

1 **Influencia del almacenamiento y procesado de dos cultivares de batata**  
2 **en el contenido de  $\beta$ -caroteno** Julietta Gabilondo<sup>1</sup>; María V. Feijoo<sup>2</sup>; Graciela  
3 **Corbino**<sup>1</sup>; Martí Héctor<sup>1</sup>; Laura S. Malec<sup>2</sup>.

4 <sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Estación Experimental Agropecuaria San  
5 Pedro – Argentina - Buenos Aires - Tel.: (+54) 03329-424074 - [gabilondo.julieta@inta.gob.ar](mailto:gabilondo.julieta@inta.gob.ar);  
6 [corbino.graciela@inta.gob.ar](mailto:corbino.graciela@inta.gob.ar); [marti.hector@inta.gob.ar](mailto:marti.hector@inta.gob.ar) .

7 <sup>2</sup> Universidad de Buenos Aires - Dpto. Química Orgánica. Fac. Ciencias Exactas y Naturales - Argentina  
8 - Buenos Aires – [malec@qo.fcen.uba.ar](mailto:malec@qo.fcen.uba.ar); [mvictoriafeijoo@gmail.com](mailto:mvictoriafeijoo@gmail.com).

9

10 **RESUMEN**

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

25 **PALABRAS CLAVE:** *Ipomea L. batata*; *Beauregard*; *Colorado INTA*; provitamina  
26 **A**

27

28 **ABSTRACT**

29 **Influence of storage and processing of two cultivars of sweet potatoes in  $\beta$ -carotene**  
30 **content.**

31 The objectives of this study were to study the content of  $\beta$ -carotene in two sweet potato  
32 cultivars with orange pulp, *Beauregard* and *Colorado INTA*; evaluate its variation  
33 during storage and determine the percentage retained after processing as creamed  
34 sweetpotato. The correlation between  $\beta$ -carotene and the color of the pulp was also

35 analyzed. The  $\beta$ -carotene content was determined spectrophotometrically and the  
36 evaluation of color was performed by colorimetry according to the CIELab system.  
37 After harvest,  $\beta$ -carotene content in the *Colorado INTA* cultivar was 27% higher than in  
38 *Beauregard*. After 90 days storage, variation in both of them was slight but significant  
39 ( $p < 0.05$ ). When the correlation between variables  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $C^*$  and  $\beta$ -carotene  
40 content was analyzed the best correlation was observed with the coordinate  $a^*$ , which  
41 was attributed to the influence of  $\beta$ -carotene in the red component of the pulp color. The  
42 loss of  $\beta$ -carotene during the processing of creamed sweetpotato was very high and  
43 similar for both cultivars.

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

45

## 46 INTRODUCCIÓN

47 La raíz de batata es rica en fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos con  
48 actividad antioxidante, como ácidos fenólicos, antocianinas, tocoferoles y  $\beta$ -caroteno  
49 (Woolfe, 1993). Además de actuar como antioxidantes, los carotenoides y compuestos  
50 fenólicos, proveen a las batatas de colores distintivos a la pulpa (crema, amarillo  
51 profundo, naranja y púrpura). Los cultivares (cvs) de pulpa amarilla y naranja son ricos  
52 en carotenoides, de los cuales el  $\beta$ -caroteno es el más abundante (Rodríguez-Amaya,  
53 1997; Wu *et al*, 2008). Este último es considerado un precursor de la vitamina A  
54 (retinol) debido a que luego de ser absorbido en el organismo humano se convierte en  
55 esta vitamina. El consumo de este tipo de vegetales puede jugar un papel clave como  
56 paliativo de la deficiencia de vitamina A. Su biodisponibilidad en las batatas de pulpa  
57 color naranja es superior a la de zanahoria y vegetales de hojas verdes (van Jaarsveld *et*  
58 *al*, 2005). Debido a que la batata es un cultivo sensible al frío se cultiva durante la  
59 estación templada. Para disponer de batatas durante todo el año, una vez cosechadas,  
60 éstas pueden ser almacenadas bajo condiciones controladas ( $13^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C} - 90\%$   
61 Humedad relativa) por 6-10 meses. Durante la conservación, las raíces sufren cambios  
62 en el metabolismo que afectan su composición (Takenaka *et al*. 2006, Huang *et al*.  
63 1999). Además, el contenido de  $\beta$ -caroteno en las batatas varía con el cultivar, la edad  
64 de la raíz, el clima y las prácticas agronómicas (Mozafar, 1994; K'osambo *et al.*, 1998).  
65 La dulzura natural de muchas variedades de batata posibilita la preservación de las  
66 raíces por la adición de azúcar para obtener una variedad de productos confitados, como

67 caramelos, mermeladas y dulces, que son especialmente populares en América Latina y  
68 particularmente en Argentina. Sin embargo, durante el tratamiento térmico el contenido  
69 de provitamina A puede disminuir debido a su degradación (Gross, 1991; Kidmose *et*  
70 *al.* 2007). Actualmente, se busca desarrollar cultivares de pulpa naranja debido a que en  
71 algunos países los consumidores prefieren estos colores de pulpa y, como se mencionó  
72 anteriormente, suelen tener mayores niveles de carotenos. La obtención de estos  
73 cultivares puede constituir una herramienta que le permita al productor diferenciar el  
74 producto, captar el creciente segmento de consumidores interesados en alimentos  
75 saludables, y así aumentar el consumo. En los últimos años, la Estación experimental  
76 Agropecuaria (EEA) del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de San  
77 Pedro (Buenos Aires, Argentina) ha realizado trabajos de investigación con dos  
78 cultivares poco difundidos en la Argentina para su incorporación al mercado: *Colorado*  
79 *INTA*: desarrollada por la EEA San Pedro y *Beauregard*, por ser el cultivar más  
80 utilizado en EE.UU. En la zona, se ha destacado por su precocidad y rendimiento.

81 Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar el contenido de  $\beta$ -caroteno en los  
82 cultivares de batata de pulpa naranja, *Beauregard* y *Colorado INTA*; evaluar su  
83 variación durante la conservación y determinar el porcentaje retenido luego de  
84 procesado como dulce. Se analizó además, si existía correlación entre el contenido de  $\beta$ -  
85 caroteno y el color de la pulpa.

## 86 **MATERIALES Y MÉTODOS**

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

94 *Preparación del dulce:* La pulpa de las batatas se cocinó al vapor durante 28 minutos a  
95  $94,5^{\circ}\text{C}$  en cacerola doméstica. Al finalizar la cocción se la trituró hasta obtener un puré  
96 cremoso. Para elaborar el dulce se procedió a pesar 100g de puré con 70g azúcar blanca,  
97 se mezcló hasta homogenizar y se calentó 2 minutos en microondas. Luego se  
98 adicionaron 2g de agar-agar disueltos en 50 ml de agua, se homogenizó y calentó

Gabilondo J, Feijoo M.V, Corbino G, Marti H, Malec L. 2015. Influencia del almacenamiento y procesado de dos cultivares de batata en el contenido de  $\beta$ -caroteno. In: **Congreso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

99 nuevamente 1 minuto en microondas. Se refrigeró hasta gelificación y se almacenó a -  
100 20°C hasta su análisis.

101 *Determinación de humedad:* se determinó según el método AOAC: 920.151 (1990) por  
102 secado en estufa de vacío (100 mmHg) a 70° C hasta peso constante.

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

107 *Determinación de  $\beta$ -caroteno:* se pesaron aprox. 0,3g para el tejido liofilizado y 5g para  
108 dulce y se analizaron según el método Rodríguez-Amaya y Kimura (2004) con algunas  
109 modificaciones. Las absorbancias se midieron a 450 nm en un espectrofotómetro  
110 UV/Vis HP 8453 (Hewlett Packard, Estados Unidos). La curva estándar se realizó  
111 utilizando concentraciones de  $\beta$ -caroteno, de 93% de pureza (Sigma-Aldrich, Estados  
112 Unidos). Los resultados se expresaron como mg  $\beta$ -caroteno por g base seca (bs) de  
113 batata y su equivalente en  $\mu$ g retinol/g bs. Los extractos se realizaron por triplicado.

114 *Análisis estadísticos:* Los datos experimentales se analizaron mediante análisis de  
115 varianza (ANOVA) utilizando el programa Statgraphics Plus (5.1).

## 116 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

117 En la tabla 1 figuran los contenidos de  $\beta$ -caroteno, al momento de la cosecha, para los  
118 cultivares *Beauregard*, *Colorado INTA*, *Arapey* y *Morada INTA* expresados en  $\mu$ g  $\beta$ -  
119 caroteno/g bs y su equivalente en retinol. Las batatas del cv *Colorado INTA* presentaron  
120 un 27% más de  $\beta$ -caroteno que las del cv *Beauregard*. Ambos cultivares de pulpa  
121 naranja presentaron contenidos un orden superior a los de pulpa amarilla, *Arapey* y  
122 *Morada INTA*. Teow *et al.*, (2007) analizaron cultivares de batata de distinto color de  
123 pulpa y encontraron valores similares a los del presente trabajo tanto para los cultivares  
124 de pulpa naranja como para los de pulpa amarilla. De acuerdo a la Junta de  
125 Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina del Departamento de Agricultura de  
126 Estados Unidos, la dosis diaria recomendada de vitamina A ( $\mu$ g/día) para niños en edad  
127 pre-escolar es de 400  $\mu$ g RAE/día; por lo tanto, teniendo en cuenta los resultados  
128 obtenidos en este trabajo, 10g bs de batata/día (equivalentes a 50g batata fresca/día)  
129 tanto del cv *Beauregard* como de *Colorado INTA*, cubrirían la dosis diaria  
130 recomendada. Esta cifra corresponde a un peso menor al de una unidad de batata, lo que

131 señala la riqueza de este producto como fuente de provitamina A. Cabe destacar que  
132 este valor calculado es considerablemente menor que la cantidad necesaria para cubrir la  
133 dosis diaria de 125g de batata fresca/día reportada por el Centro Internacional de la Papa  
134 (CIP, 2012) para los cultivares de pulpa naranja. Este cálculo probablemente considere  
135 un cierto margen de seguridad, teniendo en cuenta que el contenido de  $\beta$ -caroteno puede  
136 variar ampliamente de acuerdo a diversos factores, como se ha señalado anteriormente.

137 En la Fig. 1 se observan las variaciones en el contenido de  $\beta$ -caroteno para los cultivares  
138 *Beauregard* y *Colorado INTA* luego de 90 días de almacenamiento en cámara a  $13\pm$   
139  $2^{\circ}\text{C}$ . Los contenidos de  $\beta$ -caroteno variaron significativamente ( $p<0,05$ ) para ambos  
140 cultivares aunque los cambios fueron leves. En el cultivar *Beauregard* se incrementó un  
141 15%, y en el cultivar *Colorado INTA* disminuyó un 14%. Esto coincide con lo expuesto  
142 por Stathers, *et al.*, (2013) quienes manifestaron que el almacenamiento de las batatas  
143 frescas afecta levemente el contenido de  $\beta$ -caroteno.

144 En la Tabla 2 figuran las variables de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y  $C^*$  de los cuatro cultivares  
145 evaluados al momento de cosecha y luego de 90 días de almacenamiento, para  
146 *Beauregard* y *Colorado INTA*. Al analizar la correlación entre las variables de color  
147 arriba mencionadas y el contenido de  $\beta$ -caroteno se observó que  $a^*$ ,  $b^*$  y  $C^*$   
148 correlacionaron positivamente (Fig. 2).  $L^*$  presentó una correlación baja por lo tanto no  
149 se muestra en la figura. De acuerdo a los valores de los coeficientes de determinación  
150 ( $R^2$ ) obtenidos, se evidencia que la mejor correlación se logró con la coordenada  $a^*$   
151 (rojo-verde) pudiéndose atribuir esto a la mayor incidencia del  $\beta$ -caroteno en el  
152 componente rojo del color de la pulpa. Estos resultados coinciden con estudios previos  
153 (Ameny *et al.*, 1997; Hagenimana *et al.*, 1998) en los que se reportaron altos ( $R^2$ ) para  
154 las correlaciones de las variables  $a^*$  y  $b^*$  con el contenido de  $\beta$ -caroteno en cvs de pulpa  
155 naranja y amarilla.

156 Los dulces elaborados con pulpa del cv *Colorado INTA* presentaron mayor contenido de  
157  $\beta$ -caroteno (110  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g batata bs) que los del cv *Beauregard* (93  $\mu\text{g}$   $\beta$ -  
158 caroteno/g batata bs), con diferencias significativas entre ellos. Al comparar el  
159 contenido de  $\beta$ -caroteno retenido en los dulces con los valores de este compuesto en las  
160 batatas frescas, se observó que su disminución fue similar y considerablemente elevada  
161 para ambos cultivares (17% para los dulces elaborados con el cv *Beauregard* y 15%  
162 para los del cv *Colorado INTA*), conservándose las diferencias observadas en las batatas

Gabilondo J, Feijoo M.V, Corbino G, Marti H, Malec L. 2015. Influencia del almacenamiento y procesado de dos cultivares de batata en el contenido de  $\beta$ -caroteno. In: **Congreso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

163 frescas. Una porción de 100g de este producto sólo cubriría el 3% de la dosis diaria  
164 recomendada de vitamina A para niños en edad preescolar.

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

## 169 **REFERENCIAS**

170 Gross, J. *Pigments in vegetable. In Chlorophylls and carotenoids*. New York: Van  
171 Nostrand Reinhold. p. 75–334, 1991

172 Kidmose, U; Christensen, LP., Agili, SM., Thilsted, SH. Effect of home preparation  
173 practices on the content of provitamin A carotenoids in coloured sweet potato varieties  
174 (*Ipomoea batatas* Lam.) from Kenya. *Innovative Food Science and Emerging*  
175 *Technologies*, n. 8, p. 399–406, 2007.

176 Woolfe, J. *Sweet potato: An untapped food resource*. Cambridge: Cambridge University  
177 Press, 1993.

178 Rodriguez-Amaya, D. B. Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin  
179 A carotenoids in prepared, processed and stored food. USAID, OMNI Project`.  
180 Arlington, VA: John Snow, Inc. p. 1–88, 1997.

181 Rodriguez-Amaya, D. B., Kimura, M. HarvestPlus handbook for carotenoid analysis.  
182 HarvestPlus Technical monograph series 2. Washington DC, USA: HarvestPlus c/o  
183 International Food Policy Research Institute. p. 1–58, 2004.

184 Wu, X., Sun, C., Yang, L., Zeng, G., Liu, Z., Li, Y..  $\beta$ -carotene content in sweet potato  
185 varieties from China and the effect of preparation on  $\beta$ -carotene retention in the Yanshu  
186 No. 5. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* v, 9, p. 581–586, 2008.

187 Mozafar, A. *Plant vitamins. Agronomic, physiological and nutritional aspects*. Florida,  
188 USA: CRC Press, Inc. p. 19–87, 1994.

189 K'osambo, L. M., Carey, E. E., Mirsa, A. K., Wilkes, J., & Hagenimana, V. Influence of  
190 age, farming site, and boiling on pro-vitamin A content in sweet potato (*Ipomoea*  
191 *batatas* (L.) Lam) storage roots. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 11, p.  
192 305–321, 1998.

193 Van Jaarsveld PJ, Faber M, Tanumihardjo SA, Nestel P, Lombard CJ, Benade AJ.  
194 Carotene-rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary

Gabilondo J, Feijoo M.V, Corbino G, Marti H, Malec L. 2015. Influencia del almacenamiento y procesado de dos cultivares de batata en el contenido de  $\beta$ -caroteno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

195 school children assessed with the modified-relative-dose-response test. *Am J Clin Nutr*  
196 v. 81, p. 1080-1087, 2005.

197 Teow, C.C., Truong, V.D., McFeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V., Yencho,  
198 G.C. Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes  
199 with varying flesh colours. *Food Chemistry* v. 103, p. 829–838, 2007.

200 CIP (Centro Internacional de la Papa). <http://cipotato.org/sweetpotato/nutrition>. Acceso  
201 en Mayo 2012.

202 A.O.A.C., Association of the Official Analytical Chemists, 920.151. Official Methods  
203 of the Association of the Official Analytical Chemists, Ed. Horwitz, W., 14th ed.,  
204 Washington, DC. 1990.

205 Trumbo, P., Yates, A.A., Schlicker, S., Poos, M.. Dietary reference intakes: vitamin A,  
206 vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum,  
207 nickel, silicon, vanadium, and zinc. *Journal of the American Dietetic Association* v.  
208 101, p. 294–301, 2001.

209 Stathers, T., Bechoff, A., Sindi, K., Low, J., Ndyetabula, D. International Potato Center,  
210 Everything You Ever Wanted to Know about Sweetpotato: Reaching Agents of Change  
211 ToT Training Manual. V. 5, p. 188, Dec 20, 2013.

212 Ameny, M.A. and P.W. Wilson. Relationship between Hunter color values and b-  
213 carotene contents in white-fleshed African sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* Lam). *J. Sci.*  
214 *Food Agr.* v. 73, p.301–306, 1997.

215 Hagenimana, V., E.E. Carey, S.T. Gichiki, M.A. Oyunga and J.K. Imungi, Carotenoid  
216 content in fresh, dried and processed sweet potato products. *Ecol. Food Nutr.*, v. 37, p.  
217 455-473, 1998.

218

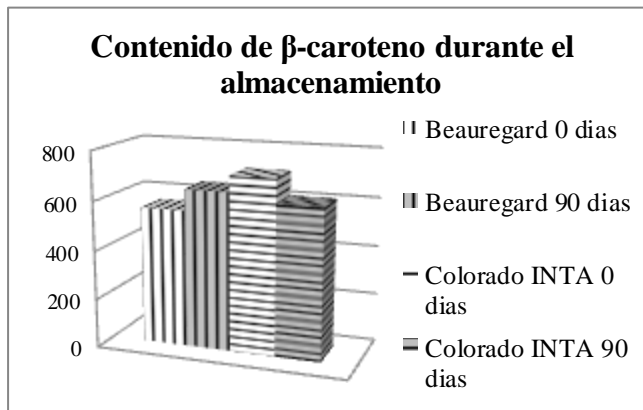
219 **Tabla 1:** Contenido de  $\beta$ -caroteno de 4 cultivares de batata expresados en  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g bs y su  
220 equivalente en  $\mu\text{g}$  retinol/g bs.

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

221 Cada valor es el promedio de tres repeticiones  $\pm$  la Desviación Estándar de los resultados obtenidos.  
222 \*RAE (equivalentes de actividad de retinol): 12  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno: 1  $\mu\text{g}$  retinol: 1  $\mu\text{g}$  RAE (Trumbo *et al.*,  
223 2001).

224

225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242

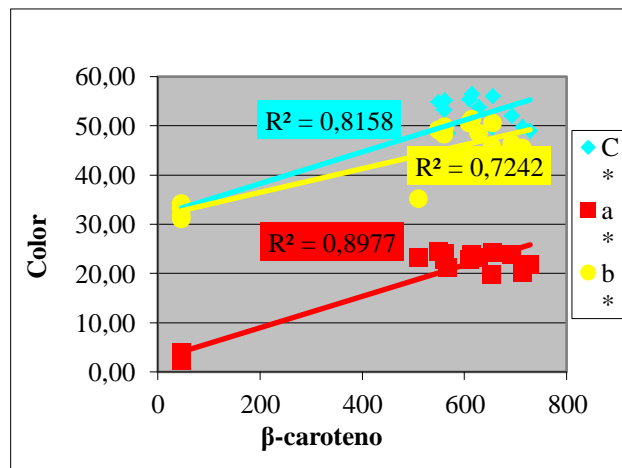


**Figura 1:** Variación de  $\beta$ -caroteno durante el almacenamiento en dos cultivares de batata, *Bearegard* y *Colorado INTA* expresados en  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno/g bs.

**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	$72,9 \pm 2,3$	$22,4 \pm 1,3$	$44,0 \pm 1,3$	$49,5 \pm 2,9$
<i>Bearegard</i>	0	$72,3 \pm 1,4$	$22,9 \pm 1,1$	$48,2 \pm 1,1$	$53,3 \pm 2,2$
<i>Arapey</i>	0	$83,8 \pm 0,7$	$6,8 \pm 1,4$	$34,4 \pm 1,1$	$35,1 \pm 1,3$
<i>Morada INTA</i>	0	$85,5 \pm 0,5$	$3,4 \pm 0,7$	$33,7 \pm 0,6$	$33,9 \pm 2,3$
<i>Colorado INTA</i>	90	$71,4 \pm 2,6$	$22,2 \pm 1,5$	$46,2 \pm 1,5$	$51,3 \pm 5,1$
<i>Bearegard</i>	90	$72,6 \pm 1,6$	$21,8 \pm 1,3$	$47,6 \pm 1,3$	$52,4 \pm 2,3$

243 Cada valor es el promedio de tres repeticiones  $\pm$  la Desviación Estándar de los resultados obtenidos.  
244  
245



246 **Figura 2:** Correlación entre las variables de color  $a^*$ ,  $b^*$  y  $C^*$  y el contenido de  $\beta$ -caroteno en las  
247 muestras de batata frescas.  
248  
249