



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 DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN UN CULTIVAR DE BATATA DE PULPA NARANJA DURANTE EL ALMACENAMIENTO

MV., Szentivanyi<sup>1</sup>, J., Gabilondo<sup>2</sup>, M V., Feijoo<sup>1</sup>, C., Budde<sup>2</sup>, L., Malec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Química Orgánica. Fac. de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina.

<sup>2</sup>Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro- Buenos Aires. Argentina.

Correo electrónico: [malec@qo.fcen.uba.ar](mailto:malec@qo.fcen.uba.ar)

### RESUMEN

Se analizó y comparó la actividad antioxidante y el contenido de fenoles totales y de carotenos totales en batatas de un cultivar de pulpa naranja, *Beauregard*, durante el almacenamiento en cámara y en pila. Las batatas una vez cosechadas se almacenaron durante 110 días, divididas en dos lotes: uno de ellos en cámara a 13°C y el otro en pila al aire libre bajo un tinglado. El contenido de fenoles totales en la pulpa de las batatas del cultivar *Beauregard*, recién cosechadas, fue 2,60 mg clorogénico /g ms, la actividad antioxidante 3,37 mg TROLOX /g ms y los carotenos totales 608 µg β-caroteno /g ms. No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en ninguna de las variables estudiadas entre las batatas almacenadas en cámara y en pila. Tampoco se detectaron variaciones en la actividad antioxidante y el contenido de fenoles totales a lo largo del almacenamiento, registrándose en cambio, un incremento del 18% en el contenido de carotenos durante los primeros 30 días de conservación, manteniéndose luego sin modificaciones significativas.

**Palabras clave:** actividad antioxidante, fenoles totales, carotenos totales, *Ipomoea batata L.*

### ABSTRACT

Antioxidant activity, total phenolic and total carotene contents were analyzed and compared in sweet potatoes with orange pulp, *Beauregard*, during storage in chamber and pile. Harvested sweet potatoes were stored for 110 days divided in two batches: one at 13 °C chamber and the other in piles in the open air under a shed. The total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu reagent, the AA by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical-scavenging activity assay and total carotene spectrophotometrically. The total phenolic content in the freshly harvested sweetpotatoes was 2,60 mg chlorogenic /g dm, the AA was 3,37 mg TROLOX /g dm and the total carotene 608 µg β-caroteno /g dm. No significant differences ( $p > 0,05$ ) were observed in any of the parameters analyzed between sweetpotatoes stored in chamber and in pile. In addition, no variations were detected in the AA or in the total phenolic content during storage. However, carotene content increased 18% during the first 30 days of storage, and then remained without significant changes.

**Keywords:** antioxidant activity, total phenols, total carotenes, sweetpotato *Ipomoea L.*

### INTRODUCCION

La batata (*Ipomoea batata L. Lam*), cada vez más, es considerada un alimento saludable debido a su contenido en compuestos nutraceuticos tales como fibra dietaria y compuestos con actividad antioxidante como vitamina C, polifenoles y carotenoides I. Estos compuestos antioxidantes actúan como eliminadores de radicales libres y/o inhibidores de las especies reactivas del oxígeno que se forman naturalmente durante el metabolismo humano. Estas moléculas provocan daños en las proteínas, lípidos y ácidos nucleicos de las estructuras biológicas e inducen en el hombre una variedad de enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo (2, 3) como cardiovasculares, cáncer y aquellas vinculadas con la degeneración neuronal (4).

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 de pulpa naranja son ricos en carotenoides, de los cuales el β-caroteno es el más abundante (5, 6). 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 (7). Debido a que la batata es un cultivo sensible al frío, se cultiva durante la estación templada. En Argentina, para disponer de batatas durante todo el año, una vez cosechadas suelen almacenarse en pila al aire libre bajo un tinglado. Pero lo recomendable es hacerlo bajo condiciones contraladas (13 °C ± 2 – 90% HR). Durante la conservación se producen cambios en el metabolismo que afectan su composición fisicoquímica (8, 9). El contenido de los compuestos antioxidantes puede variar además entre los distintos cultivares de batata, dependiendo de factores genéticos y ambientales, como edad y partes de la raíz, clima, prácticas del cultivo y almacenamiento luego de la cosecha (10, 11). 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 podría 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 para su incorporación al mercado, con el cultivar *Beauregard* de pulpa naranja, poco difundido en la Argentina, por ser el más utilizado en EE.UU. En la zona, se ha destacado por su precocidad y rendimiento.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar y comparar la variación de la actividad antioxidante y los contenidos de fenoles totales y carotenos totales en batatas de un cultivar de pulpa naranja, *Beauregard*, nuevo en la región, durante el almacenamiento en cámara y en pila. Se investigó además, si existía correlación entre el contenido de carotenos y el color de la pulpa. También se compararon los valores de estos compuestos bioactivos en las batatas recién cosechadas con los de dos cultivares de pulpa amarilla, *Arapey* y *Morada INTA*, consumidos comúnmente en Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación de muestras vegetales

Se utilizaron muestras, al momento de la cosecha, de los cultivares *Beauregard*, *Arapey* y *Morada INTA* cultivados en idénticas condiciones.

Luego de la cosecha, las batatas del cultivar *Beauregard* se almacenaron divididas en dos lotes, uno de ellos en cámara a  $13\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y 90% HR, y el otro en pila al aire libre bajo un tinglado. En cada lote se realizaron análisis a los 30, 60, 90 y 110 días de almacenamiento. Para todos los muestreos, cosecha y almacenamiento, se tomaron diez batatas por cultivar y se formó un pool utilizando un cuarto de cada una de ellas. Se congeló la pulpa en  $\text{N}_2$  líquido, se liofilizó, molió y almacenó a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su uso.

### Métodos analíticos

#### Humedad

Se determinó según el método AOAC: 920.151 (1990) (12) por secado de la muestra en estufa de vacío (100 mmHg) a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta obtener peso constante.

#### Preparación de los extractos

Cada muestra liofilizada (aprox. 1g) se mezcló con metanol 80% (v/v) durante 15 minutos a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  y el sobrenadante se separó por centrifugación, 15 minutos a 3500 rpm. Los extractos se realizaron por triplicado, determinando en cada uno el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante.

#### Determinación de fenoles totales (FT)

Se realizó por triplicado con el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo al método de Singleton y Rossi (13) con algunas modificaciones, utilizando ácido clorogénico como estándar. A  $250\text{ }\mu\text{L}$  de extracto se le agregaron 4 ml de agua destilada y  $250\text{ }\mu\text{L}$  del reactivo de Folin-Ciocalteu. Luego de 3 minutos, se incorporaron  $500\text{ }\mu\text{L}$  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 HP 8453 (Hewlett Packard, Estados Unidos). La curva estándar se realizó utilizando concentraciones de ácido clorogénico desde 75 hasta  $400\text{ mg/L}$ . El contenido total de polifenoles se informó como mg de ácido clorogénico por g bs.

#### Determinación de la actividad antioxidante (AA)

Se analizó por triplicado mediante la reducción del radical DPPH de acuerdo al método de Brand-Williams et al. (14). A  $400\mu\text{l}$  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 HP 8453 (Hewlett Packard, Estados Unidos). La AA se calculó usando una curva estándar con concentraciones de TROLOX desde  $20\mu\text{M}$  hasta  $450\text{ }\mu\text{M}$ . Los resultados se expresaron como mg equivalentes TROLOX por g bs (base seca).

#### Determinación de carotenos totales

Se pesaron aprox. 0,3g para el tejido de pulpa liofilizado y se analizaron según el método Rodríguez-Amaya y Kimura (15) 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 utilizando concentraciones de  $\beta$ -caroteno en el rango de  $0,9\text{ }\mu\text{g/ml}$  a  $8\text{ }\mu\text{g/ml}$ . Los resultados se expresaron como  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno por g bs. Los extractos se realizaron por triplicado.

*Color*: se determinó por triplicado con un colorímetro marca Minolta modelo CR-400 (Minolta Co. Ltd., Osaka, Japón) según las coordenadas  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (componente rojo-verde) y  $b^*$  (componente amarillo-azul).

### Análisis estadísticos

Los datos experimentales se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa *InfoStat versión 2008*.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Batatas recién cosechadas

En la **Tabla 1** se observa el contenido de FT y la AA en las batatas recién cosechadas del cultivar *Beauregard*, de pulpa naranja. Los valores hallados en ambos parámetros coinciden con los reportados por Padua y Picha (16, 17) para este cultivar en Estados Unidos. También en esta tabla figuran los mismos parámetros determinados, a efectos comparativos, en dos cultivares de pulpa amarilla, *Arapey* y *Morada INTA*, comúnmente consumidos en nuestro país. Los contenidos de FT resultaron similares para los tres cultivares evaluados. En cuanto a la AA, sólo la correspondiente al cultivar *Arapey* resultó menor ( $p < 0,05$ ) que las de los otros dos cultivares.

**Tabla 1:** Contenido de fenoles totales, carotenos totales y la actividad antioxidante para los cultivares *Beauregard*, *Arapey* y *Morada INTA* al momento de la cosecha.

	Fenoles totales mg eq ácido clorogénico /g bs	Actividad antioxidante mg eq TROLOX /g bs	Carotenos totales µg β-caroteno/g bs
<i>Beauregard</i>	2,60 <sup>a</sup> ± 0,20	3,37 <sup>a</sup> ± 0,25	608 <sup>a</sup> ± 18
<i>Arapey</i>	2,54 <sup>a</sup> ± 0,42	2,82 <sup>b</sup> ± 0,47	46,6 <sup>b</sup> ± 0,02
<i>Morada INTA</i>	2,66 <sup>a</sup> ± 0,27	3,66 <sup>a</sup> ± 0,26	46,9 <sup>b</sup> ± 0,27

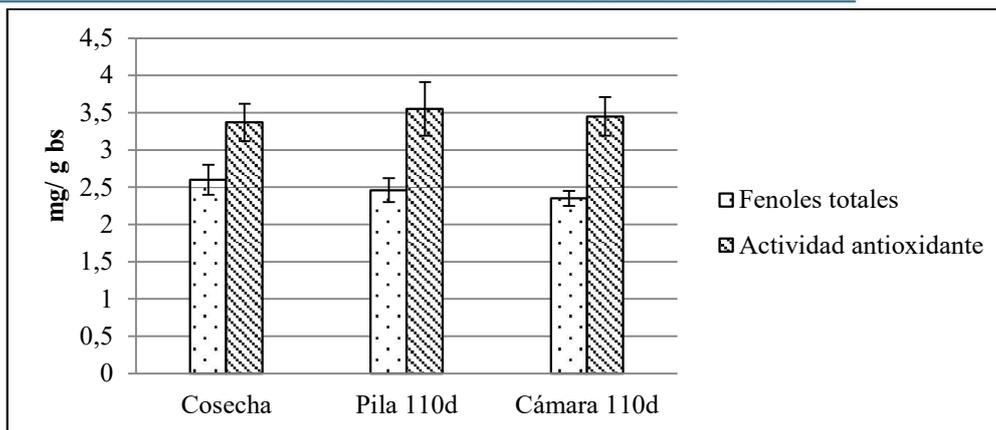
Cada valor es el promedio ± la desviación estándar de los resultados obtenidos.

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre valores de una misma columna

En la misma **Tabla 1** se muestra además el contenido de carotenos totales al momento de la cosecha, para los cultivares arriba mencionados. Confirmando lo esperado, en el cultivar de pulpa naranja el contenido fue mucho más elevado que en los de pulpa amarilla alcanzando el valor de un orden superior a estos últimos. Varios autores, como Grace et al. (18) y Hagenimana et al. (19) analizaron el contenido de carotenos totales en 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. Por otro lado, De Moura et al. (20) reportaron un amplio rango en el contenido de carotenos totales, de 2 a 632 µg / g bs entre cultivares de pulpa blanca, amarilla, naranja y púrpura. Teniendo en cuenta estos valores, el cultivar *Beauregard* analizado en este trabajo se encuentra entre los de mayor contenido. Algunos autores han demostrado que el β-caroteno es el carotenoide mayoritario (60-90%) en cultivares de pulpa naranja (10, 19, 21, 22). En este sentido, Huang et al. (9) y Hagenimana et al. (19) observaron que el porcentaje de β-caroteno aumenta con un mayor contenido de carotenos totales, por lo que se podría inferir que el cultivar de pulpa naranja estudiado posee un elevado contenido de este compuesto que podría representar al menos un 50% de los carotenos totales. Trumbo et al. (23) estimaron que 12 µg β-caroteno corresponden a 1 µg retinol. Este factor está basado en la bioeficacia de los carotenoides en una dieta mixta de una población saludable en países desarrollados. 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 (µg/día) para niños en edad pre-escolar es de 400 µg equivalente de actividad de retinol (EAR)/día. Por lo tanto, tomando el factor de conversión mencionado anteriormente, podríamos estimar que 20 g de batata seca/día (equivalentes a 100 g batata fresca/día) del cultivar *Beauregard*, cubrirían la dosis diaria recomendada. Esta cifra correspondería a un peso menor al de una unidad de batata, lo que muestra la riqueza de este producto como fuente de provitamina A. Cabe destacar que este valor calculado es menor que los 125 g de batata fresca/día necesarios para cubrir la dosis diaria reportados por el Centro Internacional de la Papa (CIP, 2012) para los cultivares de pulpa naranja. Debe tenerse en cuenta que el contenido hallado para este cultivar es considerablemente elevado, y que el valor estimado por el CIP probablemente considere un cierto margen de seguridad, teniendo en cuenta que el contenido de β-caroteno puede variar ampliamente de acuerdo a diversos factores, como el cultivar, la edad de la raíz, el clima y las prácticas agronómicas y de poscosecha (24, 21).

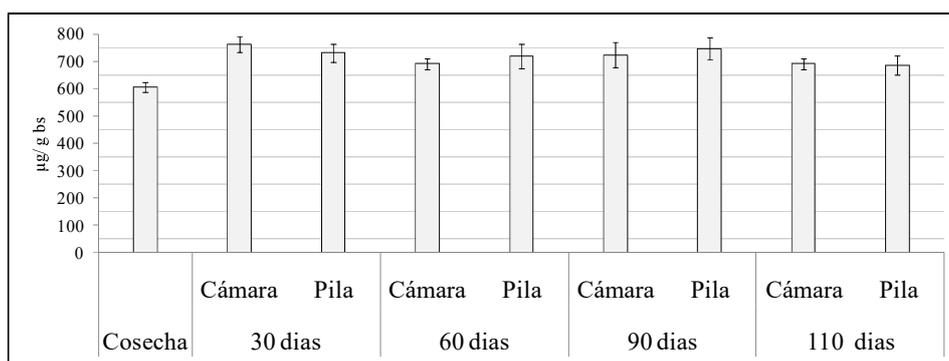
### Almacenamiento

En la **Figura 1** se muestra la variación en el contenido de FT y la AA para el cultivar *Beauregard* durante su conservación. No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en ninguna de las variables estudiadas entre las batatas almacenadas en cámara y en pila. Tampoco se detectaron variaciones en la AA y el contenido de FT a lo largo del almacenamiento. Estudios realizados sobre otros cultivares (25), encontraron que los FT y la AA durante 37 días de almacenamiento a 15 °C aumentaron en el cultivar *J-Red*, de pulpa naranja, pero disminuyeron en otros tres cultivares. Por otro lado, Grace et al. (18) observaron una disminución en el contenido de FT de distintos cultivares de batata almacenadas a temperatura óptima durante 4 y 8 meses. Varios autores coinciden en que la variación en el contenido de FT y la AA depende del cultivar (26, 27, 18).



**Figura 1:** Variación del contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante para el cultivar *Beauregard* durante su conservación en cámara y en pila.

En la **Figura 2** se observa la variación en el contenido de  $\beta$ -caroteno para el cultivar *Beauregard* durante su conservación en cámara y en pila.



**Figura 2:** Variación en el contenido de  $\beta$ -caroteno para el cultivar *Beauregard* durante su conservación en cámara y en pila.

Se registró un incremento del 18% durante los primeros 30 días de conservación tanto en pila como en cámara, manteniéndose luego sin modificaciones significativas ( $p > 0,05$ ) hasta los 110 días. Esto coincide con lo expuesto por Stathers et al. (28) quienes manifestaron que el almacenamiento de las batatas frescas afecta sólo en forma leve el contenido de  $\beta$ -caroteno. Al igual que en los parámetros descriptos anteriormente, no se registraron diferencias significativas entre las batatas almacenadas en cámara y pila.

### Correlación entre el contenido de carotenos totales y las variables de color

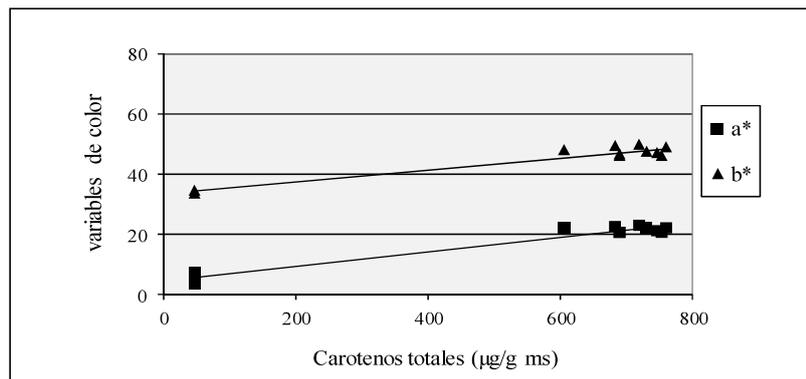
Se analizó la correlación entre las variables de color y el contenido de carotenos totales de los tres cultivares evaluados al momento de cosecha y durante el almacenamiento del cultivar *Beauregard*. Se observó que los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  presentaron buena correlación, con valores de  $R^2$  superiores a 0.90, lo que permitiría asociar altos valores de  $a^*$  y  $b^*$  a un mayor componente rojo y amarillo respectivamente.

En la **figura 3** se muestran las correlaciones entre estas variables y el contenido de carotenos totales. Las expresiones matemáticas fueron:

$$Y = 0,0199x + 33,4 \quad R^2 = 0,923 \quad \text{para } b^*$$

$$Y = 0,0240x + 4,34 \quad R^2 = 0,944 \quad \text{para } a^*$$

Estos resultados coinciden con los de otros estudios (29, 19) en los que se reportaron elevados coeficientes de determinación para las correlaciones de las variables  $a^*$  y  $b^*$  con el contenido de  $\beta$ -caroteno en cultivares de pulpa naranja y amarilla.



**Figura 3:** Correlación entre el contenido de carotenos totales y las variables de color en los cultivares *Beauregard*, *Arapey* y *Morada* INTA.

## CONCLUSIONES

El contenido de carotenos en las batatas del cultivar *Beauregard* supera ampliamente los contenidos de los cultivares de pulpa amarilla que se consumen tradicionalmente en nuestro país. Debido a su elevado valor, podrían constituir una fuente importante de vitamina A. Además, el almacenamiento no afecta en gran medida el contenido de este compuesto, registrándose inclusive, leves incrementos en el mismo, tanto en las batatas almacenadas en cámara como en pila.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Padmaja, G. (2009). Uses and Nutritional Data of Sweetpotato. En: Loebenstein G, Thottappilly G editors. The sweetpotato. Berlin: Springer. Pag. 189-234.
2. Elahi, M.M., Malata, B.M. (2006). Free radicals in blood: evolving concepts in the mechanism of ischemic heart disease. Archives of Biochemistry and Biophysics. 450: 78-88.
3. 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.
4. 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.
5. Rodriguez-Amaya D.B. (1997). Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stored foods. Arlington: John Snow, Inc. pag 1-88.
6. Wu, X., Sun, C., Yang, L., Zeng, G., Liu, Z., Li, Y. (2008).  $\beta$ -carotene content in sweet potato varieties from China and the effect of preparation on  $\beta$ -carotene retention in the Yanshu No. 5. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 9: 581-586.
7. 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.
8. 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: 172-177.
9. 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.
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, 8:399-406.
11. 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.
12. AOAC. Association of the Official Analytical Chemists (1990). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
13. Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16:144-158.
14. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology, 28: 25-30.

15. Rodriguez-Amaya, D.B., Kimura, M. (2004). Harvestplus Handbook for Carotenoid Analysis. HarvestPlus Technical Monograph 2. Washington, DC: International Food Policy Research Institute and International Center for Tropical Agriculture. pag 1–58.
16. 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.
17. Padda, M.S., Picha, D.H. (2008c). Quantification of phenolic acids and antioxidant activity in sweetpotato genotypes. *Scientia Horticulturae*, 119: 17–20.
18. Grace, M.H., Yousef, G.G., Gustafson, S.J., Truong, V.D., Yench, 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.
19. Hagenimana, V., Carey, E.E., Gichiki, S.T., Oyunga, M.A., Imungi, J.K. (1999). Carotenoid content in fresh, dried and processed sweet potato products. *Ecology of Food and Nutrition*, 37: 455-473.
20. De Moura, F., Miloff, A., Boy, E. (2015). Retention of Provitamin A Carotenoids in Staple Crops Targeted for Biofortification in Africa: Cassava, Maize and Sweet Potato. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55: 1246-1269.
21. K'osambo, L.M., Carey, E.E., Mirsa, A.K., Wilkes, J., Hagenimana, V. (1998). Influence of age, farming site, and boiling on ro-vitamin A content in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) storage roots. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11:305–321.
22. Takahata, Y., Nota, T., Nagata, T. (1993). HPLC determination of  $\beta$ -carotene content of sweet potato cultivars and its relationship with color values. *Japanese Journal of Breeding*, 43: 421-427.
23. 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*, 101:294–301.
24. Mozafar, A. (1994). Plant vitamins. Agronomic, physiological and nutritional aspects. Florida: CRC Press, Inc. pag 19–87.
25. Ishiguro, K., Yahara, S., Yoshimoto, M. (2007). Changes in Polyphenolic Content and Radical-Scavenging Activity of Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) during Storage at Optimal and Low Temperatures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 10773–10778.
26. Lieberman, M., Craft, C., Wilcox, MS. (1959). Effect of chilling on the chlorogenic acid and ascorbic acid content of Port Rico sweetpotatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 74: 642–648.
27. Lattanzio, V., Cardinali, A., Palmieri, S. (1994). The role of phenolics in the postharvest physiology of fruits and vegetables: browning reactions and fungal diseases. *Italian Journal of Food Science*. 6: 3–22.
28. Stathers, T., Bechoff, A., Sindi, K., Low, J., Ndyetabula, D. (2013). Everything You Ever Wanted to Know about Sweetpotato: Reaching Agents of Change ToT Manual. Nairobi: International Potato Center. Pag. 188.
29. Amen, M.A., Wilson, P.W. (1997). Relationship between Hunter color values and b-carotene contents in white-fleshed African sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* Lam). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73: 301–306.