de los Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias. A.A 3840. Medellín, Colombia.  
Teléf.: +57(4) 430 9381; Fax: +57(4) 430 9347. Correo electrónico:  
[brojano@unal.edu.co](mailto:brojano@unal.edu.co)