

EFECTO DE LA COCCIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS (*Solanum tuberosum*) DEL ECUADOR

Moreno - Guerrero, Carlota^a ; Andrade - Cuvi, María José^a ; Oña - Pillajo, Gabriela^a ; Llumiquinga - Hernández, Tatiana^a ; Concellón, Analía^{bc}

^aUniversidad Tecnológica Equinoccial, Centro de Investigación Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Laboratorio de Química Analítica y Microbiología de Alimentos. Av. Occidental y Mariana de Jesús, Quito-Ecuador.

^bCentro de investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). CCT La Plata, CONICET-UNLP. Calle 47 esq. 116. CP 1900. La Plata, Argentina. ^cComisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC-PBA).

Ingresado: 22/05/2015

Aceptado: 13/08/2015

Resumen

Las papas nativas son autóctonas de los Andes, en el Ecuador existen alrededor de 400 variedades cultivadas. Estos productos, además de ser ricos en nutrientes, presentan antioxidantes naturales fundamentales en la prevención de enfermedades cardiovasculares. El objetivo fue evaluar el efecto de la cocción sobre la composición proximal y la capacidad antioxidante de cinco variedades de papas nativas (Yana Shungo, Puca Shungo, Leona Negra Tushpa y Uvilla). Los tubérculos se cosecharon en la región central andina del Ecuador (Ambato-Tunguragua; Saquisilí-Cotopaxi y Guaranda-Bolívar) y se dividieron en dos grupos: frescos y cocidos (20 min – 91°C). Se determinó la composición química (humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos) y la capacidad antioxidante usando el radical ABTS^{•+} por espectrofotometría. Las variedades Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra superaron en el contenido mineral, proteína y carbohidratos a las variedades Uvilla y Tushpa. En general, el proceso de cocción produjo disminución del contenido de ceniza, grasa, carbohidratos; el contenido de proteína en las variedades Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra fue mayor luego de la cocción, mientras que el contenido de fibra se incrementó en todas las

variedades. Las papas nativas cocidas presentaron mayor capacidad antioxidante que en estado fresco, pudiendo relacionarse con el hecho de que el tratamiento térmico produciría la liberación de compuestos antioxidantes de tipo enzimático y no enzimático, siendo necesario el desarrollo de posteriores trabajos con el fin de elucidar el efecto de la matriz del tubérculo sobre el contenido de antioxidantes durante el proceso de cocción.

Palabras clave: antioxidantes, composición química, papas nativas, tratamiento térmico, tubérculos andinos.

EFFECT OF COOKING ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF NATIVE POTATOES (*Solanum tuberosum*) OF ECUADOR

Abstract

In Ecuador there are about 400 cultivated varieties of native potatoes. These products have antioxidants with a fundamental roll in the natural prevention of cardiovascular diseases besides being rich in nutrients. The aim of this work was to evaluate the effect of cooking on proximate composition and antioxidant capacity of five varieties of native potatoes (Yana Shungo, Puca Shungo, Leona Negra, Tushpa and Uvilla). Tubers were harvested in the central Andean ecuatorian region (Ambato-Tunguragua; Saquisilí-Cotopaxi and Guaranda-Bolivar) and were divided in two groups: fresh and cooked (20 min – 91°C). Proximate composition (moisture, protein, fat, fiber, ash and carbohydrates) and antioxidant capacity (using the ABTS^{•+} radical by spectrophotometry) were

* Correspondencia a: María José Andrade Cuvi. Universidad Tecnológica Equinoccial, Centro de Investigación Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Laboratorio de Química Analítica y Microbiología de Alimentos. Av. Occidental y Mariana de Jesús, Quito-Ecuador. Teléfono:(593) 2 299-0800 Ext: 2193 Correo electrónico: maria.andradec@ute.edu.ec).

determined. Yana Shungo, Puca Shungo and Leona Negra varieties have more ash, protein and carbohydrates content than Uvilla and Tushpa varieties. In general, cooking process decreased ash, fat, carbohydrates content. Protein content in varieties Yana Shungo, Puca Shungo and Leona Negra was higher after cooking, while fiber content increased in all varieties. Cooked native potatoes had higher antioxidant capacity than fresh ones; this change could be related with the fact that heat treatment would produce the release of enzymatic and non-enzymatic antioxidant compounds. It is necessary to develop subsequent researches in order to elucidate the effect of the tuber matrix on antioxidants content during the cooking process.

Keywords: andean tubers, antioxidants, native potatoes, termic treatment, proximate composition.

I. INTRODUCCIÓN

Los tubérculos andinos, constituyen un componente básico en la dieta no sólo de pobladores de la región interandina, sino también del litoral y Amazonía, [1] por lo que el Ecuador es parte de las fuentes de origen del cultivo de la papa dentro de Latinoamérica. El máximo éxito agronómico de la agricultura andina es, sin lugar a dudas, la papa (*Solanum tuberosum*) que en la actualidad se cultiva y consume en todo el mundo. [2] Las múltiples especies silvestres (232 tipos) y nativas (161 tipos) identificadas hasta el momento, demuestran la inmensa riqueza en diversidad genética que se encuentra en manos de los agricultores en todas las regiones del callejón interandino. Los cultivares de papas nativas, pese a que han sido conservadas por miles de años, están en peligro de extinción, especialmente las de pulpa de colores, debido a las pocas oportunidades de mercado y al desconocimiento de sus propiedades nutricionales. [3]

Las variedades nativas más conocidas son: Uvilla, Yema de Huevo, Leona Negra, Coneja Negra, Puña, Calvache, Chaucha Colorada, Yana Shungo, Pucha Shungo, Santa Rosa, Carrizo, Coneja Blanca. Además de las variedades nativas comerciales, existen otras menos conocidas como: Chiwilas, Dolores, Alpagata, Cóndor, Oropiña, Tushpa, entre otras, que son altamente valoradas por los agricultores por sus propiedades organolépticas y porque las plantas soportan el clima frío y las sequías intermitentes. [4]

Las variedades de papa Yana Shungo y Puca Shungo, tienen la particularidad de presentar pulpa de color morada y roja, con altos contenidos de polifenoles y antocianinas que son antioxidantes naturales que protegen al cuerpo humano del efecto dañino de los

radicales libres. [5] La papa Leona Negra presenta una piel de color negruzco, lo que indica que contiene antioxidantes naturales. [3] La variedad Tushpa tiene una forma comprimida con ojos medios, su piel es de color negruzco intermedio con puntos salpicados amarillos y pulpa blanca con violeta en el anillo vascular y médula, se produce en la provincia de Bolívar. La variedad Uvilla es de forma redonda con ojos superficiales, piel marrón con manchas salpicadas rojo morado y piel amarilla con pocas manchas moradas, por lo general se produce en la provincia de Cotopaxi. [6]

Las papas nativas además de ser ricas en nutrientes, presentan antioxidantes naturales. Las papas nativas que presentan colores anaranjados y amarillos indican la presencia de carotenos; la presencia de colores rosados, morados y azules se atribuyen a las antocianinas que por lo general se encuentran en la piel y en la porción carnosa de los vegetales. [7] Los carotenoides y antocianinas cumplen un papel fundamental en la prevención de enfermedades cardiovasculares ya que neutralizan la acción de los radicales libres [8] por su alta actividad antioxidante. La aplicación de tratamientos térmicos en alimentos ricos en antioxidantes disminuye su contenido debido a la naturaleza termosensible de estos compuestos. [9] Pese a la gran diversidad de papas que se cultivan en el Ecuador, son escasos los estudios sobre su composición química y el aporte de antioxidantes de variedades poco comercializadas. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la cocción sobre la composición química y capacidad antioxidante de cinco variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum*): Yana Shungo, Pucha Shungo, Leona Negra, Tushpa y Uvilla.

II. METODOLOGÍA

Material vegetal: Las variedades de papa Yana Shungo, Puca Shungo y Tushpa fueron adquiridas en el centro de acopio y comercialización CONPAPA en la ciudad de Ambato y la variedad Leona Negra en el mercado de Machachi. La variedad Uvilla se adquirió en el mercado de Saquisilí. Las muestras se obtuvieron entre los meses abril/2013 y enero/2014. Los tubérculos fueron trasladados a la Planta Piloto de Alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial donde se procedió a su limpieza y selección según ausencia de defectos.

Preparación de las muestras: Las muestras de las cinco variedades fueron divididas en dos grupos: el primer grupo se mantuvo en estado fresco y el segundo grupo se sometió a cocción por treinta minutos. Una vez aplicado el tratamiento térmico se realizó el análisis

proximal (humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, extracto libre de nitrógeno), posteriormente muestras tomadas de los dos grupos fueron almacenadas en congelación a -20°C para su posterior análisis bioquímico (antocianinas y capacidad antioxidante).

Composición química: Las muestras en estado fresco y cocido se analizaron por triplicado. El contenido de humedad se determinó por pérdida de peso en una estufa marca Memmert a 105°C durante 5 horas (hasta peso constante), según la norma NTE INEN 0777. [10] Para la cuantificación del contenido de cenizas se aplicó el método descrito por la norma NTE INEN 0786 [11] por incineración de la muestra en una mufla (Furnace 1300) a 550°C durante 12 horas. El contenido de proteína se determinó por el método de Kjeldahl (NTE INEN 0781) [12] usando un equipo marca Velp Scientifica. El extracto etéreo fue determinado por el método de Soxhlet. (AOAC 9260.39). [13] El contenido de fibra se determinó según el método NTE INEN 0522. [14] La concentración de carbohidratos se determinó por cálculo por diferencia.

Determinación de la capacidad antioxidante

Preparación de extractos: Muestras de tejido congelado y triturado de papa se homogenizaron con 10 mL de etanol al 96% y se llevó a agitación en una plancha magnética Velp Scientifica protegido de la luz y manteniendo temperatura baja durante 20 minutos. Las muestras fueron centrifugadas usando una centrífuga Hermle Z323 a 6000 rpm durante 15 minutos a 4°C . El sobrenadante (extracto etanólico) se filtró y almacenó en viales de 1 mL a -20°C hasta su posterior análisis.

Medida de la capacidad antioxidante: El radical ABTS⁺ se obtuvo tras la reacción de ABTS -Sigma Aldrich- (7 mM) con persulfato potásico (2,45 mM) incubados a temperatura ambiente y en oscuridad durante 16h. Una vez formado el radical ABTS⁺ se diluyó con etanol hasta obtener una absorbancia entre 0,7(\pm 1) a 745nm. Para la determinación de la capacidad antioxidante los extractos etanólicos se diluyeron hasta encontrar una inhibición del 20 al 80% en comparación de la absorbancia del blanco, tras añadir 40 μL y 30 μL de muestras frescas (variedad Uvilla y Tushpa, respectivamente) y 20 μL de muestras cocidas; se completó un volumen de 1000 μL con ABTS⁺. Las mezclas se homogenizaron y se dejaron reposar a temperatura ambiente, luego de transcurridos 6 minutos la absorbancia se midió a 734 nm usando un espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 60S. El antioxidante sintético de referencia, Trolox -Sigma Aldrich-, se ensayó a una concentración de 0,5mM en etanol, en las mismas condiciones (de 10 a 45 μL). Los resultados se expresaron como μmol Trolox/g tej. seco. [15] El ensayo se realizó por triplicado.

Análisis estadístico: Para el análisis de resultados se empleó un diseño experimental AxB, en el cual se plantearon como variables de estudio el estado del material vegetal (fresco y cocido) y las variedades de respuesta fueron los valores del análisis proximal (humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos) y la capacidad antioxidante total. Los resultados se procesaron mediante un análisis de varianza y las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey con una significancia de 0.05 usando el software estadístico INFOSTAT.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se puede observar los cambios de coloración externo e interno sufridos por los tubérculos luego de la cocción. Los cambios de coloración podrían atribuirse a variaciones composicionales que modifican la matriz celular y a una disminución de contenido de β -carotenos, similares resultados han sido reportados en camote; [16] por otro lado, en guayaba [17] y mango [18] se encontró mayor intensidad de color luego del proceso de cocción.

Composición química: La composición proximal de las variedades de papas nativas analizadas se indican en la

Tabla I. Color superficial interno y externo de papas nativas (*Solanum tuberosum*) en estado fresco y cocido

VARIEDAD	ESTADO	
	FRESCO	COCIDO
Yana Shungo		
Puca Shungo		
Leona Negra		
Tushpa		
Uvilla		

Tabla II. En las cinco variedades se determinaron altos contenidos de humedad y carbohidratos totales y bajos contenidos de proteína, grasa, fibra y ceniza.

Tabla II. Composición proximal de papas nativas (*Solanum tuberosum*) en estado fresco y cocido

Parámetro (%)	Variedad	Estado	
		Fresco	Cocido
Humedad Tukey = 0.48	Yana Shungo	74.87 ± 0 ^{ab}	70.30 ± 0 ^f
	Puca Shungo	74.26 ± 0 ^{cd}	73.85 ± 0 ^d
	Leona Negra	74.13 ± 0 ^{cd}	73.79 ± 0 ^d
	Uvilla	74.35 ± 0.06 ^c	74.39 ± 0.04 ^{bc}
	Tushpa	72.67 ± 0.35 ^e	75.11 ± 0.16 ^a
Ceniza Tukey = 0.22	Yana Shungo	4.84 ± 0.09 ^a	5.06 ± 0.15 ^a
	Puca Shungo	4.48 ± 0.06 ^b	3.70 ± 0.01 ^c
	Leona Negra	3.94 ± 0.05 ^c	4.94 ± 0.14 ^a
	Uvilla	1.08 ± 0.03 ^{de}	0.96 ± 0.00 ^e
	Tushpa	1.36 ± 0.01 ^d	1.29 ± 0.00 ^d
Grasa Tukey = 0.079	Yana Shungo	0.45 ± 0 ^a	0.34 ± 0 ^b
	Puca Shungo	0.25 ± 0 ^{cd}	0.25 ± 0 ^{cd}
	Leona Negra	0.28 ± 0 ^{bc}	0.23 ± 0 ^{cd}
	Uvilla	0.18 ± 0.04 ^{de}	0.19 ± 0.02 ^{de}
	Tushpa	0.12 ± 0.04 ^{ef}	0.06 ± 0.01 ^f
Proteína Tukey = 0.15	Yana Shungo	5.69 ± 0.01 ^e	11.22 ± 0.01 ^a
	Puca Shungo	5.54 ± 0.06 ^e	6.11 ± 0.02 ^d
	Leona Negra	7.37 ± 0.01 ^c	7.70 ± 0.04 ^b
	Uvilla	2.31 ± 0.04 ^f	1.82 ± 0.01 ^h
	Tushpa	2.24 ± 0.06 ^g	2.10 ± 0.01 ^g
Fibra Tukey = 0.14	Yana Shungo	3.03 ± 0.06 ^c	3.30 ± 0.09 ^b
	Puca Shungo	2.35 ± 0 ^d	3.47 ± 0.03 ^a
	Leona Negra	2.49 ± 0 ^d	3.16 ± 0.01 ^{bc}
	Uvilla	0.75 ± 0.03 ^f	0.88 ± 0.01 ^f
	Tushpa	1.84 ± 0.00 ^e	1.97 ± 0.01 ^e
Carbohidratos Tukey = 0.60	Yana Shungo	85.99 ± 0.16 ^b	80.07 ± 0.04 ^d
	Puca Shungo	87.39 ± 0.12 ^a	86.47 ± 0.04 ^b
	Leona Negra	85.93 ± 0.06 ^b	83.98 ± 0.08 ^c
	Uvilla	81.34 ± 0.11 ^e	81.74 ± 0.04 ^e
	Tushpa	81.79 ± 0.33 ^e	79.48 ± 0.23 ^f

Letras distintas indican diferencia significativa entre variedades y entre estados

La humedad de la variedad Uvilla (74%) no cambió luego del proceso de cocción, mientras que la humedad en la variedad Tushpa tuvo un ligero aumento (2%) luego de la cocción, similares resultados se encontraron en yuca, [19] lo cual puede ser atribuido a una mayor absorción de agua por la ruptura de los puentes de hidrógeno al alcanzar la gelatinización al almidón; [20] a diferencia de las variedades Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra que presentaron una disminución del contenido de humedad entre 1 y 3%. La papa presenta una humedad promedio de 82%, [21] las variaciones de humedad se presentan según el grado de madurez de los productos, ya que conforme avanza su madurez

disminuye la cantidad de agua. El contenido de cenizas en las papas se encuentra en un rango de 0.4 a 1.9% [22] tal como se encontró en las variedades de papas analizadas Tushpa y Uvilla, mientras que Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra presentan valores superiores (entre 3 y 5%), resultados similares han sido encontrados en ecotipos Coneja Blanca, Calvache y Super Chola; [23] la diferencia en el contenido de minerales en el tubérculo depende directamente de la naturaleza del suelo donde fue cultivado. [24] La cocción produjo una reducción en el contenido de cenizas en las variedades Tushpa, Uvilla y Puca Shungo lo que podría atribuirse a que los minerales se vean afectados por lixiviación hacia el medio de cocción, en tanto que las variedades Yana Shungo y Leona Negra presentaron mayores valores luego de la cocción. Esta diferencia podría deberse a la pérdida de humedad y como consecuencia se produce un incremento de la materia seca y concentración de los nutrientes en general. [25] Los lípidos se encuentran mayoritariamente en la piel de tubérculo, [23] el contenido de grasa para todas las variedades analizadas fue bajo, menor al 1%. La papa Yana Shungo es la variedad con mayor porcentaje de contenido de grasa en estado fresco (0.45%) y en estado cocido (0.34%); mientras que la variedad con menor porcentaje fue Tushpa en estado fresco con 0.12% y cocido con 0.06%. La cocción produjo una disminución del contenido de grasa, esto podría deberse a que este componente disminuye en relación al tiempo de cocción por intercambio de nutrientes entre los alimentos y los medios de cocción. [20] Las proteínas constituyen el segundo componente de la papa, con 3 al 15% de la materia seca (estos se incrementan con la madurez del tubérculo). La mayoría de las proteínas se ubican en el cortex (zona inmediata debajo de la piel) y la médula (zona central). [26] El valor de la proteína no se afectó al cocinar la papa, excepto en la variedad Uvilla donde se encontró una reducción del 0.5%. El contenido de proteína en las variedades Tushpa y Uvilla fue similar al reportado en ecotipos de papas Chaucha Holandesa y Santa Rosa que presentan valores de 2.4% y 2.6%, respectivamente. [27] La variedad con mayor porcentaje de proteína fue la variedad Yana Shungo cocida con 11.23% y la de menor fue la variedad Uvilla cocida (1.82%), valores similares a los encontrados en otros ecotipos de papa. [3, 23] Los ecotipos de papas nativas Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra tienen mayor contenido de fibra con respecto a las demás variedades de papas, tomando como referencia a la variedad de papa Super Chola con un contenido de fibra de 2.50%, [18] mientras que las variedades Uvilla y Tushpa presentaron valores menores a 2%, similar a lo encontrado en variedades de papa denominadas Moronga y Quillo. [28] Luego de

la cocción los valores de fibra aumentaron en todas las variedades, similares resultados se encontraron en lentejas sometidas a un hervor prolongado. [29] El incremento del contenido de proteína y fibra luego se la cocción estaría relacionado con la pérdida de humedad que produce concentración de los nutrientes.

Los carbohidratos son los principales nutrientes energéticos presentes en las papas, el 75 % de la materia seca está compuesta por almidón. [30] La papa con mayor contenido de carbohidratos fue la variedad Puca Shungo en estado fresco con 87% y la de menor porcentaje fue la variedad Yana Shungo cocida con 80.07%, similares resultados fueron reportados en las variedades Yema de huevo con 86.23%, Moronga 86.53%, Quillu 86.88% y Otavaleña 87.49%. [23] Después de la cocción los carbohidratos presentes en la papas disminuyeron, debido a pérdidas de almidón soluble en el agua de cocción o pérdidas por hidrólisis o modificaciones del almidón debidas a las altas temperaturas alcanzadas. [25] Resultados similares a los encontrados en este estudio fueron encontrados en las variedades de mashua Amarilla Chaucha y Zapallo. [31]

Capacidad antioxidante: Las papas nativas analizadas en esta investigación son cultivos ancestrales andinos que presentan una pigmentación rojo-morado y rojo, debido a la presencia de antocianinas y licopeno, que son un indicativo de la presencia de antioxidantes naturales, al igual que las pigmentaciones naranja-amarillo dadas por la presencia de flavonoides y la coloración amarilla por la presencia de xantofilas. [32] En la Tabla III se muestra la capacidad antioxidante de las papas nativas en estado fresco y cocido.

Los resultados muestran que hay diferencia significativa en los valores de la capacidad antioxidante tanto entre

Tabla III. Capacidad antioxidante de papas nativas (*Solanum tuberosum*) en estado fresco y cocido.

Variedad papa nativa	Capacidad Antioxidante (ABTS+) (μmol eq. Trolox/g tejido seco)	
	FRESCO	COCIDO
Yana Shungo	5.73±1.13 ^c	15.03±2.64 ^a
Puca Shungo	5.53±1.66 ^c	10.50±1.30 ^b
Leona Negra	6.16±1.78 ^c	13.61±2.40 ^a
Uvilla	2.34±0.11 ^d	5.80±0.48 ^c
Tushpa	6.49±0.47 ^c	13.30±2.13 ^a
Tukey = 0.49		

Letras distintas indican diferencia significativa entre variedades y entre estados

variedades como entre estados. Existen diversos factores que inciden en la capacidad antioxidante de los tubérculos, por ejemplo es destacable el hecho de que los polifenoles le confieren a los tubérculos colores acentuados con diferentes matices. [33] Se evidenció una mayor capacidad antioxidante en la variedad Tushpa la cual presenta un color en la gama del rojo al morado, a diferencia de la variedad Uvilla que posee una pulpa amarilla; en este sentido, se puede señalar que los genotipos morados de mashua presentan actividad antioxidante diez veces mayor que los genotipos amarillos. [34]

La degradación térmica de antocianinas y carotenos puede resultar en la formación de compuestos derivados que también presentan actividades antioxidantes. [35] El incremento de la capacidad antioxidante obtenida en las papas nativas luego de la cocción podría relacionarse, como proponen varios autores, con varios factores como la ruptura de la membrana celular produciendo la liberación de compuestos con actividad antioxidante, [36] tiempo y forma de cocción. [11, 37 y 38] A diferencia de los resultados obtenidos en este estudio, se ha reportado que el hervor de tubérculos en un tiempo mayor a 30 minutos provoca la disminución del contenido de compuestos antioxidantes. [38] Por otro lado, sería importante realizar estudios sobre la composición química en relación a la clasificación botánica y genes involucrados en la síntesis de compuestos que aportan a la capacidad antioxidantes de tubérculos andinos. [39]

IV. CONCLUSIONES

Las papas nativas son productos con alto valor nutricional, las variedades Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra superan en el contenido mineral, proteína y carbohidratos a las variedades Uvilla y Tushpa, diferencia que podría estar relacionada con la calidad de suelo, prácticas de cultivo y condiciones agroecológicas propias de la naturaleza del cultivo. En general, el proceso de cocción produjo disminución del contenido de cenizas, grasa, carbohidratos; el contenido de proteína en las variedades Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra fue mayor luego de la cocción, mientras que el contenido de fibra se incrementó en todas las variedades una vez aplicado el tratamiento térmico. La pérdida de humedad producido por el calentamiento aumenta la materia seca produciendo la concentración de los nutrientes en general, es así también que las papas nativas cocidas presentan mayor capacidad antioxidante que en estado fresco, que podría relacionarse con el hecho de que el tratamiento térmico podría producir la liberación de compuestos antioxidantes de tipo enzimático y no

enzimático que no fueron cuantificados en la presente investigación, siendo necesario el desarrollo de posteriores trabajos con el fin de elucidar el efecto de la matriz del tubérculo sobre el contenido de antioxidantes durante el proceso de cocción.

Agradecimientos

Universidad Tecnológica Equinoccial. Investigación y Transferencia de Tecnología-ITT. Proyecto V.UIO.ALM.11: "Composición química y capacidad antioxidante de tubérculos andinos (oca, mashua, camote y papas nativas)".

Referencias

- [1] Maza, B. y Aguirre, Z. (2002). *Diversidad de tubérculos andinos en el Ecuador*. Recuperado el 25 de mayo del 2013 de: www.joethejuggler.com/Funbotanica/10tubers.html
- [2] Barrera, V.; Espinosa, P.; Valverde, F. y Tapia, C. (2003). *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador Vol. Volumen 4 de (Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos: Una Década de Investigación para el Desarrollo (1993-2003). Capítulo I Caracterización de las raíces y tubérculos andinos en la eco región andina del Ecuador*. Recuperado el 25 de mayo del 2013 www.phasingoutsdeecuador.info/biblioteca/R0004_completo.pdf#page=102
- [3] INIAP. (2010). *Experiencias con las papas nativas en el Ecuador*. I Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de Papas Nativas. Marzo 2010. Quito-Ecuador
- [4] Cuisine Estándar, Soluciones Gastronómicas. (2011). *Papas Nativas del Ecuador*. Recuperado el 25 de Junio de 2014, de <http://cuisinestandard.com/archives/2226>
- [5] Monteros, C.; Yumisaca, F.; Tello, C.; Reinoso, I.; Garófalo, J.; Carrera, E. y Cuesta, X. (2011). *Ficha Técnica de la Variedad de Papa*. INIAP-Yana Shungo.
- [6] Monteros, C. y Reinoso, I. (2011). *Informe final del proyecto FTG 353/05. Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de Papas Nativas*. (pp. 40). Quito, Ecuador: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), INIAP-Ecuador.
- [7] Coultate, T. (1984). *Alimentos, química de sus componentes: Pigmentos E. Acribia* (Ed.). Zaragoza- España
- [8] Pineda, D.; Salucci, M.; Lázano, R.; Maiani, G. y Luzzi, A. (1999). *Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos*. Rev Cubana Aliment Nutr 1999; 13(2): 104-111
- [9] Encina, C.; Bernal, A. y Rojas, D. (2013). *Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica*. Ingeniería Industrial, núm. 31, enero-diciembre, 2013, pp. 197-219
- [10] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 777. Carne y productos cárnicos. Determinación de la pérdida por calentamiento.
- [11] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 786. Carne y productos cárnicos. Determinación de ceniza.
- [12] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 781. Carne y productos cárnicos. Determinación del nitrógeno.
- [13] AOAC 9260.39 Asscitation of oficial analytical chemists. Inc. Washington, D.C. E.U.A. 15th Edition (1990)
- [14] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0522. Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.
- [15] Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M. y Rice-Evans, C. (1999). *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay*. Free Radical Biology and Medicine, 26(9-10), 1231-1237. Recuperado el 25 de mayo del 2013 de: [http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- [16] Zaccari, F.; Galieta, G.; Soto, B. y Las, R. (2012). *Color y contenido de B - carotenos en boniatos, crudos y cocidos, durante su almacenamiento en Uruguay*. Agrociencia Uruguay, 16.
- [17] Rodríguez, C.; Zambrano, L.; Alvarado, J. y Martínez, C. (2010). *Estudio del proceso de elaboración de guayabas (Psidium guajava) deshidratadas osmóticamente*. Artículo Técnico. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- [18] Pérez, A.; Villaseñor, C.; Crisanto, V. y Corrales, J. (2009). *Propiedades mecánicas y maduración de frutos de mango (Mangifera indica) bajo compresión axial*. Universidad Autónoma Chapingo. Portal Chapingo. Volumen 1. No. 1 p. 19-23
- [19] Metzler, A.; Tovar, J. y Fernández, M. (2004). *Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica*. 54.
- [20] Espín, S.; Villacrés, E. y Brito, B. (2004). *Caracterización físico química, Nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos*. Recuperado 25 de junio del 2013 de http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/R0004_completo.pdf#page=102
- [21] Morillas, J. y Delgado, J. (2012). *Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales*. Recuperado el 08 de Julio de 2014 de, http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_2012_32_2/ANALISIS-NUTRICIONAL.pdf

- [22] Fuenzalida, N. (2008). *Determinación de la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante en papa nativas pigmentadas*. Trabajo de Titulación. Universidad Austral de Chile.
- [23] Quilca, N. (2007). *Caracterización física, morfológica, organoléptica, química y funcional de papas nativas para orientar sus usos futuros*. Trabajo de Titulación. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.
- [24] Pertuz, S. (2012). *La papa (Solanum tuberosum) Composición química y valor nutricional del tubérculo*. Trabajo de titulación. Universidad Nacional de Colombia.
- [25] Suárez, P.; Rodríguez, E. y Romero, C. (2004). *Cambios en el valor nutritivo de patatas durante distintos tratamientos culinarios*. Recuperado el 07 de agosto de 2014 de: <http://www.redalyc.org/pdf/724/72440405.pdf>
- [26] Pinchao, M. (2010). *Métodos de cocción en seco de la papa como alternativa para conservar su valor nutritivo*. Trabajo de Titulación. Universidad Técnica del Norte. Ecuador
- [27] Angulo, D. y Montenegro, E. (2007). *Estudio técnico económico en la elaboración de papa precocida congelada, puré y tortillas de papa a partir de tres variedades de papas nativas ecuatorianas*. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.
- [28] Villacrés, E. y Quilca, N. (2008). *Valoración nutricional y funcional de 25 cultivares de papas nativas*.
- [29] Gonzáles, G. (2000). *Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas*. Scielo, 50.
- [30] European Food Information Council. (2010). *Las virtudes de las papas*. Recuperado el 20 de Abril de 2014 de: www.eufic.org/article/es/nutricion/fibra/artid/Virtudes-papas/
- [31] Paucar, S. (2014). *Composición Química y Capacidad Antioxidante de dos variedades de mashua (Tropaeolum tuberosum): Amarilla Chaucha y Zapallo*. Trabajo de titulación. Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador
- [32] Zambrano, L. (2013). *Comparación de la capacidad antioxidante de 10 cultivos ancestrales andinos con sus respectivos concentrados de fibra dietética total para uso como aditivo funcional en la Industria de Alimentos*. Recuperado el 28 de Abril de 2014, de: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/6501/AL%20522.pdf?sequence=1> Trabajo de Grado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador
- [33] Araya, H.; Clavijo, C. y Herrera, C. (2006). *Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivadas en Chile*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 56.
- [34] Chirinos, R; Campos, D; Arbizu, C; Rogez, H; Rees, J; Noratto, G; Cisneros, L. (2007). *Effect of genotype, maturity stage and postharvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity, of Andean mashua tubers (Tropaeolum tuberosum)*. *Science of Food and Agriculture*. Vo. 87 Issue 13
- [35] Yamaguchi, T. y Mizobuchi, T. (2001). *Radical scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity*. *Food Sci Technol Res*, 250-257.
- [36] Claudio, R. y Nájera, J. (2012). *Evaluación de la actividad antioxidante del mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) sometido a proceso térmico*. Trabajo de titulación. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
- [36] Van Jaarsveld, P.; De Wet Marais, E. y Nestel, P; Rodríguez-Amaya, D. (2006). *Retention of β -carotene in boiled, mashed orange-fleshed sweet potato*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16: 321 - 329.
- [37] Melendez-Martinez, A.; Vicário, I. y Heredia, F. (2004). *Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54(2): 209 - 215.
- [38] Kosambo, L.; Carey, E.; Misra, A.; Wilkes, J. y Hagenimana, V. (1998). *Influence of age, farming site and boiling on Pro-Vitamin A content in sweet potato (Ipomoea batatas Lam.)*. *Journal of Food composition and analysis*, 11: 305 - 321.
- [39] Tejada, L., Alvarado, J. A., Dębiec, M., Peñarrieta, J. M., Cárdenas, O., Alvarez, M. T., Bergenstahl, B. (2014). *Relating genes in the biosynthesis of the polyphenol composition of Andean colored potato collection*. *Food Science & Nutrition*, 2(1), 46–57.