



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

# Desarrollos tecnológicos en el marco del Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor

Proyecto específico 1130043 (2013-2019)

Andrea Biolatto  
Silvina Guidi  
Mariana Nanni  
Liliana Troilo



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

## INFLUENCIA DEL ALMACENAMIENTO Y PROCESADO DE DOS CULTIVARES DE BATATA EN EL CONTENIDO DE $\beta$ -CAROTENO

J. Gabilondo<sup>1</sup>; M.V. Feijoo<sup>2</sup>; G. Corbino<sup>1</sup>; M. Héctor<sup>1</sup>; L.S. Malec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Estación Experimental Agropecuaria San Pedro – Argentina - Buenos Aires.

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires - Dpto. Química Orgánica. Fac. Ciencias Exactas y Naturales - Argentina Buenos Aires.

Correo electrónico: [gabilondo.julieta@inta.gob.ar](mailto:gabilondo.julieta@inta.gob.ar)

### RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar el contenido de  $\beta$ -caroteno en dos cultivares de batata de pulpa naranja, *Beauregard* y *Colorado INTA*; evaluar su variación durante la conservación y determinar el porcentaje retenido luego de procesado como dulce. Se analizó además, si existía correlación entre el contenido de  $\beta$ -14 caroteno y el color de la pulpa. El contenido de  $\beta$ -caroteno se determinó espectrofotométricamente y la evaluación del color se realizó por colorimetría según el sistema CIELab. Al momento de la cosecha, las batatas del cultivar *Colorado INTA* contenían un 27% más de  $\beta$ -caroteno que las del *Beauregard*. Luego de la conservación, la variación en ambos fue leve aunque significativa ( $p < 0,05$ ). Al analizar la correlación entre las variables de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y  $C^*$  con el contenido de  $\beta$ -caroteno se observó que la mejor correlación se logró con la coordenada  $a^*$  pudiéndose atribuir esto a la mayor incidencia del  $\beta$ -caroteno en el componente rojo del color de la pulpa. La pérdida de  $\beta$ -caroteno en la elaboración de los dulces fue muy elevada y similar en ambos cultivares.

**Palabras clave:** *Ipomea L. batata*, *Beauregard*; *Colorado INTA*, provitamina A

### ABSTRACT

The objectives of this study were to study the content of  $\beta$ -carotene in two sweet potato cultivars with orange pulp, *Beauregard* and *Colorado INTA*; evaluate its variation during storage and determine the percentage retained after processing as creamed sweetpotato. The correlation between  $\beta$ -carotene and the color of the pulp was also analyzed. The  $\beta$ -carotene content was determined spectrophotometrically and the evaluation of color was performed by colorimetry according to the CIELab system. After harvest,  $\beta$ -carotene content in the *Colorado INTA* cultivar was 27% higher than in *Beauregard*. After 90 days storage, variation in both of them was slight but significant ( $p < 0.05$ ). When the correlation between variables  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $C^*$  and  $\beta$ -carotene content was analyzed the best correlation was observed with the coordinate  $a^*$ , which was attributed to the influence of  $\beta$ -carotene in the red component of the pulp color. The 41 loss of  $\beta$ -carotene during the processing of creamed sweetpotato was very high and similar for both cultivars.

**Keywords:** *Ipomea L. sweetpotato*; *Beauregard*; *Colorado INTA*; provitamin A

### INTRODUCCIÓN

La raíz de batata es rica en fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos con actividad antioxidante, como ácidos fenólicos, antocianinas, tocoferoles y  $\beta$ -caroteno (1). Además de actuar como antioxidantes, los carotenoides y compuestos fenólicos, proveen a las batatas de colores distintivos a la pulpa (crema, amarillo profundo, naranja y púrpura). Los cultivares (cvs) de pulpa amarilla y naranja son ricos en carotenoides, de los cuales el  $\beta$ -caroteno es el más abundante (2, 3). Este último es considerado un precursor de la vitamina A (retinol) debido a que luego de ser absorbido en el organismo humano se convierte en esta vitamina. El consumo de este tipo de vegetales puede jugar un papel clave como paliativo de la deficiencia de vitamina A. Su biodisponibilidad en las batatas de pulpa color naranja es superior a la de zanahoria y vegetales de hojas verdes (4). Debido a que la batata es un cultivo sensible al frío se cultiva durante la estación templada. Para disponer de batatas durante todo el año, una vez cosechadas, éstas pueden ser almacenadas bajo condiciones controladas ( $13\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C} - 90\%$  Humedad relativa) por 6-10 meses. Durante la conservación, las raíces sufren cambios en el metabolismo que afectan su composición (5, 6). Además, el contenido de  $\beta$ -caroteno en las batatas varía con el cultivar, la edad de la raíz, el clima y las prácticas agronómicas (7, 8). La dulzura natural de muchas variedades de batata posibilita la preservación de las raíces por la adición de azúcar para obtener una variedad de productos confitados, como caramelos, mermeladas y dulces, que son especialmente populares en América Latina y particularmente en Argentina. Sin embargo, durante el tratamiento térmico el contenido de provitamina A puede disminuir debido a su degradación (9, 10). Actualmente, se busca desarrollar cultivares de pulpa naranja debido a que en algunos países los consumidores prefieren estos colores de pulpa y, como se mencionó anteriormente, suelen tener mayores niveles de carotenos. La obtención de estos cultivares 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 el consumo. En los últimos años, la Estación experimental Agropecuaria (EEA) del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de San Pedro (Buenos Aires, Argentina) ha realizado trabajos de investigación con

dos cultivares poco difundidos en la Argentina para su incorporación al mercado: *Colorado INTA*: desarrollada por la EEA San Pedro y *Beauregard*, por ser el cultivar más utilizado en EE.UU. En la zona, se ha destacado por su precocidad y rendimiento. Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar el contenido de  $\beta$ -caroteno en los cultivares de batata de pulpa naranja, *Beauregard* y *Colorado INTA*; evaluar su variación durante la conservación y determinar el porcentaje retenido luego de procesado como dulce. Se analizó además, si existía correlación entre el contenido de  $\beta$ -caroteno y el color de la pulpa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación de las muestras

Se utilizaron muestras de los cvs *Beauregard* y *Colorado INTA*, de pulpa naranja cultivados en idénticas condiciones. Se tomaron, al azar, 10 batatas por cultivar al momento de la cosecha y luego de 90 días de almacenamiento en cámara a  $13 \pm 2$  °C. Cada muestra se formó utilizando un cuarto de cada una de ellas. A fin de comparar los valores obtenidos en los cv mencionados recién cosechados con los de otros cv de pulpa amarilla, se analizaron, *Morada INTA* y *Arapey* al momento de la cosecha.

### Preparación del dulce

La pulpa de las batatas se cocinó al vapor durante 28 minutos a 94,5 °C en cacerola doméstica. Al finalizar la cocción se la trituró hasta obtener un puré 95 cremoso. Para elaborar el dulce se procedió a pesar 100g de puré con 70g azúcar blanca, se mezcló hasta homogenizar y se calentó 2 minutos en microondas. Luego se adicionaron 2g de agar-agar disueltos en 50 ml de agua, se homogenizó y calentó nuevamente 1 minuto en microondas. Se refrigeró hasta gelificación y se almacenó a -99 20 °C hasta su análisis.

### Determinación de humedad

Se determinó según el método AOAC: 920.151 (11) por secado en estufa de vacío (100 mmHg) a 70 °C hasta peso constante.

**Color:** El color se determinó por triplicado con un colorímetro marca Minolta modelo CR-400 (Minolta Co. Ltd., Osaka, Japón). A partir de las coordenadas  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (componente rojo-verde) y  $b^*$  (componente amarillo-azul) se calculó el parámetro  $C^*$  (Chroma, saturación).  $C^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ .

### Determinación de $\beta$ -caroteno:

Se pesaron aprox. 0,3g para el tejido liofilizado y 5g para dulce y se analizaron según el método Rodríguez-Amaya y Kimura (12) con algunas modificaciones. Las absorbancias se midieron a 450 nm en un espectrofotómetro UV/Vis HP 8453 (Hewlett Packard, Estados Unidos). La curva estándar se realizó 110 utilizando concentraciones de  $\beta$ -caroteno, de 93% de pureza (Sigma-Aldrich, Estados Unidos). Los resultados se expresaron como mg  $\beta$ -caroteno por g base seca (bs) de batata y su equivalente en  $\mu$ g retinol/g bs. Los extractos se realizaron por triplicado.

### Análisis estadísticos

Los datos experimentales se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa Statgraphics Plus (5.1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 figuran los contenidos de  $\beta$ -caroteno, al momento de la cosecha, para los cultivares *Beauregard*, *Colorado INTA*, *Arapey* y *Morada INTA* expresados en  $\mu$ g  $\beta$ -caroteno/g bs y su equivalente en retinol. Las batatas del cv *Colorado INTA* presentaron un 27% más de  $\beta$ -caroteno que las del cv *Beauregard*. Ambos cultivares de pulpa naranja presentaron contenidos un orden superior a los de pulpa amarilla, *Arapey* y *Morada INTA*. Teow y col. (13) analizaron cultivares de batata de distinto color de pulpa y encontraron valores similares a los del presente trabajo tanto para los cultivares de pulpa naranja como para los de pulpa amarilla. De acuerdo a la Junta de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, la dosis diaria recomendada de vitamina A ( $\mu$ g/día) para niños en edad pre-escolar es de 400  $\mu$ g RAE/día; por lo tanto, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo, 10g bs de batata/día (equivalentes a 50g batata fresca/día) tanto del cv *Beauregard* como de *Colorado INTA*, cubrirían la dosis diaria recomendada. Esta cifra corresponde a un peso menor al de una unidad de batata, lo que señala la riqueza de este producto como fuente de provitamina A. Cabe destacar que este valor calculado es considerablemente menor que la cantidad necesaria para cubrir la dosis diaria de 125g de batata fresca/día reportada por el Centro Internacional de la Papa (14) para los cultivares de pulpa naranja. Este cálculo probablemente considere un cierto margen de seguridad, teniendo en cuenta que el contenido de  $\beta$ -caroteno puede variar ampliamente de acuerdo a diversos factores, como se ha señalado anteriormente.

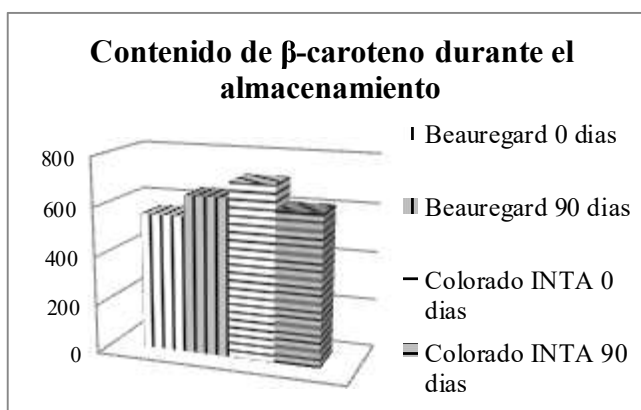
**Tabla 1.** Contenido de  $\beta$ -caroteno de 4 cultivares de batata expresados en  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g bs y su equivalente en  $\mu\text{g}$  retinol/g bs.

Cultivar	$\mu\text{g}$ $\beta$ -caroteno/g bs	Vitamina A $\mu\text{g}$ RAE* /g bs
<i>Beauregard</i>	560 $\pm$ 8	46,7 $\pm$ 0,7
<i>Colorado INTA</i>	712 $\pm$ 18	59,3 $\pm$ 1,5
<i>Arapey</i>	46,6 $\pm$ 0,2	3,88 $\pm$ 0,18
<i>Morada INTA</i>	46,9 $\pm$ 0,3	3,91 $\pm$ 0,02

Cada valor es el promedio de tres repeticiones  $\pm$  la Desviación Estándar de los resultados obtenidos.

\*RAE (equivalentes de actividad de retinol): 12  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno: 1  $\mu\text{g}$  retinol: 1  $\mu\text{g}$  RAE (15).

En la Fig. 1 se observan las variaciones en el contenido de  $\beta$ -caroteno para los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA* luego de 90 días de almacenamiento en cámara a 13 °C. Los contenidos de  $\beta$ -caroteno variaron significativamente ( $p < 0,05$ ) para ambos cultivares aunque los cambios fueron leves. En el cultivar *Beauregard* se incrementó un 15%, y en el cultivar *Colorado INTA* disminuyó un 14%. Esto coincide con lo expuesto por Stathers y col. (16), quienes manifestaron que el almacenamiento de las batatas frescas afecta levemente el contenido de  $\beta$ -caroteno.



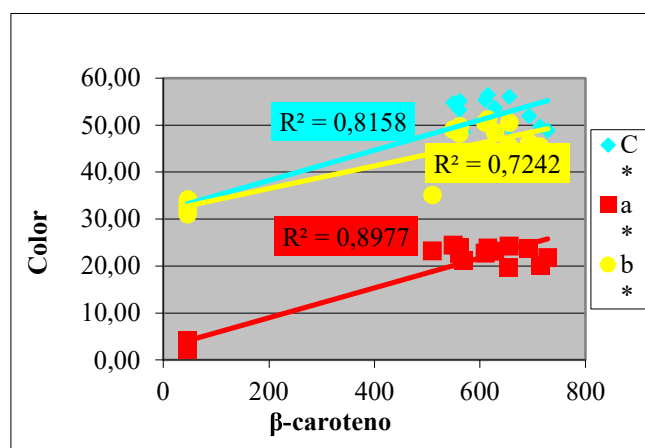
**Figura 1.** Variación de  $\beta$ -caroteno durante el almacenamiento en dos cultivares de batata, *Beauregard* y *Colorado INTA* expresados en  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g bs.

En la Tabla 2 figuran las variables de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y  $C^*$  de los cuatro cultivares evaluados al momento de cosecha y luego de 90 días de almacenamiento, para *Beauregard* y *Colorado INTA*. Al analizar la correlación entre las variables de color arriba mencionadas y el contenido de  $\beta$ -caroteno se observó que  $a^*$ ,  $b^*$  y  $C^*$  correlacionaron positivamente (Fig. 2).  $L^*$  presentó una correlación baja por lo tanto no se muestra en la figura. De acuerdo a los valores de los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) obtenidos, se evidencia que la mejor correlación se logró con la coordenada  $a^*$  (rojo-verde) pudiéndose atribuir esto a la mayor incidencia del  $\beta$ -caroteno en el componente rojo del color de la pulpa. Estos resultados coinciden con estudios previos (17, 18) en los que se reportaron altos ( $R^2$ ) para las correlaciones de las variables  $a^*$  y  $b^*$  con el contenido de  $\beta$ -caroteno en cvs de pulpa naranja y amarilla. Los dulces elaborados con pulpa del cv *Colorado INTA* presentaron mayor contenido de  $\beta$ -caroteno (110  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g batata bs) que los del cv *Beauregard* (93  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g batata bs), con diferencias significativas entre ellos. Al comparar el contenido de  $\beta$ -caroteno retenido en los dulces con los valores de este compuesto en las batatas frescas, se observó que su disminución fue similar y considerablemente elevada para ambos cultivares (17% para los dulces elaborados con el cv *Beauregard* y 15% para los del cv *Colorado INTA*), conservándose las diferencias observadas en las batatas frescas. Una porción de 100g de este producto sólo cubriría el 3% de la dosis diaria recomendada de vitamina A para niños en edad preescolar.

**Tabla 2.** Variables de color, L\*, a\*, b\* y C\* de la pulpa de 4 cultivares de batata al momento de la cosecha.

Cultivar	Tiempo (días)	L*	a*	b*	C*
<i>Colorado INTA</i>	0	72,9 ± 2,3	22,4 ± 1,3	44,0 ± 1,3	49,5 ± 2,9
<i>Beauregard</i>	0	72,3 ± 1,4	22,9 ± 1,1	48,2 ± 1,1	53,3 ± 2,2
<i>Arapey</i>	0	83,8 ± 0,7	6,8 ± 1,4	34,4 ± 1,1	35,1 ± 1,3
<i>Morada INTA</i>	0	85,5 ± 0,5	3,4 ± 0,7	33,7 ± 0,6	33,9 ± 2,3
<i>Colorado INTA</i>	90	71,4 ± 2,6	22,2 ± 1,5	46,2 ± 1,5	51,3 ± 5,1
<i>Beauregard</i>	90	72,6 ± 1,6	21,8 ± 1,3	47,6 ± 1,3	52,4 ± 2,3

Cada valor es el promedio de tres repeticiones ± la Desviación Estándar de los resultados obtenidos



**Figura 2.** Correlación entre las variables de color a\*, b\* y C\* y el contenido de β-caroteno en las muestras de batata frescas.

**CONCLUSIONES**

Las batatas de pulpa naranja analizadas pueden considerarse una excelente fuente de provitamina A, tanto en los cvs recién cosechados como luego de su almacenamiento en cámara. Sin embargo, los dulces pierden la mayor parte de este nutriente durante su procesamiento.

**REFERENCIAS**

1. Woolfe, J. (1993). Sweet potato: An untapped food resource. Cambridge: Cambridge University Press.
2. Rodriguez-Amaya, D.B. (1997). Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stored food. USAID, OMNI Project. Arlington, VA: John Snow, Inc. p. 1-88.
3. Wu, X., Sun, C., Yang, L., Zeng, G., Liu, Z., Li, Y. (2008). β-carotene content in sweet potato varieties from China and the effect of preparation on β-carotene retention in the Yanshu No. 5. Innovative Food Science and Emerging Technologies 9, p. 581-586.
4. 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. Am J Clin Nutr 81, p. 1080-1087.
5. Takenaka, M.; Nanayana, K.; Isobe, S.; Murata, M. (2006). Changes in caffeic acid derivatives in sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) during cooking and processing. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 70. 1: 172-177.
6. Huang, Y.H.; Picha, D.H.; Johnson, C.E. (1998). An alternative method for enzymatic assay of plant invertases. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 3158-3161.



7. Mozafar, A. (1994). Plant vitamins. Agronomic, physiological and nutritional aspects. Florida, USA: CRC Press, Inc. p. 19–87.
8. K'osambo, L.M., Carey, E.E., Mirsa, A.K., Wilkes, J., Hagenimana, V. (1998). Influence of age, farming site, and boiling on pro-vitamin A content in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) storage roots. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, p.305–321.
9. Gross, J. (1991). Pigments in vegetable. In *Chlorophylls and carotenoids*. New York: Van 170 Nostrand Reinhold. p. 75–334.
10. Kidmose, U.; Christensen, L.P. Agili, S.M., Thilsted, S.H. (2007). Effect of home preparation practices on the content of provitamin A carotenoids in coloured sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* Lam.) from Kenya. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, p. 399–406.
11. A.O.A.C., Association of the Official Analytical Chemists, 920.151. (1990). *Official Methods of the Association of the Official Analytical Chemists*, Ed. Horwitz, W., 14th ed., Washington, DC.
12. Rodriguez-Amaya, D.B., Kimura, M. (2004). *HarvestPlus handbook for carotenoid analysis*. HarvestPlus Technical monograph series 2. Washington DC, USA: HarvestPlus International Food Policy Research Institute. p. 1–58.
13. Teow, C.C., Truong, V.D., McFeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V., Yecho, G.C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry* v. 103, p. 829–838.
14. CIP (Centro Internacional de la Papa). <http://cipotato.org/sweetpotato/nutrition>. Acceso en Mayo 2012.
15. Trumbo, P., Yates, A.A., Schlicker, S., Poos, M. (2001). Dietary reference intakes: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *Journal of the American Dietetic Association* v. 101, p. 294–301.
16. Stathers, T., Bechoff, A., Sindi, K., Low, J., Ndyetabula, D.V. (2013). *Everything You Ever Wanted to Know about Sweetpotato: Reaching Agents of Change ToT Training Manual*. International Potato Center, 5, p. 188, Dec 20.
17. Ameny, M.A., Wilson, P.W. (1997). Relationship between Hunter color values and b- carotene contents in white-fleshed African sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* Lam). *J. Sci. Food Agr.* 73, p.301–306.
18. Hagenimana, V., Carey, E.E. Gichiki, S.T., Oyunga, M.A., Imungi, J.K. (1998). Carotenoid 215 content in fresh, dried and processed sweet potato products. *Ecol. Food Nutr.* 37, p. 455-473.