



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

## VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN DOS CULTIVARES DE BATATA (*IPOMOEA BATATA L.*) DURANTE EL PROCESADO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE DULCE.

J. Gabilondo<sup>1</sup>, G. Corbino<sup>1</sup>, H. Marti<sup>1</sup>, L. Malec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro- Buenos Aires.

<sup>2</sup>Dpto. Química Orgánica. FCEyN. Universidad de Buenos Aires.

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

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la variación del contenido de polifenoles totales (PFT) y la actividad antioxidante (AA) en dos cultivares de batata de pulpa color naranja (*Beauregard* y *Colorado INTA*) durante las distintas etapas de la elaboración de dulce utilizando pulpa con y sin piel. Se analizó además la influencia del agregado de sacarosa en la variación de los parámetros anteriormente mencionados. El contenido de PFT se determinó con el reactivo de Folin-Ciocalteu y la AA mediante la reducción del radical del hidrato de 2,2-difenil-1-picril-hidracilo (DPPH·). El contenido de PFT y la AA en el cultivar *Colorado INTA* fueron considerablemente mayores que en *Beauregard*. Los valores de ambos parámetros en todos los dulces fueron significativamente menores ( $p < 0,05$ ) que los productos crudos, siendo las pérdidas mayores en *Beauregard* que en *Colorado INTA*. El efecto de la cocción con vapor fue diferente para cada cultivar ya que en *Beauregard*, el contenido de PFT y la AA disminuyeron y en la batata entera de *Colorado INTA* se incrementaron. Durante el procesamiento, las disminuciones más importantes se produjeron luego del agregado del azúcar. Por lo tanto, para reducir las pérdidas de PFT y la AA en el dulce de batata debería considerarse reducir el tiempo de cocción del puré con el azúcar o analizar el efecto de otros edulcorantes nutritivos. Además de utilizar cultivares, como *Colorado INTA*, con mejores propiedades funcionales.

**Palabras clave:** capacidad antioxidante, polifenoles totales, *Ipomoea batata L.*, dulce de batata

### ABSTRACT

The objective of this work was study the variation of the content of total polyphenols (TPP) and the antioxidant activity (AA) in two orange-fleshed sweetpotato cultivars (*Beauregard* and *Colorado INTA*) during the different stages of the elaboration of sweetpotato paste using pulp with and without skin. The influence of the aggregated sucrose was also analyzed on the variation of the aforementioned parameters. The content of TPP was determined with the Folin-Ciocalteu reagent and the AA by reducing the radical of the 2,2-diphenyl-1-picryl hydracil hydrate (DPPH·). The content of TPP and AA in the *Colorado INTA* cultivar was considerably higher than in *Beauregard*. The values of both parameters in all the sweetpotato pastes were significantly lower ( $p < 0.05$ ) than the raw products, being greater the losses in *Beauregard* than in *Colorado INTA*. The effect of steam cooking was different for each cultivar since in *Beauregard*, the PPT content and the AA decreased and in the whole *Colorado INTA* sweetpotato they increased. During processing, the most important decreases happened after the addition of sugar. Therefore, to reduce losses of PPT and AA in sweet potato paste should be considered to reduce the cooking time of the puree with sugar or to analyze the effect of other nutritive sweeteners. Also to using cultivars, such as *Colorado INTA*, with better functional properties.

**Keywords:** antioxidant capacity, total polyphenols, *Ipomoea batata L.*, paste sweet potato

### INTRODUCCIÓN

Los radicales libres y las especies reactivas del oxígeno que se forman naturalmente durante el metabolismo humano, provocan daños en las proteínas, lípidos y ácidos nucleicos de las estructuras biológicas induciendo una variedad de enfermedades en el hombre (1, 2). Los compuestos antioxidantes actúan como eliminadores de radicales libres y/o inhibidores de las especies reactivas del oxígeno contribuyendo a prevenir el riesgo de enfermedades crónicas, como cardiovasculares, cáncer y aquellas relacionadas con la degeneración neuronal (3). Debido a que algunos antioxidantes sintéticos han demostrado ser tóxicos y presentar efectos mutagénicos (4), en los últimos años se ha incrementado el interés por los antioxidantes de origen natural como los que se encuentran en frutas, vegetales y bebidas. La batata (*Ipomoea batata L.*; *Lam*) es una raíz rica en fibra dietaria, minerales, almidón, vitaminas y compuestos con actividad antioxidante, como ácidos fenólicos, antocianinas y  $\beta$ -caroteno (5, 6). Se consume utilizando diferentes sistemas de cocción: hervido, horneado, frito o en productos procesados tales como tortas, dulces o jugos. 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. Algunas investigaciones revelan una marcada variación tanto del contenido en polifenoles como de la actividad antioxidante en frutos y vegetales debido a distintos tratamientos térmicos, como hervido, cocción por microondas, horneado y freído (7, 8, 9). Turkmen y col. (10) estudiaron el efecto de distintos métodos de cocción sobre el contenido de éstos parámetros en distintas

especies vegetales (pimientos, brócoli, apio, arvejas, espinaca, etc.) y encontraron que el incremento o la disminución de ambos parámetros dependía de la especie y no del tratamiento térmico. En batata, estos efectos difieren entre cultivares, incluso entre las distintas partes de una misma raíz. En el cultivar *Beauregard*, Bellail y col. (11) observaron que el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante en la pulpa aumentaron luego de aplicar distintos tratamientos térmicos; por otro lado, Padda y Picha (12) encontraron que ambos parámetros disminuyeron en la piel de este cultivar, cuando se aplicaron los mismos tratamientos térmicos. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la variación del contenido de polifenoles totales (PFT) y la actividad antioxidante (AA) en dos cultivares de batata de pulpa color naranja de importancia comercial para el norte de la provincia de Buenos Aires (*Beauregard* y *Colorado INTA*), durante las distintas etapas de la elaboración de dulce utilizando pulpa con y sin piel. Se analizó además la influencia del agregado de sacarosa en la variación de los parámetros anteriormente mencionados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Determinación de humedad

Se determinó según AOAC (13), secado de las muestras en estufa de vacío (100 mmHg) a 70 °C hasta obtener peso constante.

### Preparación de muestras vegetales

Se utilizaron muestras de los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA* cultivados en idénticas condiciones. Para el análisis de las muestras crudas se tomaron al azar, 10 batatas por cultivar. Cada muestra se formó utilizando un cuarto de c/u y se congeló piel y pulpa por separado en N<sub>2</sub> líquido. Las muestras congeladas fueron liofilizadas, trituradas y almacenadas a -20 °C hasta su análisis.

### Preparación del dulce

Las batatas, con y sin piel, se vaporizaron 28 minutos a 94,5 °C en cacerola doméstica con soporte vaporizador. Al finalizar la cocción se las trituró hasta obtener un puré 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 -20 °C hasta su uso. En paralelo se realizó el mismo proceso omitiendo el agregado de sacarosa.

### Preparación de los extractos

Se pesó aproximadamente 1g del material crudo y 10 g del obtenido luego de cada tratamiento térmico. Las muestras se trataron con metanol 80% (v/v) durante 15 minutos a 80 °C y el sobrenadante se separó por centrifugación, 15 minutos a 3500 rpm. Las extracciones se realizaron por triplicado.

### Determinación de polifenoles totales

Se realizó por triplicado con el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo al método de Singleton y Rossi (14) con algunas modificaciones, utilizando ácido clorogénico como estándar. A 250 µl de extracto se le agregaron 4 ml de agua destilada y 250 µl del reactivo de Folin-Ciocalteu. Luego de 3 minutos, se incorporaron 500 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1N, se mantuvo 120 minutos a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 750 nm en espectrofotómetro UV/Vis Perkin Elmer Lambda 25. La curva estándar se realizó utilizando concentraciones de ácido clorogénico desde 75 hasta 400 mg/L. El contenido total de polifenoles se informó como mg de ácido clorogénico por g base seca (b.s.).

### Determinación de la actividad antioxidante

Se analizó por triplicado mediante la reducción del radical DPPH· de acuerdo al método de Brand-Williams y col. (15). A 400µl de extracto se le agregaron 3,6 ml de DPPH· 0,1 mM, se mantuvo en oscuridad durante 30 minutos a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 517 nm en espectrofotómetro UV/Vis Perkin Elmer Lambda 25. La AA se calculó usando una curva estándar con concentraciones de TROLOX desde 20µM hasta 450 µM. Los resultados se expresaron como mg equivalentes de TROLOX por g bs.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos 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 polifenoles totales/g bs para la piel, pulpa y batata entera (con piel) crudas de los cultivares (*cv*) *Beauregard* y *Colorado INTA* y en la Tabla 2 se muestra la AA/g bs para las mismas muestras. El contenido de PFT y la AA en la pulpa del *cv Colorado INTA* resultaron significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) que en la del *cv Beauregard*. Padda y Picha (12) reportaron una amplia variabilidad en el contenido de PFT y AA para distintos genotipos de batatas con pulpa color naranja. A su vez, estudios previos encontraron que las batatas de pulpa color púrpura presentan mayores concentraciones de PFT y AA que las de pulpa color naranja y blanca (17-20). Estos mayores valores estarían asociados a la presencia de compuestos fenólicos, principalmente antocianinas (21). Por lo tanto, los mayores valores de PFT y la AA en el *cv Colorado INTA* podrían atribuirse a la presencia de vetas color púrpura, que no fueron observadas en el *cv Beauregard*. Los valores en piel en cambio, no evidenciaron diferencias entre ambos cultivares ( $p > 0,05$ ), aunque fueron muy superiores a los obtenidos en pulpa. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Padda y Picha (22, 23) quienes reportaron que el contenido de PFT y la AA fueron bastante mayores en el tejido de la piel que en la pulpa del *cv Beauregard*. Algunos autores también encontraron diferencias en la AA y el contenido de PFT dentro de la pulpa de una misma raíz, pudiendo variar de médula a corteza (23, 24, 25). Walter y Schadel (26) y Harrison y col. (27) han atribuido los mayores valores de PFT registrados en los tejidos de la piel de la batata a un mecanismo de defensa química natural de la misma contra enfermedades e insectos. El alto contenido de compuestos fenólicos en la piel podría despertar el interés de las industrias en utilizar extractos de la

misma para su incorporación en diversos alimentos con el fin de aprovechar su potencial antioxidante natural y a su vez, minimizar los residuos industriales.

**Tabla 1.** Contenido de polifenoles totales de piel, pulpa y batata entera cruda expresados en mg equivalentes de ácido clorogénico /g b.s.

Cultivar	Piel	Pulpa	Entera
<i>Colorado INTA</i>	14,3 ± 1,5	5,78 ± 0,19	6,11 ± 0,26
<i>Beauregard</i>	14,1 ± 1,4	2,15 ± 0,13	2,74 ± 0,20

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

**Tabla 2.** Actividad antioxidante de piel, pulpa y batata entera expresada en mg equiv. TROLOX /g b.s.

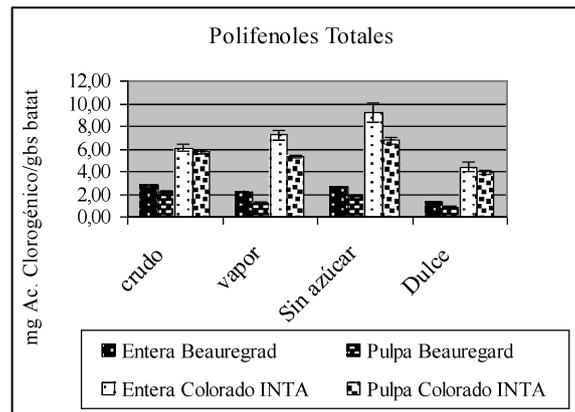
Cultivar	Piel	Pulpa	Entera
<i>Colorado INTA</i>	14,2 ± 1,5	7,14 ± 0,23	7,53 ± 0,31
<i>Beauregard</i>	16,0 ± 1,3	2,55 ± 0,24	3,34 ± 0,30

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

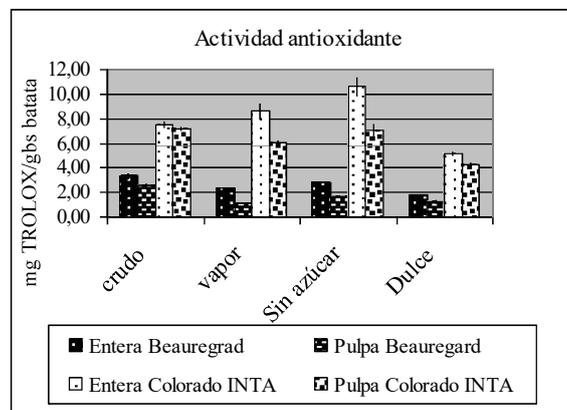
En las Fig 1 y 2 se grafican los contenidos de polifenoles totales y la actividad antioxidante en las muestras de pulpa y batata entera crudas, luego de la cocción con vapor, dulces y procesadas sin agregado de azúcar de los cultivares *Beauregard* y *Colorado INTA*. Puede observarse en todas las muestras analizadas, que el cultivar *Colorado INTA* presentó valores de PFT y AA significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) que los del cultivar *Beauregard*. En el cultivar *Beauregard* ambos parámetros disminuyeron luego de la cocción con vapor, provocando una merma del 22% y 31% para la batata entera y 42% y 55% para la pulpa. En cambio, en el cultivar *Colorado INTA* frente a los mismos métodos de cocción, el contenido de PFT y la AA, en la pulpa disminuyeron un 7% y 15% y en la batata entera se incrementaron un 18% y 14% respectivamente. Probablemente las diferencias encontradas entre ambos cultivares se deba a una distinta composición en PFT. En concordancia con estos resultados, Shih y col (28) encontraron que el contenido de los PFT y la AA luego del tratamiento térmico disminuyeron en un cultivar de pulpa naranja y no presentaron diferencias en otro de pulpa amarilla. Además, puede observarse en ambos cultivares que el contenido de PFT y la AA resultaron más elevados ( $p < 0,05$ ) en las muestras de batata entera que en las de pulpa. Jung y col. (25) observaron, en ocho cultivares de origen coreano, que el contenido de ambos parámetros disminuyó durante todos los tratamientos térmicos y lo atribuyeron, además de a la degradación de los PFT por efecto del calor, a la acción de la polifenoloxidasas sobre estos compuestos. Por lo tanto, la mayor disminución de estos parámetros en la pulpa podría atribuirse a la descompartmentalización de la polifenoloxidasas durante el pelado para la separación de la pulpa.

El incremento observado en el cv *Colorado INTA* coincide con otros autores que reportaron aumentos en estos parámetros durante distintos tratamientos térmicos y los atribuyeron a la formación de nuevos compuestos fenólicos y/o rotura de las uniones de los polifenoles presentes por acción del calor generando nuevos sitios activos (11, 18, 29, 30, 31, 32).

Al elaborar el dulce a partir de las muestras cocidas con vapor, se observó una pérdida importante en el contenido de PFT y la AA. En el cultivar *Beauregard*, ambos parámetros se redujeron un 38% y 21% respectivamente en el dulce elaborado con la batata entera y un 31% y 8% en el dulce elaborado con pulpa. En el cultivar *Colorado INTA*, el contenido de PFT y la AA disminuyó 39% y 40% para el dulce elaborado con la batata entera y 26% y 29% para el dulce elaborado con pulpa. Para analizar si esta disminución se debió al agregado de azúcar o a la prolongación del tratamiento térmico, se comparó el contenido en PFT y la AA del dulce con las batatas procesadas de la misma forma, sin agregado de azúcar. Puede observarse (fig. 1 y 2) que el dulce elaborado con batatas del cultivar *Beauregard*, con y sin piel, presentaron un menor contenido de PFT y de AA, 49% y 35% para la batata entera y 53% y 27% para la pulpa respectivamente, con respecto a las batatas procesadas sin el agregado de azúcar. En el cultivar *Colorado INTA*, los parámetros mencionados disminuyeron 68% y 52% para la batata entera y 66% y 39% para la pulpa. Por lo tanto, el agregado de azúcar incrementa la pérdida del contenido de PFT y la AA. A diferencia de los resultados obtenidos durante la cocción por vapor, durante la elaboración del dulce, las mayores pérdidas ocurrieron en el cultivar *Colorado INTA*, posiblemente debido a la presencia de antocianinas. La estabilidad de estas últimas se ve afectada por varios factores durante el procesado de alimentos como pH., temperatura, luz, oxígeno, iones metálicos, enzimas y azúcares (33). Nuestros resultados coinciden con lo observado por Kim y Padilla-Zakour, (34) durante la elaboración de mermelada con berries, quienes manifestaron que la disminución del contenido de compuestos fenólicos, principalmente antocianinas, se debió al calentamiento con altas concentraciones de azúcar. Algunos autores indicaron además, que la degradación térmica de las antocianinas aumenta con la concentración de sólidos solubles (33, 35).



**Figura 1.** Contenido de polifenoles totales expresados en mg de equivalente de ácido clorogénico / g bs batata en las muestras de pulpa y batata entera durante el procesamiento



**Figura 2.** Actividad antioxidante expresada en mg de equivalente de TROLOX / g bs batata en las muestras de pulpa y batata entera durante el procesamiento

## CONCLUSIONES

El cv *Colorado INTA*, con vetas color púrpura, resultó más rico en PFT que el cv *Beauregard*, tanto en las muestras crudas como procesadas. El efecto de la cocción con vapor fue diferente para cada cultivar; en *Beauregard* el contenido de PFT y la AA disminuyeron mientras que en batata entera de *Colorado INTA* se incrementaron. Durante el procesamiento, las disminuciones más importantes se produjeron luego del agregado del azúcar. Por lo tanto, para disminuir las pérdidas de PFT y la AA en el dulce de batata debería considerarse reducir el tiempo de cocción del puré con el azúcar o analizar el efecto de otros edulcorantes nutritivos. Además de utilizar cultivares, como *Colorado INTA*, con mejores propiedades funcionales.

## REFERENCIAS

1. Elahi, M.M.; Matata, B.M. (2006). Free radicals in blood: evolving concepts in the mechanism of ischemic heart disease. *Arch. Biochem. Biophys.* 450: 78-88.
2. Thrasivoulou, C.; Soubeyre, V.; Ridha, H.; Giuliani, D.; Giaroni, C.; Michael, G.J.; Saffrey, M.J.; Cowen, T. (2006). Reactive oxygen species, dietary restriction and neurotrophic factors in age-related loss of myenteric neurons. *Aging Cell.* 5: 247-257.
3. Ames, B.M.; Shigena, M.K.; Hagen, T.M. (1993). Oxidants, antioxidant and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90:7915–7922.
4. Krishnakumar, V.; Gordon, I. (1996). Antioxidants – trends and developments. *International Food Ingredients*, 12: 41–44.
5. Ishida, H.; Suzuno, H.; Sugiyama, N.; Innami, S.; Tadokoro, T.; Maekawa, A. (2000). Nutritional evaluation on chemical components of leaves stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* Poir). *Food Chemistry*, 68:359-367.
6. Bovell-Benjamin, A.C. (2007). Sweet potato: A review of its past, present, and future role in human nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research*, 52:1–59.

7. Young, G.S.; Jolly, P.G. (1990). Microwaves: the potential for use in dairy processing. *Austrian J Dairy Technol* 45:34–7.
8. Makris, D.P.; Rossiter, J.T. (2001). Domestic processing of onion bulbs (*Allium cepa*) and asparagus spears (*Asparagus officinalis*): effect on flavonol content and antioxidant status. *J Agric Food Chem* 49:3216–22.
9. Zhan, D.; Hamazu, Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chem* 88:503–9.
10. Turkmen, N.; Sari, F.; Velioglu, S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*. 93:713-718.
11. Bellail, A.A.; Shaltout, O.A.; Youssef, M.M.; El Gamal, A.M.A. (2012). Effect of Home-Cooking Methods on Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Cultivars Grown in Egypt. *Food and Nutrition Sciences*, 3: 490-499.
12. Padda, M.S.; Picha, D.H.; (2008b). Phenolic composition and antioxidant capacity of different heat-processed forms of sweetpotato cv. Beaugard. *International Journal of Food Science and Technology*. 43:1404–1409.
13. A.O.A.C., Association of the Official Analytical Chemists. (1990). 920.151. Official Methods of the Association of the Official Analytical Chemists, Ed. Horwitz, W., 14th ed., Washington, DC.
14. Singleton, V.L.; Rossi, J.A.Jr. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:144-158.
15. Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science Technology*, 28:25-30.
16. Padda, M. S.; Picha, D. H. (2008c). Quantification of phenolic acids and antioxidant activity in sweetpotato genotypes. *Scientia Horticulturae* 119:17–20.
17. Furuta, S.; Suda, I.; Nishiba, Y.; Yamakawa, O. (1998). High tertbutylperoxyl radical scavenging activities of sweetpotato cultivars with purple flesh. *Food Science and Technology International of Tokyo*, 4: 33–35.
18. Huang, Y.C.; Chang, Y.H.; Shao, Y.Y. (2006). Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. *Food Chemistry* 98:529–538.
19. Teow, C.C.; Truong, V.D.; McFeeters, R.F.; Thompson, R.L.; Pecota, K.V.; Yencho, G.C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry* 103:829–838.
20. Rumbaoa, R.G.O.; Cornago, D.F.; Geronimo, I.M. (2009). Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties *Food Chemistry*, Volume 113, Issue 4, 15:1133–1138.
21. Oki, T.; Masuda, M.; Furuta, S.; Nishiba, Y.; Terahara, N.; Suda, I. (2002). Involvement of anthocyanins and other phenolic compounds in radical-scavenging activity of purple-fleshed sweet potato cultivars. *J. Food Sci.* 67:1752–1756.
22. Padda, M.S.; Picha, D.H. (2008a). Effect of low temperature storage on phenolic composition and antioxidant activity of sweetpotatoes. *Postharvest Biology and Technology* 47:176–180.
23. Padda, M.S.; Picha, D.H. (2007). Antioxidant Activity and Phenolic Composition in ‘Beaugard’ Sweetpotato Are Affected by Root Size and Leaf Age. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132(4):447–451.
24. Harrison, Jr.H.F.; Mitchell, T.R.; Peterson, J.K.; Wechter, W.P.; Majetich, G.F.; Snook, M.E. (2008). Contents of Caffeoylquinic Acid Compounds in the Storage Roots of Sixteen Sweetpotato Genotypes and Their Potential Biological Activity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(4):492-500.
25. Jung, J.K.; Lee, S.U.; Kozukue, N.; Levin, C.E.; Friedman, M. (2011). Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) plants and in home processed roots. *J. of Food Composition and Analysis* 24: 29–37.
26. Walter, W.M.; Schadel, W.E. (1981). Distribution of phenols in ‘Jewel’ sweet potato [*Ipomoea batatas* Lam.] roots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29: 904–906.
27. Harrison, H.F.; Peterson, J.K.; Snook, M.E.; Bohae, J.R.; Jackson, D.M. (2003). Quantity and potential biological activity of caffeic acid in sweet potato storage root periderm. *J. Agr. Food Chem.* 51:2943-2948.
28. Shih, M.C.; Kuo, C.C.; Chiang, W. (2009). Effects of drying and extrusion on colour, chemical composition, antioxidant activities and mitogenic response of spleen lymphocytes of sweet potatoes. *Food Chemistry* 117:114–121.
29. Rautenbach, F.; Faber, M.; Laurie, S.; Laurie R. (2010). Antioxidant Capacity and Antioxidant Content in Roots of 4 Sweetpotato Varieties. *Journal of Food Science*, Vol. 75. 5: 400-405.
30. Dincer, C.; Karaoglan, M.; Erden, F.; Tetik, N.; Topuz, A.; Ozdemir, F. (2011). Effects of Baking and Boiling on the Nutritional and Antioxidant Properties of Sweet Potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] Cultivars. *Plant Foods Hum Nutr.* 66:341–347.
31. Tokusoglu O.; Yildirim Z. (2012). Effects of cooking methods on the anthocyanin levels and antioxidant activity of a local Turkish sweet [*Ipomoea batatas* (L.) LAM] cultivar HATAY KIRMIZI: boiling, steaming and frying effects. *Turkish Journal of Field Crops.* 17(1):87-90.
32. Wang, T.H.; Chen, B.Y.; Shen, Y.P.; Wong, J.J; Yang, C.C; Lin, T.C. (2012) Influences of superheated steaming and roasting on the quality and antioxidant activity of cooked sweet potatoes. I. *J. of Food Science and Technology*, 47:1720–1727.
33. Rhim J-W. (2002). Kinetics of thermal degradation of anthocyanin pigment solutions driven from red flower cabbage. *Food Sci Biotechnol* 11:361–4.
34. Kim, D.O.; Padilla-Zakour, O.I. (2004). Jam Processing Effect on Phenolics and Antioxidant Capacity in Anthocyanin-rich

## PROYECTO ESPECÍFICO

Estrategias para la diferenciación de alimentos y el desarrollo de nuevos productos alimentarios.

**PROYECTO INTEGRADOR** Optimización de calidad integral y otras estrategias de agregado de valor.

Fruits: Cherry, Plum, and Raspberry. *Journal of Food Science*. Vol. 69:9, 395-400.

35. Cemeroglu, B.; Velioglu, S.; Isik, S. (1994). Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate. *J Food Sci* 59:1216–8.