

# Análisis bromatológico y de flavonoides de los cultivares blanco y morado de *Dioscorea trifida* L. (sachapapa) de la región Loreto

## Bromatological and flavonoids analysis of white and purple cultivars of *Dioscorea trifida* L. (sachapapa) from the Loreto region

Miguel A. Quispe<sup>1</sup>, Pedro M. Adrianzén<sup>2</sup>, Alenguer Alva<sup>1</sup>, Miguel A. Pérez<sup>3</sup>, Sixto A. Imán<sup>4</sup>, Jorge L. Marapara<sup>2</sup> y Juan C. Castro<sup>5</sup>

Recibido: junio 2015

Aceptado: junio 2015

### RESUMEN

*Dioscorea trifida* L. (sachapapa) es una tuberosa distribuida en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, pero las investigaciones sobre sus propiedades nutraceuticas son limitadas. Por tanto, nuestro objetivo fue realizar un análisis bromatológico y de flavonoides de los cultivares blanco y morado de sachapapa de la región Loreto. Los tubérculos de ambos cultivares fueron obtenidos de los agricultores de las cuencas de los ríos Marañón, Ucayali, Napo, Itaya y Nanay de la región Loreto. Los análisis bromatológicos y de flavonoides se hicieron con procedimientos estándares. Los resultados muestran que la concentración de los carbohidratos, lípidos, proteínas, entre otros componentes, son similares en ambos cultivares. Respecto del contenido de flavonoides, estos difirieron significativamente ( $t = -9,27$ ;  $g. l. = 55$ ;  $p < 0,001$ ) entre ambas variedades, siendo mayor en los tubérculos de la variedad morada ( $1,81 \pm 0,69$  g / 100 g de muestra) que en los de la variedad blanca ( $0,31 \pm 0,25$  g / 100 g de muestra). Asimismo, los análisis espectrofotométricos indicaron que hay hasta tres clases de flavonoides tales como chalconas (5 tipos), flavonoles (3 tipos) e isoflavonas (11 tipos). En conclusión, los tubérculos de los cultivares blanco y morado de *D. trifida* son similares en su composición bromatológica, pero en cuanto a los flavonoides, el cultivar morado contiene hasta 7 veces más que el cultivar blanco. Del mismo modo, en los tubérculos de *D. trifida* se han detectado hasta 19 tipos de flavonoides, siendo las isoflavonas los más representativos.

**Palabras claves:** antocianinas, composición química, nutraceuticos, tubérculos amazónicos.

### ABSTRACT

*Dioscorea trifida* L. (sachapapa) is a tuberous distributed in tropical and subtropical regions of the world, but research on its nutraceutical properties are limited. Therefore, our goal was to realize a bromatologic and flavonoids analysis of white and purple cultivars of sachapapa from the Loreto region. The tubers of both cultivars were obtained from farmers in the basins of the Marañón, Ucayali, Napo, Itaya, and Nanay rivers of the Loreto region. Bromatologic and flavonoids analysis were performed using standard procedures. The results show that the concentrations of carbohydrates, lipids, proteins, among other components, are similar in both cultivars. Regarding to the content of

<sup>1</sup>Laboratorio de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Iquitos, Loreto, Perú.

<sup>2</sup>Unidad Especializada de Biotecnología. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales de la Amazonía (Cirna). UNAP. San Juan Bautista, Loreto, Perú.

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía. UNAP. Iquitos, Loreto, Perú.

<sup>4</sup>Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA). Área de Conservación de Recursos Fitogenéticos. Estación Experimental Agraria San Roque. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). San Juan Bautista, Loreto, Perú.

<sup>5</sup>Unidad Especializada de Biotecnología. Cirna. UNAP. Pasaje Los Paujiles s/n, Nuevo San Lorenzo, San Juan Bautista, Loreto, Peru. juanccgomez@yahoo.es

flavonoids, all of them differ significantly ( $t = -9,27$ ;  $df = 55$ ,  $p < 0,001$ ) between the two cultivars, being higher in tubers of the purple variety ( $1,81 \pm 0,69$  g / 100 g sample) than the white variety ( $0,31 \pm 0,25$  g / 100 g sample). Also, spectrophotometric analysis showed that there are three kinds of flavonoids, such as chalcones (5 types), flavonols (3 types), and isoflavones (11 types). In conclusion, the tubers of white and purple cultivars of *D. trifida* are similar in its chemical composition, but the purple cultivar contains up to 7 times more flavonoids than the white cultivar. Also in *D. trifida* tubers it has been detected up to 19 types of flavonoids, being isoflavones the most representative.

**Key words:** anthocyanins, chemical composition, nutraceuticals, Amazonian tubers.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas son empleadas desde tiempos remotos por el hombre para su alimentación y el tratamiento de sus enfermedades, es decir por sus propiedades nutraceuticas. Por todas estas importantes propiedades, estas plantas son usadas tradicionalmente de generación en generación (Lock, 1994) como fitomedicinas de su variadísima farmacopea natural. Dentro de estas plantas, las del género *Dioscorea* cuentan con diversas especies de importancia económica en las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo (Bousalem et al., 2010; Nascimento et al., 2015; Rubatzky y Yamaguchi, 1997). Por ejemplo, la especie *Dioscorea trifida* L. (sachapapa) es una tuberosa con características sobresalientes; particularmente su cultivar morado, el cual presenta un alto contenido de flavonoides (Carreno-Díaz y Grau, 1977; Colomé et al., 2010; Ramos-Escudero et al., 2010a; Rincón et al., 2000). Estos compuestos fitoquímicos destacan por sus propiedades promotoras de la salud, gracias a que actúan como antioxidantes, antiinflamatorios, anticancerígenos, protectores cardiovasculares, antígenotóxicos, antihiper glucemiantes, antiparasitarios, antifúngicos, entre otros múltiples beneficios (Markakis, 1982; Ramos-Escudero et al., 2010b; Teixeira et al., 2013). Los flavonoides son producidos en la vía biosintética de los flavonoides (Koes et al., 2005; Saito et al., 2013; Winkel-Shirley, 2001), vía metabólica que recientemente ha sido dilucidada en la *D. alata*

mediante el análisis de su transcriptoma (Wu et al., 2015). Aunque, la sachapapa no es considerada socioeconómicamente importante por su escaso consumo y limitada comercialización, lo cual se atribuye a que existen escasos estudios científicos que destaquen sus propiedades nutraceuticas. Para cubrir los vacíos en cuanto al conocimiento de estas propiedades, el principal objetivo del estudio fue realizar un análisis bromatológico y de flavonoides de los cultivares blanco y morado de la sachapapa de la región Loreto.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Recolección y procesamiento inicial del material biológico

Los tubérculos de ambos cultivares (blanco y morado) fueron obtenidos de los agricultores de las cuencas de los ríos Marañón, Ucayali, Napo, Itaya y Nanay de la región Loreto. Los tubérculos fueron lavados, pesados, medidos, codificados, sellados en bolsas plásticas y almacenados a 4 °C hasta su procesamiento.

### Análisis bromatológicos

Los análisis para determinar la humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos se realizaron de acuerdo con los métodos oficiales de análisis de la AOAC (1990). Las calorías se determinaron por cálculo directo con la siguiente fórmula: %Calorías = %L x 9 + %P x 4 + %CHO x 4; los sólidos solubles totales fueron estimados con un refractómetro.

### Análisis de flavonoides

Los flavonoides fueron extraídos con solventes orgánicos e hidroalcohólicos, y su contenido y tipo se determinó según los procedimientos descritos por Lock (1994).

### Análisis estadísticos

Los cálculos de los valores promedio, la desviación estándar, la prueba t de Student y los análisis de conglomerados se hicieron con el programa IBM® SPSS Statistic v 22.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

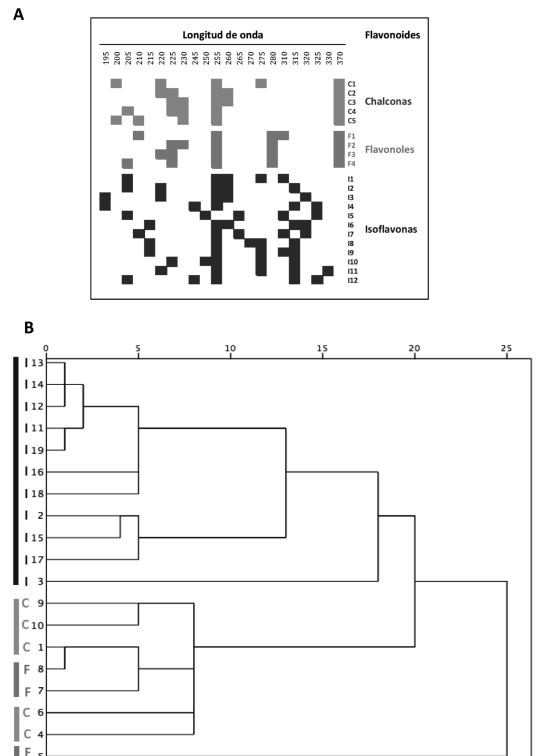
Los resultados del análisis bromatológico muestran que la concentración de los diferentes componentes químicos son similares en los tubérculos de ambas variedades de *D. trifida* (tabla 1). En ambas variedades, después de la humedad y de los sólidos totales, los carbohidratos son los componentes predominantes, seguido por las proteínas. Estos resultados son similares a los reportados por Pilco y Sifuentes (2014) y Colomé et al. (2010). Además, cabe resaltar que los componentes químicos mayoritarios del grupo de carbohidratos están constituidos por los polisacáridos (almidones) amilosa y amilopectina (Amani et al., 2004; Riley et al., 2006).

**Tabla 1.** Análisis bromatológico de los tubérculos de dos cultivares (blanco y morado) de *Dioscorea trifida* L. (sachapapa).

Componente	Cultivar	
	Blanco	Morado
Humedad (%)	66,98 ± 2,10	71,31 ± 3,05
Cenizas (%)	0,66 ± 0,14	0,46 ± 0,10
Grasas (%)	0,25 ± 0,05	0,87 ± 0,14
Proteínas (%)	4,29 ± 0,21	3,97 ± 0,33
Carbohidratos (%)	27,82 ± 2,23	23,58 ± 1,99
Sólidos totales (%)	33,02 ± 3,03	28,69 ± 2,06
Calorías (kcal)	130,69 ± 5,45	118,03 ± 4,31

En contraste, el contenido de los flavonoides difiere significativamente entre ambas variedades, de tal modo que los tubérculos

de la variedad morada ( $1,81 \pm 0,69$  g / 100 g de muestra) contenían hasta 7 veces más flavonoides que los tubérculos de la variedad blanca ( $0,31 \pm 0,25$  g / 100 g de muestra), siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $t = -9,27$ ;  $g. l. = 55$ ;  $p < 0,001$ ). Asimismo, los análisis espectrofotométricos de 21 muestras nos indicaron que hay hasta tres tipos de flavonoides (figura 1). Entre estos tenemos 5 tipos de chalconas, 4 tipos de flavonoles y hasta 12 tipos de isoflavonas (figura 1A). Adicionalmente, mediante el análisis de conglomerados con base en los perfiles de absorción espectrofotométrica en el rango de 195 a 370 nm, se formaron dos grupos, el primero incluyó a las isoflavonas y el segundo a las chalconas más los flavonoles (figura 1B).



**Figura 1.** Perfil espectrofotométrico (A) y análisis de conglomerados (B) de los tres tipos de flavonoides (chalconas, flavonoles e isoflavonas) presentes en los tubérculos de *Dioscorea trifida* L.

Resultados similares han sido reportados por Ramos-Escudero et al. (2010b), quienes combinando las técnicas de cromatografía líquida de alta performance con detección de arreglo de diodos y espectrofotometría de masas, han identificado 12 tipos de pigmentos antocianínicos (flavonoides), siendo la peonidina 3-O-*p*-coumaroilglucósido-5-O-glucósido la más abundante. Todos los flavonoides detectados en nuestro estudio y los identificados por otros investigadores, son producidos en la vía biosintética de los flavonoides.

Esta vía metabólica ha sido bien caracterizada a nivel genético y bioquímico en diversas especies de plantas (Koes et al., 2005; Winkel-Shirley, 2001) y varios de sus genes han sido clonados (Czemmel et al., 2012; Kroon et al., 1994; Saito et al., 2013). Además, un reciente estudio comparativo sobre los perfiles transcriptómicos de los tubérculos de los dos cultivares (blanco y morado) de *D. alata*, ha identificado genes candidatos estructurales que codifican las enzimas de la vía biosintética de los flavonoides tales como chalcona sintasa, flavanona 3-hidroxilasa, flavonoide 3'-monooxigenasa, dihidroflavonol 4-reductasa, leucoantocianidina dioxigenasa y flavonol 3-O-glucosiltransferasa. Adicionalmente, los responsables de este estudio han identificado genes candidatos reguladores, tales como los factores de transcripción bHLH, MYB y WD40, que potencialmente regulan la producción de flavonoides y en particular de las antocianinas cianidina-3-O- $\beta$ -D-glucósido y pelargonidina-3-O- $\beta$ -D-glucósido (Wu et al., 2015).

## CONCLUSIONES

Los tubérculos de los cultivares blanco y morado de *D. trifida* son similares en su composición bromatológica, pero en cuanto a los flavonoides, el cultivar morado

contiene hasta 7 veces más que el cultivar blanco. Asimismo, en los tubérculos de *D. trifida* se han detectado hasta 21 tipos de flavonoides, siendo las isoflavonas los más representativos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) por el financiamiento del proyecto de investigación "Selección de clones superiores de *Dioscorea trifida* L. (sachapapa) a base de su caracterización morfológica, molecular y fitoquímica, de la región Loreto" aprobado con RR 0173-2008-UNAP.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amani NG, Buleon A, Kamenan A, Colonna P. 2004. Variability in starch physico-chemical and functional properties of yam (*Dioscorea* sp.) cultivated in Ivory Coast. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(15), 2085-2096.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC)* (15th edition, vol. 1). Washington, D.C.: AOAC International.
- Bousalem M, Viader V, Mariac C, Gómez RM, Hochu I, Santoni S, David J. 2010. Evidence of diploidy in the wild Amerindian yam, a putative progenitor of the endangered species *Dioscorea trifida* (Dioscoreaceae). *Genome*, 53(5), 371-383.
- Carreno-Díaz R, Grau N. 1977. Anthocyanin pigments in *Dioscorea tryphida* L. *Journal of Food Science*, 42(3), 615-617.
- Colomé FDM, García-Pinchi R, Carranza J, Alva A, 2010. Obtención del colorante de

- Dioscorea trifida* (sachapapa morada) por atomización. *Conocimiento Amazónico*, 1(1), 77-83.
- Czemmel S, Heppel SC, Bogs J. 2012. R2R3 MYB transcription factors: key regulators of the flavonoid biosynthetic pathway in grapevine. *Protoplasma*, 249 Suppl 2, S109-118.
- Koes R, Verweij W, Quattrocchio F. 2005. Flavonoids: a colorful model for the regulation and evolution of biochemical pathways. *Trends in Plant Science*, 10(5), 236-242.
- Kroon J, Souer E, De Graaff A, Xue Y, Mol J, Koes R. 1994. Cloning and structural analysis of the anthocyanin pigmentation locus *Rt* of *Petunia hybrida*: characterization of insertion sequences in two mutant alleles. *The Plant Journal*, 5(1), 69-80.
- Lock O. 1994. Investigación fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales (segunda edición, vol. 1). Lima, Perú: Fondo Editorial, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Markakis P. 1982. Chapter 9 - Anthocyanins as Food Additives. In P. Markakis (ed.), *Anthocyanins As Food Colors* (pp. 245-253). Academic Press.
- Nascimento WF, Siqueira MV, Ferreira AB, Ming LC, Peroni N, Veasey EA. 2015. Distribution, management and diversity of the endangered Amerindian yam (*Dioscorea trifida* L.). *Brazilian Journal of Biology*, 75(1), 104-113.
- Pilco M, Sifuentes A. 2014. Valor nutricional de las especies vegetales *Calathea allouia* (dale dale) y *Dioscorea trifida* (sachapapa morada) (tesis título profesional). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos.
- Ramos-Escudero F, Muñoz AM, Alvarado-Ortiz Ureta C, Yáñez JA. 2010a. Antocianinas, polifenoles, actividad antioxidante de sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.) y evaluación de lipoperoxidación en suero humano. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 76(1), 61-72.
- Ramos-Escudero F, Santos-Buelga C, Pérez-Alonso JJ, Yáñez JA. 2010b. HPLC-DAD-ESI/MS identification of anthocyanins in *Dioscorea trifida* L. yam tubers (purple sachapapa). *European Food Research and Technology*, 230(5), 745-752.
- Riley CK, Wheatley AO, Asemota HN. 2006. Isolation and Characterization of Starches from eight *Dioscorea alata* cultivars grown in Jamaica. *African Journal of Biotechnology*, 5(17), 1528-1536.
- Rincón AM, Araujo de Vizcarrondo C, Carrillo de Padilla F, Martín E. 2000. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscoreas: ñame congo (*Dioscorea bulbifera*) y mapuey (*Dioscorea trifida*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(3), 286-290.
- Rubatzky VE, Yamaguchi M. 1997. Yams, *Dioscorea*. In *World Vegetables* (pp. 162-182). Springer US.
- Saito K, Yonekura-Sakakibara K, Nakabayashi R, Higashi Y, Yamazaki M, Tohge T, Fernie AR. 2013. The flavonoid biosynthetic pathway in *Arabidopsis*: Structural and genetic diversity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72, 21-34.
- Teixeira AP, Oliveira IMA, Lima ES, Matsuura T. 2013. The use of purple yam (*Dioscorea trifida*) as a health-promoting

ingredient in bread making. *Journal of Research in Biology*, 3(1), 747-758.

Winkel-Shirley B. 2001. Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant Physiology*, 126(2), 485-493.

Wu ZG, Jiang W, Mantri N, Bao XQ, Chen SL, Tao ZM. 2015. Transcriptome analysis reveals flavonoid biosynthesis regulation and simple sequence repeats in yam (*Dioscorea alata* L.) tubers. *BMC Genomics*, 16(1), 346.