



CYTAL-ALACCTA 2019  
Buenos Aires, 20 – 22 noviembre 2019

## COMPUESTOS BIOACTIVOS EN GENOTIPOS DE BATATA (*IPOMOEA BATATAS* L. LAM) DE TAMAÑO COMERCIAL Y DE DESCARTE

Juliana Pazos<sup>1</sup>, Paula Zema<sup>1</sup>, Julieta Gabilondo<sup>2</sup>, Martín Ferrari<sup>2</sup>, Laura Malec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Departamento Química Orgánica. Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>EEA INTA San Pedro. Ruta 9 km 170. Buenos Aires.

E-mail: [malec@qo.fcen.uba.ar](mailto:malec@qo.fcen.uba.ar)

### RESUMEN

Durante la producción del cultivo de batata se pierde un 20% de lo producido. La principal causa de esta pérdida es no poseer el tamaño mínimo para ser comercializadas. El objetivo de este trabajo fue analizar el contenido de compuestos bioactivos y sus propiedades antioxidantes en raíces tuberosas de diferentes genotipos de batata (*Ipomoea batatas* L. Lam) de tamaño comercial y de descarte. Se compararon los valores obtenidos en las batatas de ambos tamaños con el fin de evaluar un posible aprovechamiento de las últimas. Para ello, se estudiaron tres cultivares de batata (*Beauregard*, *Arapey* y *Boni INTA*) provenientes de la zona de San Pedro, Buenos Aires, que luego de cosechadas, se dividieron de acuerdo al tamaño en dos grupos: comerciales (250 - 1000 g) y de descarte (< 250 g). De cada cultivar y subgrupo se tomaron muestras de 10 raíces, se pelaron y sobre la pulpa se analizó el contenido de polifenoles totales, carotenoides totales y la actividad antioxidante. El contenido de polifenoles se determinó con el reactivo de Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante se analizó mediante la reducción del radical del hidrato de 2,2-difenil-1-picril-hidracilo (DPPH) y del radical catiónico 2,2'-azino-bis-(3-etil benzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS) a 517 y 734 nm respectivamente. El contenido de carotenoides se cuantificó mediante extracción con éter de petróleo y medición de la absorbancia a 450 nm. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA). Las batatas de descarte presentaron contenidos de polifenoles de 3,27, 3,21 y 3,18 mg ácido clorogénico /g masa seca (ms) para *Beauregard*, *Boni INTA* y *Arapey* respectivamente. Estos valores resultaron significativamente mayores que los correspondientes a las comerciales del mismo genotipo ( $p < 0,05$ ). La actividad antioxidante, analizada tanto mediante la reducción del radical DPPH como del radical ABTS, también fue significativamente mayor en las batatas de descarte, pero sólo para los cultivares *Beauregard* y *Boni INTA*, de pulpa naranja. En el cultivar *Arapey*, de pulpa amarilla, la actividad antioxidante en ambos grupos fue similar ( $p > 0,05$ ) al medirla con DPPH y levemente menor ( $p < 0,05$ ) en las de descarte de acuerdo al método con ABTS. Los contenidos de carotenoides totales en los cultivares *Beauregard* y *Boni INTA* de descarte resultaron considerablemente elevados (97,5 y 101,2 mg/100 g ms respectivamente), y mayores que en las muestras comerciales (55,4 y 88,7 mg/100 g ms respectivamente). En el cultivar *Arapey* los contenidos fueron similares en ambos grupos (9,5 y 12,3 mg/100 g ms en las muestras de menor y mayor tamaño respectivamente), y mucho menores que

en los de pulpa naranja. Por lo tanto, las batatas de descarte podrían destinarse a la elaboración de productos procesados, ya que representan una fuente interesante de compuestos bioactivos; especialmente las de pulpa naranja, con una elevada actividad antioxidante, así como también un destacado contenido de carotenoides.

**Palabras Clave:** batata, polifenoles, carotenos, actividad antioxidante

## 1. Introducción

La batata (*Ipomoea batatas* (L). Lam) es una planta dicotiledónea de la familia *Convolvulaceae*. Su origen se encuentra en las zonas tropicales de América donde fue domesticada y cultivada desde tiempos remotos por poblaciones indígenas. Argentina posee una producción cercana a las 340.000 toneladas anuales, las cuales se concentran en las zonas pampeana, litoral y el noroeste (FAOSTAT, 2017). La zona de San Pedro, en la provincia de Buenos Aires, se destaca en la producción de batata, uno de sus cultivos tradicionales. El cultivar más difundido y comercializado en la zona es *Arapey*, de origen uruguayo y pulpa amarilla. Aunque en los últimos años, debido al ingreso al país del cultivar norteamericano, *Beauregard* de pulpa naranja, se ha incrementado el interés por cultivares de este color de pulpa. En este sentido, la Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) San Pedro, se encuentra trabajando principalmente en el estudio de cultivares de pulpa naranja. Recientemente han desarrollado el cultivar *Boni INTA*, de piel y pulpa anaranjada y buen rendimiento.

La batata cuenta con interesantes cualidades nutricionales. Se la considera rica en almidón, fibra dietaria, ciertas vitaminas y minerales y compuestos con actividad antioxidante, como ácidos fenólicos, antocianinas y  $\beta$ -caroteno (Wang, Nie y Zhu, 2016; Mu y col., 2017). Los antioxidantes han sido relacionados a la prevención de importantes enfermedades crónicas como cáncer, artritis, diabetes, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (Lim y col., 2013, Bernal y col., 2011, Ludvik, Hanefeld y Pacini, 2008). Por lo tanto, estos compuestos despiertan cada vez más interés en el ámbito científico y en los consumidores.

Existe una importante variación en la composición y calidad funcional entre los distintos genotipos de batatas. Grace y col. (2014) han relacionado a los cultivares de pulpa de pigmentación violeta con un mayor contenido de polifenoles y actividad antioxidante. Por otro lado, también fueron vinculadas las pulpas anaranjadas con una mayor concentración de carotenoides (Liu, Lin y Yang, 2009). Entre estos compuestos, el  $\beta$ -caroteno es considerado el principal precursor de la vitamina A. Sólo 125 g de

raíces frescas de la mayoría de las variedades de pulpa naranja contienen suficiente  $\beta$ -caroteno para proporcionar la dosis diaria a un niño en edad pre-escolar (CIP, 2012). Su biodisponibilidad en este tipo de batatas es superior a la de zanahoria y vegetales de hojas verdes (Van Jaarsveld y col., 2005). Actualmente, se busca desarrollar este tipo de cultivares debido a sus propiedades nutricionales. Esto genera que la mayoría de los consumidores de la Unión europea y de EE.UU prefieran genotipos con esta característica, constituyendo un mercado potencial para la inserción de las batatas de pulpa naranja producidas en nuestro país.

Por otro lado, según cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) (2015) se desperdicia aproximadamente un tercio de los alimentos que se producen a nivel mundial, pudiendo alcanzar valores del 50% en el caso de frutas y hortalizas. Es por esto que existe una creciente preocupación al respecto, tanto desde el punto de vista económico como desde el ambiental, constituyendo además, una fuente de alimentos desperdiciada. Una gran parte de este descarte se debe a que estos productos no cumplen con lo establecido como estándar para su comercialización. Sin embargo, podrían contener compuestos de importante valor nutricional o funcional, por lo que se debería contemplar la posibilidad de aprovecharlos como insumos para productos procesados. En el caso específico de las batatas, en el INTA se calcula que más de un 20% de la producción es desechada, quedando a campo o siendo utilizada para alimento animal, debido a poseer un tamaño subestándar (menor que 250 g) y por lo tanto no comercializable.

El objetivo de este trabajo fue analizar el contenido de compuestos bioactivos y sus propiedades antioxidantes en raíces tuberosas de los cultivares *Boni INTA*, *Beauregard* y *Arapey* de tamaño comercial y subestándar. Las raíces de tamaño subestándar se analizan con el fin de evaluar un posible aprovechamiento de las mismos en cuanto a su calidad funcional.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1. Preparación de muestras**

Se utilizaron muestras de los cultivares *Beauregard*, *Arapey* y *Boni INTA* provenientes de la zona de San Pedro, Buenos Aires. Luego de cosechadas, se dividieron de acuerdo al tamaño en dos grupos: comerciales (entre 250 y 1000 g) y de descarte (menor que 250 g). De cada cultivar y subgrupo se tomaron 10 raíces, las cuales se pelaron y se formó un pool utilizando un cuarto de cada una de sus pulpas. Las

muestras una vez liofilizadas, se molieron y almacenaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis.

## 2.2. Métodos analíticos

*Humedad:* se determinó según el método AOAC: 920.151 (1990) por secado en estufa de vacío (100 mmHg) a  $70^{\circ}\text{C}$  hasta obtener peso constante.

*Determinación de polifenoles totales:* cada muestra se extrajo con metanol 80% (v/v) durante 10 minutos a  $50^{\circ}\text{C}$  y el sobrenadante se separó por centrifugación, 15 minutos a 8500 rpm. Se extrajo nuevamente y se juntaron los sobrenadantes, llevando a volumen con metanol 80%. Las extracciones se realizaron por duplicado.

En cada extracto se analizó por triplicado el contenido de polifenoles totales con el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo al método de Singleton y Rossi (1965) con algunas modificaciones. A 250  $\mu\text{L}$  de extracto se le agregaron 4 ml de agua destilada y 250  $\mu\text{L}$  del reactivo de Folin-Ciocalteu. Luego de 3 minutos, se incorporaron 500  $\mu\text{L}$  de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1N, se mantuvo 120 minutos a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 750 nm en espectrofotómetro UV/Vis Perkin Elmer Lambda 25 (Perkin Elmer, USA). La curva de calibración se realizó utilizando concentraciones de ácido clorogénico desde 180 hasta 400 mg/L. El contenido total de polifenoles se informó como mg ácido clorogénico /g base seca (bs).

*Determinación de la actividad antioxidante:* utilizando los extractos previamente preparados se analizó la actividad antioxidante mediante la reducción del radical del hidrato de 2,2-difenil-1-picril-hidracilo (DPPH) y de la reacción con el del radical catiónico 2,2'-azino-bis-(3-etil benzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS).

La reducción del radical DPPH $\cdot$  se analizó de acuerdo al método de Brand-Williams, Cuvelier y Berset (1995) con modificaciones. Se mezclaron 400  $\mu\text{l}$  extracto con 3,6 ml de DPPH $\cdot$  0,1 mM, se mantuvo en oscuridad durante 30 minutos a temperatura ambiente y se determinó la absorbancia a 517 nm. La actividad antioxidante se calculó usando una curva de calibración con concentraciones de TROLOX desde 0,075 mM hasta 0,3 mM. Los resultados se expresaron como mg equivalentes TROLOX /g bs. Las mediciones se realizaron por triplicado en cada extracto.

La reacción con ABTS se analizó de acuerdo al método de Ozgen y col. (2006) con modificaciones. A 20  $\mu\text{l}$  de la muestra se le agregaron 3 ml de la solución de ABTS $\cdot+$  previamente preparada y se determinó la absorbancia a 734 nm. La actividad antioxidante se calculó usando una curva estándar con concentraciones de TROLOX

desde 0,75 mM hasta 3 mM. Los resultados se expresaron como mg equivalentes TROLOX/ g bs.

*Determinación de carotenoides totales:* se realizó según el método de Rodríguez-Amaya y Kimura (2004) con algunas modificaciones. Se hicieron tres extracciones sucesivas de cada muestra con éter de petróleo midiendo la absorbancia a 450 nm. La curva estándar se realizó utilizando concentraciones de  $\beta$ -caroteno en el rango de 0,984  $\mu\text{g/ml}$  a 7,872  $\mu\text{g/ml}$ . Los resultados se expresaron como  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g bs. La determinación se realizó por triplicado.

### **2.3. Análisis estadísticos**

Los datos experimentales se analizaron a través del análisis de varianza (ANOVA) mediante el test de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando el programa InfoStat versión 2018. Los resultados fueron expresados como promedio  $\pm$  desviación estándar (DS). Las curvas de calibración y sus respectivos coeficientes de determinación fueron calculados por análisis de regresión lineal.

## **3. Resultados y discusión**

En la Tabla 1 figuran los contenidos de polifenoles totales, la actividad antioxidante determinada mediante ambos métodos mencionados y los contenidos de carotenoides para los tres genotipos estudiados (*Beauregard*, *Arapey* y *Boni INTA*) en sus tamaños estándar y subestándar.

El cultivar *Boni INTA* en su tamaño comercial presentó contenidos significativamente superiores de carotenoides totales a los de los otros genotipos estudiados de tamaño estándar ( $p < 0,05$ ), siendo un 60% mayor que el cultivar *Beauregard*, también de pulpa color naranja. Sin embargo, presentó menores contenidos de polifenoles totales y de actividad antioxidante que los otros dos cultivares ( $p < 0,05$ ).

Al comparar el contenido de polifenoles totales de las batatas de descarte con las de tamaño comercial se observó que las primeras presentaron contenidos significativamente mayores para un mismo genotipo ( $p < 0,05$ ). La actividad antioxidante, analizada tanto mediante la reducción del radical DPPH como del radical ABTS, también fue significativamente mayor en las batatas de descarte, pero sólo en los cultivares de pulpa naranja, *Beauregard* y *Boni INTA*. En el cultivar *Arapey*, de pulpa amarilla, la actividad antioxidante no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ambos grupos al medirla con DPPH, y empleando el método con ABTS se observaron resultados menores ( $p < 0,05$ ) en las de descarte.

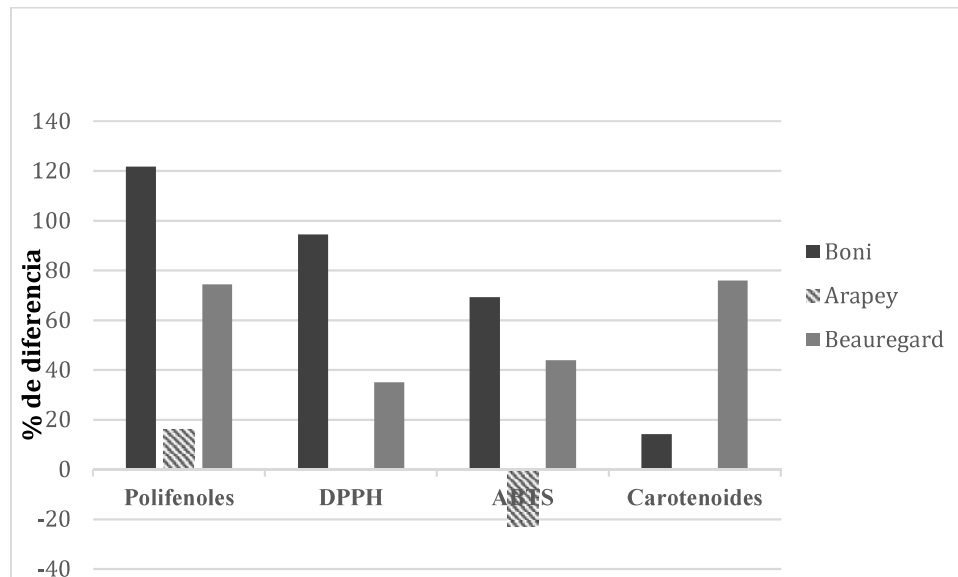
En cuanto a los carotenoides totales, las batatas *Beauregard* y *Boni INTA* de descarte mostraron contenidos considerablemente elevados y mayores que en las muestras comerciales. En contraposición, en el caso del cultivar *Arapey* los contenidos fueron similares en ambos tamaños y mucho menores que en los genotipos de pulpa naranja.

**Tabla 1.** Contenido de polifenoles totales, actividad antioxidante y carotenoides para los genotipos *Beauregard*, *Arapey* y *Boni INTA* en sus tamaños estándar y subestándar (promedio  $\pm$  DS).

		Polifenoles (mg ac. clorogenico/ g bs)	DPPH (mg trolox/ g bs)	ABTS (mg trolox/ g bs)	Carotenoides (ug/ g bs)
<b>BONI INTA</b>	Estándar	1,45 $\pm$ 0,40 <sup>bc</sup>	1,73 $\pm$ 0,06 <sup>bc</sup>	1,30 $\pm$ 0,12 <sup>bc</sup>	887 $\pm$ 26 <sup>ba</sup>
	Subestándar	3,21 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	3,37 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	2,20 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1012 $\pm$ 4 <sup>a</sup>
<b>BEAUREGARD</b>	Estándar	1,88 $\pm$ 0,16 <sup>bb</sup>	2,41 $\pm$ 0,14 <sup>bb</sup>	1,88 $\pm$ 0,16 <sup>bb</sup>	554 $\pm$ 22 <sup>bb</sup>
	Subestándar	3,27 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	3,25 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	2,70 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	975 $\pm$ 42 <sup>a</sup>
<b>ARAPEY</b>	Estándar	2,74 $\pm$ 0,47 <sup>ba</sup>	3,27 $\pm$ 0,04 <sup>aa</sup>	2,74 $\pm$ 0,04 <sup>aa</sup>	123 $\pm$ 24 <sup>ac</sup>
	Subestándar	3,18 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	3,08 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	2,11 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	95 $\pm$ 21 <sup>a</sup>

Diferentes letras mayúsculas en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los cultivares estándar. Diferentes letras minúsculas en la misma columna representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las batatas estándar y subestándar de cada cultivar.

En la Figura 1 se grafican las diferencias porcentuales obtenidas entre los tamaños subestándar y estándar para los distintos cultivares en todos los parámetros estudiados. Puede observarse que el cultivar *Boni INTA* presentó las mayores diferencias en los contenidos de polifenoles totales y actividad antioxidante, alcanzando en las batatas de descarte diferencias superiores al 120%. El genotipo *Beauregard* en cambio, presentó mayores diferencias en el contenido de carotenoides.



**Figura 1.** Diferencias porcentuales entre las batatas subestándar y estándar en los parámetros analizados para los distintos genotipos

#### 4. Conclusiones

El cultivar ~~Boni INTA~~ se destacó por su alto contenido de carotenoides totales. Esto puede constituir una herramienta que le permita al productor diferenciar el producto, captar el creciente segmento de consumidores interesados en alimentos saludables, y así aumentar su consumo.

Por otro lado, los alentadores resultados obtenidos en la comparación de batatas subestándar respecto a las estándar indican que las batatas de descarte podrían ser destinadas para la producción de alimentos procesados, con el fin de aprovechar su capacidad antioxidante y su elevado contenido de polifenoles y carotenoides. Los resultados se verían especialmente incrementados al utilizar los genotipos *Beauregard* y *Boni INTA*, de pulpa anaranjada.

#### 5. Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Universidad de Buenos Aires y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

#### 6. Referencias

- A.O.A.C., Association of the Official Analytical Chemists (1990). Official Methods of the Association of the Official Analytical Chemists. 15° Edición. Arlington, Virginia, USA.
- Bernal, J., Mendiola, J.A., Ibañez, E., Cifuentes, A. (2011). Review: Advanced analysis of nutraceuticals. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 55, 758–774.

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 28, 25-30.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). [Fecha de acceso en agosto 2019]. Disponible en: <https://cipotato.org/crops/sweetpotato/sweetpotato-facts-and-figures/>.
- FAO. Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos. (2015). [Fecha de acceso en agosto 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/save-food/recursos/keyfindings/es/>
- FAOSTAT (Statistics division of Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2017). [Base de datos consultada en línea]. [Fecha de acceso en agosto de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC>
- Grace, M.H., Yousef, G.G., Gustafson, S.J., Truong, V.D., Yencho, G.C., Lila, M.A. (2014) Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. *Food Chemistry*, 145, 717-724.
- Lim, S., Xu, J., Kim, J., Chen, T.Y., Su, X., Standard, J., Wang, W. (2013). Role of anthocyanin-enriched purple-fleshed sweet potato p40 in colorectal cancer prevention. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57, 1908–1917.
- Liu, S.C., Lin, T.J., Yang, D.J. (2009). Determination of cis- and trans-  $\alpha$ - and  $\beta$ -carotenoids in Taiwanese sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) harvested at various times. *Food Chemistry*, 116, 605–610.
- Ludvik, B., Hanefeld, M., Pacini, M. (2008). Improved metabolic control by *Ipomoea batatas* (Caiapo) is associated with increased adiponectin and decreased fibrinogen levels in type 2 diabetic subjects. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 10, 586–592.
- Mu, T., Sun, H., Zhang, M., Wang C. (2017). Sweet Potato Processing Technology. 1<sup>st</sup> Edition, Academic Press, London, UK.
- Ozgen, M., Reese, N., Tulio, Jr. A., Scheerens, J., Miller, R. (2006). Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1151–1157.
- Rodriguez-Amaya, D. B., & Kimura, M. (2004). *HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis*. HarvestPlus technical Monograph 2. Washington DC and California: IFRI and CIAT.
- Singleton, V.L., Rossi, J. A. Jr. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Van Jaarsveld, P. J., Faber, M., Tanumihardjo, S. A., Nestel, P., Lombard, C. J., Benade, A. J. (2005). Carotene-rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 1080-1087.
- Wang, S., Nie, S., Zhu, F. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. *Food Research International*, 89, 90-116.