

POLIFENOLES, MICRONUTRIENTES MINERALES Y POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS

Silvia Suárez^{1*}, Neptalí Ale², Juan Trabucco³, Oswaldo Sanabria³

RESUMEN

El estudio se realizó en cinco muestras de papas nativas procedentes de la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, correspondiente a la cosecha 2012. Se midió la capacidad antioxidante, se cuantificó polifenoles y el contenido de micronutrientes minerales Cu, Fe, Zn, Se y Mn. Se preparó extractos hidroalcohólicos; se determinó la densidad del extracto así como la materia extraíble. La capacidad antioxidante se determinó mediante la captación de los radicales DPPH y ABTS^{•+}. Los minerales se determinaron por absorción atómica. La capacidad antioxidante expresado como TEAC-ABTS estuvo en el rango de 18,5 a 35,6 mmol/100g sólidos solubles; y en el TEAC-DPPH el rango fue de 1,28 y 2,34 mmol/100g sólidos solubles; ambos mostraron una correlación positiva ($r = 0,91$). El contenido de polifenoles estuvo en el rango de 23,99 a 49,52 mg EAG/g ss; igualmente mostró correlación positiva con TEAC-ABTS ($r = 0,971$). En todos ellos la muestra 13 SJ-JP fue el que exhibió los mejores resultados. El contenido de hierro y cobre fue mayor en la muestra 28 SJ-JP, la muestra 13 SJ-JP tuvo el mayor contenido en manganeso y selenio; y la muestra WR exhibió la mayor composición en zinc seguido de la muestra 13 SJ-JP. Las cinco muestras de papas nativas contienen polifenoles y micronutrientes minerales que explican la actividad antioxidante.

Palabras clave: Polifenoles, micronutrientes, antioxidantes, papa nativa

POLYPHENOLS, MICRONUTRIENTS MINERALS AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF NATIVE POTATOES

ABSTRACT

The study was conducted on five samples of native potatoes from the province of Andahuaylas, department of Apurimac, for the 2012 crop. It was measured the antioxidant capacity, the content of polyphenols and mineral micronutrients Cu, Fe, Zn, Se and Mn. The antioxidant capacity was determined by the uptake of DPPH and ABTS^{•+} radicals. Minerals were determined by atomic absorption. The antioxidant capacity expressed as TEAC-ABTS ranged from 18.5 to 35.6 mmol/100 g of soluble solids, and the range of TEAC-DPPH was from 1.28 to 2.34 mmol/100 g soluble solids, both showed a positive correlation ($r = 0.91$). Polyphenol content ranged from 23.99 to 49.52 mg EAG/g ss, likewise showed positive correlation with TEAC-ABTS ($r = 0.971$). In all these essays, the sample 13 SJ-JP was the one that showed the best results. The iron and copper content was higher in the sample 28 SJ-JP, the sample 13 SJ-JP had the highest content of manganese and selenium, and the WR sample

¹ C.I. de Bioquímica y Nutrición – Facultad de Medicina – UNMSM

² Facultad de Química e Ingeniería Química – UNMSM

³ Unidad de Post Grado – Facultad de Medicina – UNMSM

* ssuarez@unmsm.edu.pe

exhibited the largest zinc composition followed of the sample 13 SJ -JP. The five samples of native potatoes contain polyphenols and mineral micronutrients that explain the antioxidant activity.

Keywords: Polyphenols, micronutrients, antioxidants, native potato.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de papas nativas en el Perú en zonas de pobreza y extrema pobreza y el auge de su producción, consumo y divulgación constituyen una oportunidad para mejorar la vida del campesino de estas zonas altoandinas. La necesidad de generar conocimientos científicos es impostergable e importante para contribuir a este desarrollo socioeconómico.

Los estudios científicos sobre papas nativas han identificado sus características morfológica y genética^{1,2,3}. En general, las papas no han sido consideradas como alimentos ricos en antioxidantes ni micronutrientes, pero algunas variedades contienen polifenoles, flavonoides, antocianinas y ácido ascórbico, metabolitos secundarios con actividad antioxidante⁴ así como micronutrientes minerales que es importante determinar.

Trabajos iniciales se han realizado en países como Estados Unidos de Norteamérica, Japón y otros^{5,6}; sin embargo en estos países no se tiene la variedad de papas nativas que en nuestro suelo se produce. A nivel nacional no se dispone de mayores estudios sobre todos estos aspectos, por lo que hay un problema urgente que resolver con respecto a la generación de conocimientos, lo que podría sustentar su calificación de alimento funcional.

El presente estudio reporta la capacidad de captación de radicales libres, polifenoles y metales que forman parte de los componentes de los sistemas de defensa antioxidante en todo sistema aeróbico en cinco muestras de papas nativas obtenidas a través del Centro Internacional de la Papa.

PARTE EXPERIMENTAL

Origen de las papas

Variedades de papas seleccionadas del departamento de Apurímac (tabla 1).

Tabla 1. Nombre y clave de las cinco variedades de papa

Procedencia	Clave	Nombre
Localidad: Champaccocha, Distrito: San Jerónimo, Provincia: Andahuaylas	6JP	puca sonco huayro
	13JP	yahuar sonco
	28JP	puca simi
	34JP	occe wagrillo
Localidad: Tintay Distrito: Kishuara, Provincia: Andahuaylas	WR	wencos

Los reactivos fueron de la casa Sigma-Aldrich Co y de la casa Merck.

Preparación de la muestra: las muestras fueron lavadas con agua de caño y con agua destilada. Se secaron con papel toalla y se procedió a la preparación del extracto empleando un extractor marca Imaco. Un volumen de 16 mL del extracto fue recogido en 4 mL de etanol absoluto, lo que se dejó por 24 horas antes de la centrifugación a 10000 rpm por 15 minutos en una centrífuga refrigerada (4 °C) de rotor fijo SS34, marca Sorvall RC2-B. Se obtiene el sobrenadante para realizar los ensayos. Para obtener la densidad se pesa un mililitro del sobrenadante por triplicado, en una balanza analítica marca Sartorius, sensibilidad 0,1 mg.

Determinación de sólidos solubles: En la misma balanza analítica se colocó 1,0 mL del sobrenadante en un recipiente tarado, se midió el peso total; se colocó en una estufa a 37°C, hasta peso constante. Se obtuvo la masa extraíble de dividir masa de la muestra seca entre masa del volumen colocado del extracto. Se realizó por triplicado.

Evaluación de capacidad antioxidante: Se empleó dos técnicas.

Capacidad antioxidante total frente al radical difenil picril hidrazilo (DPPH): Se preparó diluciones de cada muestra de manera que produjera un porcentaje de captación del radical libre DPPH entre 50 y 80%. Las lecturas se realizaron a 517 nm después de 30 minutos a temperatura ambiente alejada de la luz.⁷ Se empleó como referencia el antioxidante sintético TROLOX. Los resultados se expresan en Capacidad Antioxidante Equivalente al Trolox (TEAC-DPPH).

Capacidad antioxidante total frente al radical catión 2,2-azinobis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) diamonio (ABTS⁺): Se preparó diluciones de cada muestra de manera que produjera un porcentaje de captación del radical ABTS⁺ entre 50 y 80%. La reacción procedió por siete minutos a temperatura ambiente en oscuridad. Se empleó como referencia el antioxidante sintético TROLOX. Las lecturas se realizaron a 734 nm.⁸ Los resultados se expresan como TEAC-ABTS.

Cuantificación de polifenoles totales.

Se realizó mediante el método de Singleton y Rossi usando el reactivo de Folin- Ciocalteau, empleando el ácido gálico como estándar.

Cada tubo se preparó con 400 µL de ácido gálico o extracto y 1,6 mL de carbonato de sodio que se añade a 2,0 mL del reactivo Folin-Ciocalteau diluido 10 veces con agua bidestilada. Se dejó en reposo a temperatura ambiente durante una hora.

La lectura se hizo a 765 nm. Todas las lecturas se realizaron por duplicado en tres determinaciones independientes. Los resultados se expresan en equivalente de ácido gálico en mg/mL de extracto; (EAG/mL).⁹

Análisis de metales asociados a defensa antioxidante: Cu, Mn, Zn, Fe, Se.

La preparación de las muestras para absorción atómica se realizó con los siguientes reactivos: HNO₃, HClO₄ y H₂O (desionizada).

En un vaso de precipitado se colocó 0,2 g de muestra; luego se añadió 5 mL HNO₃ con 5 mL de H₂O (para la eliminación de la materia orgánica); se calentó en una plancha hasta sequedad, después se agregó 2 mL de HClO₄ (para asegurar que se eliminen los componentes orgánicos). Se dejó enfriar y se filtró.

El filtrado se llevó a una fiola de 50 mL; se añadió 2 mL de HNO₃ al 2 %, se enrasó con agua destilada. La muestra preparada fue leída en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica SHIMADZU AA-6800. Los resultados se reportan en mg/kg.

La evaluación de resultados se realizó empleando medidas de tendencia central y parámetros de estadística inferencial, mediante el software SPSS 20.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras 6SJ-JP y WR exhibieron la mayor cantidad de sólidos solubles. La muestra 34SJ-JP tuvo la mayor densidad; sin embargo, la masa extraíble fue baja.

Las cinco variedades de papas nativas analizadas exhibieron actividad antioxidante en los modelos químicos ensayados; lo que se interpreta que todas tienen diferentes mecanismos de acción para la disipación de los radicales libres.

Tabla 2. Densidad, sólidos solubles (masa extraíble) y parámetros antioxidantes de las cinco muestras de papas nativas del departamento de Apurímac.

	Densidad	Masa Extraíble*	TEAC-ABTS	TEAC-DPPH	Polifenoles
	g/mL	mg/mL	mmol/100g ss	mmol/100g ss	mg EAG/g ss
6 SJ-JP	0,952	44,0	28,9 ± 1,73	1,31 ± 0,07	40,60 ± 2,03
13 SJ-JP	0,902	24,4	35,6 ± 1,78	2,34 ± 0,14	49,52 ± 2,48
28 SJ-JP	0,844	20,6	21,5 ± 0,86	1,40 ± 0,07	32,64 ± 1,63
34SJ-JP	0,984	26,4	25,7 ± 1,54	2,14 ± 0,09	39,63 ± 2,18
WR	0,920	34,4	18,5 ± 0,92	1,28 ± 0,06	23,99 ± 1,27

*Expresada como sólidos solubles (ss).

La muestra 13SJ-JP reveló mejor capacidad antioxidante total mediante las dos técnicas de captación de radicales libres, y en composición de polifenoles totales (tabla 2). Ambas técnicas con radicales libres tienen diferente principio químico, en el caso del DPPH es un especie química radical que se reduce frente a la muestra de ensayo y el ABTS⁺ es un radical libre generado que reacciona por transferencia de electrones con la muestra de ensayo.

Los parámetros de capacidad antioxidante, determinados como captación de los radicales DPPH y ABTS de las cinco muestras ensayadas presentaron una correlación significativa, siendo técnicas con diferentes principios de reacción, puede interpretarse que los metabolitos secundarios tienen actividad reductora (tabla 3). Estas características pueden considerarse favorables para las diversas potenciales aplicaciones en estudios *in vitro* e *in vivo*.

Tabla 3. Correlación de Pearson de los parámetros de capacidad antioxidante total TEAC-ABTS, TEAC-DPPH y polifenoles

		ABTS	DPPH	POLIFENOLES
ABTS	Correlación de Pearson	1	0,910*	0,894*
	Sig. (bilateral)		0,032	0,041
	N	5	5	5
DPPH	Correlación de Pearson	0,910*	1	0,679
	Sig. (bilateral)	0,032		0,208
	N	5	5	5
POLIFENOLES	Correlación de Pearson	0,894*	0,679	1
	Sig. (bilateral)	0,041	0,208	
	N	5	5	5

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Para expresar los resultados en TEAC se tuvo los siguientes datos de las curvas de calibración para el estándar Trolox:

Curva de Trolox para el ensayo de DPPH; $y = 10,252x$; $R^2 = 0,9988$.

Curva de Trolox para el ensayo de ABTS; $y = 4,072x$; $R^2 = 0,9992$.

Para la curva del ácido gálico como estándar en el ensayo de fenoles totales se tuvo un $y = 0,1954x - 0,0023$; $R^2 = 0,9998$.

El contenido de los polifenoles es mayor en la muestra 13 SJ-JP (tabla 2); coincidentemente es el que expresó mayor actividad antioxidante por las dos técnicas; luego puede atribuirse a este grupo de metabolitos la mayor captación de radicales libres. Los polifenoles constituyen un grupo variado de metabolitos secundarios con actividad antioxidante por sus propiedades redox, pudiendo actuar como agentes reductores, donadores de electrones y potencialmente como secuestrantes de metales¹⁰; abarcan una variedad de estructuras químicas con diversos mecanismos de captación de las Especies Reactivas del Oxígeno (EROs) que explican parcialmente esta capacidad antioxidante. El análisis de correlación entre ABTS y polifenoles de las muestras de papas nativas expresan una significancia positiva (tabla 3) que permiten proponer que son estos metabolitos secundarios los principales responsables de la actividad captadora de radicales libres.

Es interesante notar también que la muestra 13 SJ-JP presenta resultados bajos en sólidos solubles (24,4 mg/mL), casi la mitad de la muestra 6 SJ-JP (44 mg/mL), reforzando que la capacidad antioxidante se debe a los polifenoles presentes de manera importante en los sólidos solubles.

El contenido de los polifenoles en las otras cuatro muestras también es importante y comparable a otros productos vegetales reconocidos por su contenido de polifenoles¹¹.

La figura 1 muestra los resultados de los micronutrientes minerales, resaltando el contenido de hierro y de cobre, elementos que participan como cofactores de enzimas antioxidantes. Las diversas variedades exhiben diferentes contenidos de cada mineral, en ningún caso hay ausencia de algunos de ellos.

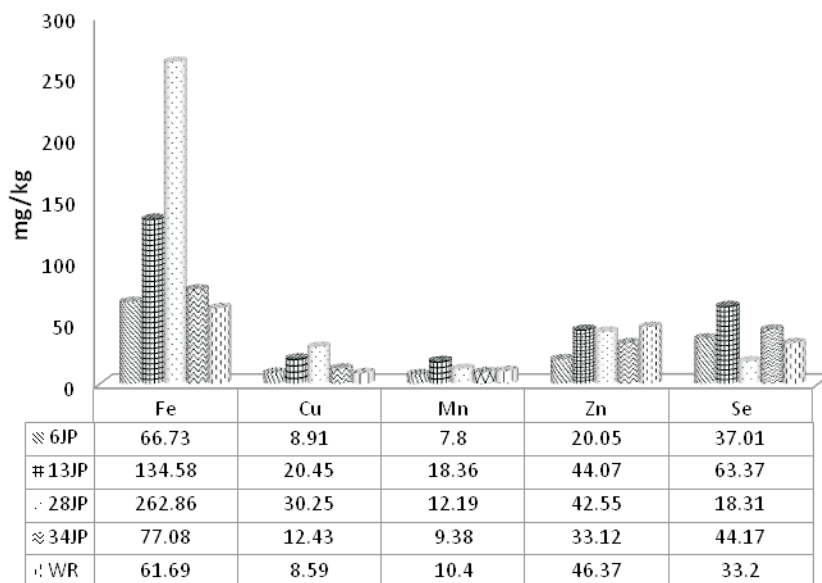


Figura 1.- Micronutrientes minerales determinados por absorción atómica.

Sobre los micronutrientes inorgánicos, las muestras 13 JP y 28JP exhibieron los mayores contenidos de hierro, cobre, zinc, minerales orgánicos cofactores de enzimas como la catalasa y superóxido dismutasa enzimas que tienen como sustratos a EROs.

Jiménez et al (2012)¹² reportaron contenido de hierro y zinc en variedades de frijol que van de 43,6 – 83,1 ppm y 31,6 – 56,5 ppm, respectivamente. Maldonado y Sammán (2000)¹³ reportaron para el poroto pallares: Zn 60,8 ppm, Fe 760,3 ppm, Cu 24,2 ppm; en el maíz amarillo: zinc 31,6 ppm; en el maíz blanco 8 rayas: Fe 114,8 ppm y en el maíz amarillo pisingallo: Cu 12,1 ppm.

En el caso del selenio, el mayor contenido lo presentan las muestras 13 SJ-JP y 34 SJ-JP, este mineral de importancia fundamental para la biología humana como cofactor en las enzimas glutatión peroxidasa y tioredoxina reductasa. Su deficiencia constituye factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades virales; así como a patologías psiquiátricas como la depresión, la ansiedad y la hostilidad, entre otras.

Comparativamente a cereales y legumbres, las cinco variedades de papas nativas muestran contenidos de minerales que permiten ser considerados una alternativa de fuente de micronutrientes relacionados a defensa antioxidante.

CONCLUSIONES

Los metabolitos secundarios, especialmente los polifenoles, y el contenido de minerales pueden justificar el potencial antioxidante de las variedades de papas nativas estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por el apoyo parcial recibido en el año 2012. Igualmente nuestro agradecimiento al Ing. Miguel Ordinola del Centro Internacional de la Papa y al Ing. Oscar Delgado de CAPAC Perú, por las facilidades para la obtención de las muestras.

REFERENCIAS

1. Clausen A.M., Ispizúa V.N., Velásquez, B. y Andrade, A.M. Variabilidad morfológica en variedades andinas de papa del noroeste argentino. En: Libro de Resúmenes: V Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay; 2005. p 90.
2. Atencio, M., Clausen, A.M., Ispizúa, V.N. y Feingold, S. Variabilidad morfológica y genética en la variedad collareja (*Solanum tuberosum* ssp. andígena). En: Memorias: XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa. Mar del Plata, Argentina; 2008. p143.
3. Bonierbale M, Amoros W, Espinoza J, Mihovilovich E, Roca W y Gómez R. Recursos Genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro. *Revista Latinoamericana de la papa*. 2004; Suppl 1; S3-13.
4. Zi-Feng Zhang, Shao-Hua Fan, Yuan-Lin Zheng, Jun Lu, Dong-Mei Wua, Qun Shan, Bin Hu. Purple sweet potato color attenuates oxidative stress and inflammatory response induced by D-galactose in mouse liver. *Food Chem Toxicol* 2009; 47: 496–501.
5. Wanasundara, PKJPD, Shahidi, F. Antioxidants: Science, Technology, and Applications. In Fereidoon Shahidi, editor. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2005; p 431-489.
6. Doyon, M, Labrecque, JA. Functional foods: a conceptual definition. *Br Food J*. 2008; 110(11): 1133-1149. Disponible en: www.emeraldinsight.com/0007-070X.htm.
7. Yen G-Ch and Chen H-Y. Antioxidant Activity of Various Tea Extracts in Relation to their Antimutagenicity. *J. Agric Food Chem*. 1995; 43: 27- 32.
8. Rice-Evans, C. A.; Miller, N. J.; Paganga, G. Structure – antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med*. 1996; 20: 933-956.
9. Singleton VL and Rossi JA Jr. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic*. 1965; 16(3): 144-158.
10. Parr A, Bowell G. P. Phenols in plant and in man: the potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *J Sci Food Agric*. 2000; 80: 98-102.
11. Bunea A, Rugină DO, Pinteă AM, Sconța Z, Bunea CI, Socăciu C. Comparative Polyphenolic Content and Antioxidant Activities of Some Wild and Cultivated Blueberries from Romania. *Not Bot Horti Agrobo*, 2011, 39(2):70-76. Disponible en: www.notulaeobotanicae.ro
12. Jiménez-Hernández, Y., Acosta-Gallegos, J. A., Sánchez-García, B. M., & Martínez Gamiño, M. Á. Características agronómicas y contenido de Fe y Zn en el grano de frijol tipo Rosa de Castilla (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Mex. Cienc. Agríc*. 2012; 3(2): 311-325.
13. Maldonado, S., & Sammán, N. Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino. *Arch Latinoam Nutr*. 2000; 50(2): 195-199.