

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE CUATRO VARIEDADES DE TUBÉRCULOS DE *SOLANUM TUBEROSUM* L. "PAPA" (CRUDA Y COCIDA, CON Y SIN CÁSCARA) FRENTE AL 2, 2-DIFENIL-1-PICRILHIDRAZIL

Antioxidant capacity *in vitro* of four varieties of *Solanum tuberosum* L. "papa" (raw and cooked, with and without skin) versus 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

Marilú Soto Vásquez¹, Jennifer Ruesta Trujillo², Rossy Merejildo Baca²
Recibido 18 de mayo 2014, Aceptado 25 de Junio 2014.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad antioxidante *in vitro* de cuatro variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. "papa" (cruda y cocida, con y sin cáscara) frente al 2, 2-difenil-1-picrilhidrazil. Las cuatro variedades de tubérculos amarilla, huevo de indio, canchan serrana y aceituna fueron obtenidas del mercado "La Hermelinda" del distrito de Florencia de Mora, Trujillo. De estas muestras, se prepararon extractos acuosos liofilizados a las concentraciones de 7,5mg/mL, 15mg/mL, 30mg/mL y 60 mg/mL respectivamente. Para determinar la capacidad antioxidante de los extractos se utilizaron las técnicas de decoloración del radical libre 2,2-difenil-2-picrilhidrazil. También se determinaron los metabolitos secundarios mediante la marcha fitoquímica de Miranda y Cuéllar, y se realizó la determinación cualitativa de la vitamina C por el método 2,6 Diclorofenol Indofenol. Los resultados mostraron polifenoles, flavonoides, antocianidinas, alcaloides, taninos y vitamina "C" en las cuatro variedades de tubérculos. Todas las variedades de papa (cruda y cocida, con y sin cáscara) a diferentes concentraciones (7,5mg/mL, 15mg/mL, 30mg/mL y 60 mg/mL) lograron inhibir la formación de radicales libres, siendo los porcentajes de inhibición directamente proporcionales a las concentraciones evaluadas, hallándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). De todas las variedades de papa analizadas, la variedad aceituna cruda y con cáscara fue la que presentó la mayor capacidad antioxidante a una concentración de 60 mg/mL, con un porcentaje de inhibición de 74,72% y un coeficiente de inhibición al 50% de 1,70%, constituyéndose como una buena fuente de alimento con potencial antioxidante.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, DPPH, *Solanum tuberosum* L.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the *in vitro* antioxidant capacity of four varieties of *Solanum tuberosum* L. "papa" (raw and cooked, with and without skin) versus 2, 2 - diphenyl -1- picrylhydrazyl . The four varieties of tubers yellow, Indian egg, serrana canchan and olive potatoe were obtained from "The Hermelinda" market, in Florencia de Mora, Trujillo. From these samples it was prepared freeze-dried aqueous extracts at concentrations of 7.5mg/mL, 15mg/mL, 30mg/mL and 60 mg/mL respectively. To determine the antioxidant capacity of the extracts, the DPPH method was used. Secondary metabolites determination was made by Miranda and Cuellar method, and the qualitative determination of vitamin C was made by Indophenol 2,6 Dichlorophenol method. The results showed polyphenols, flavonoids, anthocyanidins, alkaloids, tannins and vitamin "C" in the four varieties of tubers. All varieties

¹ Docente y ² Estudiante de la Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo-Perú.

*Autor para correspondencia: msoto@unitru.edu.pe

of potatoes (raw and cooked, with and without skin) at different concentrations (7.5mg/mL, 15mg/mL, 30mg/mL y 60 mg/mL) inhibited the formation of free radicals. Inhibition percentages were directly proportional to the concentrations evaluated. It was found statistically significant differences ($p < 0.05$). Olive potatoe variety, raw and with skin was the one with the highest antioxidant capacity at a concentration of 60 mg/mL, with a percentage of inhibition of 74.72% and a coefficient of inhibition to 50% of 1.70 %, constituting as a good source of food with antioxidant potential.

Key words: antioxidant capacity, DPPH, *Solanum tuberosum* L.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los compuestos antioxidantes, presentes en forma natural en los alimentos, están cobrando cada día mayor importancia. Esto debido al papel que desempeñan en la salud humana, previniendo y eliminando sustancias potencialmente nocivas y generadoras de desórdenes y enfermedades en el ser humano. Estas propiedades de protección que las frutas y los vegetales brindan contra las enfermedades degenerativas como cáncer, enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y sus propiedades antimutagénicas y antienvjecimiento, son atribuidas al alto contenido de antioxidantes¹.

Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidativa de los radicales libres mediante la liberación de electrones en la sangre, produciéndose problemas para la salud cuando el organismo tiene que soportar un exceso de radicales libres durante años, producidos en su mayoría por contaminantes externos, que provienen en gran parte de la contaminación atmosférica y el humo de cigarrillos. Así mismo, el consumo de aceites vegetales hidrogenados tales como la margarina y el consumo de ácidos grasos trans como los de las grasas de la carne contribuyen también al aumento de los radicales libres^{2,3}.

La incapacidad del cuerpo humano para neutralizar la acción de los radicales libres, a los que está expuesto a diario,

genera en el hombre, la necesidad de consumir alimentos con propiedades antioxidantes con el afán de neutralizar el estrés oxidativo, contribuyendo así a la mejora de la salud⁴.

Existen una gran variedad de alimentos que presentan propiedades antioxidantes, y cuyo consumo está asociado a bajo riesgo de incidencias y mortalidad de cáncer; así como a menores índices de mortalidad de enfermedades coronarias. Esto se debe a la presencia de la vitamina C y E, los carotenoides, y otros compuestos como flavonoides y antocianinas que muestran gran capacidad de captación de radicales libres⁵.

Entre estos alimentos podemos encontrar, la papa (*Solanum tuberosum* L.), que es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de América del Sur y cultivada en todo el mundo por sus apreciables propiedades nutricionales, siendo uno de los cuatro cultivos de importancia mundial, junto con el trigo, maíz y arroz, alcanzando una producción mundial de más de 323 millones de toneladas, de las cuales más de 2000 variedades son cultivadas en el Perú⁶.

La papa es ampliamente reconocida como una buena fuente de proteínas, carbohidratos, vitamina C, vitamina B6, vitamina B3, y ciertos minerales tales como potasio, fósforo y magnesio⁷, 150 g de este tubérculo contiene un 45% de la dieta diaria recomendada de vitamina C,

10% vitamina B6, 8% niacina, 6% de folatos, así como cantidades significativas de minerales esenciales para la salud humana y antioxidantes⁸. Según diversos estudios, la mayor parte de la capacidad antioxidante de productos de origen vegetal, entre los que se incluye a la papa, está dada por sus contenidos en vitamina E, C, carotenos, así como de diferentes polifenoles⁹.

En nuestro país, se evaluó la actividad antioxidante de la papa tomasa⁶, además de las variedades blanca, amarilla y rosada¹⁰, encontrándose que estas variedades poseen actividad de defensa antioxidantes. Así mismo se realizó un estudio de variedades de papa nativa del sur andino peruano, determinándose su potencial antioxidante, debido a la presencia de antocianinas y Polifenoles¹¹.

La presencia en los tubérculos de papa de compuestos fitoquímicos con actividad antioxidante, puede generar un valor agregado a este alimento mundialmente reconocido, aportando elementos beneficiosos para la alimentación humana, conociéndose que existe una relación intrínseca entre la dieta y las enfermedades que pueden aparecer o prevenirse en el cuerpo humano, perfilando a la papa como un alimento polifuncional¹².

Bajo esta perspectiva, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la capacidad antioxidante *in vitro* de cuatro variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. “papa” (cruda y cocida, con y sin cáscara) frente al 2, 2-difenil-1-picrilhidrazil.

MATERIAL Y MÉTODO

Obtención de la muestra

Las variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. (Papa), se adquirieron del mercado “La Hermelinda” del distrito de Florencia de Mora, provenientes de la Sierra Liberteña.

Se trabajaron con las siguientes variedades y cantidades:

- 500 g de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. var Canchan Serrana
- 500 g de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. var. Huevo de Indio

-500 g de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. var. Amarilla

-500 g de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. var. Aceituna

Selección de la muestra

Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo, donde se seleccionaron los tubérculos teniendo en cuenta su estado de maduración y, excluyendo aquellos con brotes, y partes verdes.

Lavado de la muestra

Se lavaron los tubérculos con agua potable a chorro, seguido de una desinfección utilizando hipoclorito de sodio al 2% con 5 minutos de inmersión. Posteriormente se realizó el enjuague de los tubérculos con suficiente agua destilada estéril, para retirar los residuos de hipoclorito y se secó la superficie con papel toalla.

Preparación del extracto acuoso

De cada una de las cuatro variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. se pesaron 25 g de papa cruda y cocida, con y sin cáscara, luego se cortaron en trozos pequeños y se licuó con 100 ml de agua destilada, la cual se filtró al vacío y finalmente se centrifugó (PowerSpin™ MX 8624) a 1200 rpm durante 30 minutos. Luego se separó el sobrenadante y se llevó a liofilizar (Labconco® modelo Freezone 2.5). Los liofilizados fueron almacenados en frascos de color ámbar a 4 °C, hasta el momento de ser analizados¹⁰.

Determinación de la capacidad antioxidante *in vitro*

Fundamento:

El radical libre y estable 2, 2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•), es un indicador para medir la capacidad de secuestro de cualquier compuesto con actividad antioxidante. Su mecanismo de reacción consiste en la sustracción de un átomo de hidrógeno proveniente de un donador (Ej. Compuesto fenólico) para generar el compuesto

difenilpicrilhidrazina y una especie radical (Ej. Radical fenoxil). La reacción de ensayo químico in vitro, desarrolla un cambio de color violeta a amarillo a medida que disminuye la absorbancia a 515 nm. La reducción del DPPH• sigue la siguiente reacción ¹³: $DPPH\bullet + AH \rightarrow DPPH-H + A\bullet$



Procedimiento:

Preparación del reactivo

Se pesaron 3 mg de 2,2 - difenil -1- picrilhidrazil (DPPH•) y se disolvió en etanol de 96°GL. Luego se aforó a 500 ml y se almacenó a 4 °C protegiéndolo de la luz, obteniéndose una concentración de 0.006 mg/ml con una molaridad de $1.5 \times 10^{-5} M$ ¹⁰.

Preparación de la muestra

A partir del liofilizado de las cuatro variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. “papa” (cruda y cocida, con y sin cáscara) se prepararon las concentraciones de 7,5mg/mL, 15mg/mL, 30mg/mL y 60 mg/mL disueltas en agua destilada. Se midieron 1 mL de cada una de las concentraciones y se le adicionaron 5 ml de la disolución 2,2-difenil – 1- picrilhidrazil (DPPH•). Luego se agitó y se dejó en reposo durante 30 minutos en oscuridad y después se procedió a realizar las lecturas por triplicado a una longitud de onda de 515 nm. ¹⁰. **Cálculo del porcentaje de inhibición del 2,2 - difenil -1- picrilhidrazil (DPPH•)**

Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%Inhibición\ DPPH\bullet = \frac{Abs.control - Abs.muestra}{Abs.control} \times 100$$

Dónde:

Abs. control = es la absorbancia del DPPH•

Abs. muestra = es la absorbancia de la muestra luego de 30 minutos.

Cálculo del coeficiente de inhibición al 50% del 2,2 - difenil -1- picrylhidrazil (DPPH•)

El IC50, es la cantidad de muestra que captura radicales de DPPH• en un 50%. Así un menor valor de IC50 indica una mayor capacidad antioxidante, porque requiere menos cantidad de muestra para capturar un 50% de radicales DPPH•. El IC50 se reemplazará en la ecuación que se obtendrá de la curva de concentración vs % inhibición ¹⁴.

Determinación cualitativa de metabolitos secundarios

La comprobación de los diferentes tipos de metabolitos secundarios se realizó por medio de pruebas de coloración y reacciones estandarizadas que indicaron la presencia de compuestos químicos específicos. Se hizo determinación de flavonoides, fenoles, antocianidinas, alcaloides, triterpenos/esteroles, cumarinas, saponinas, cardiotónico ¹⁵.

Determinación cualitativa de vitamina “C” (ácido ascórbico)

La presencia de vitamina “C” se determinó utilizando el reactivo 2,6-diclorofenolindofenol, el cual se consideró positivo la variación del color de azul a rosado ¹⁶.

Análisis estadístico de los datos

Para comparar la capacidad antioxidante de las cuatro variedades de papa (cruda y cocida, con y sin cáscara) se utilizó la prueba de inferencia estadística: análisis de varianza (ANOVA) con un 95% de nivel de confianza ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Tabla 1. Metabolitos secundarios de cuatro variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. “papa” (cruda y cocida, con y sin cáscara)

Metabolitos secundarios	Ensayo	Variedades de <i>Solanum tuberosum</i> L. "papa"															
		Amarilla				Huevo de indio				Canchan serrana				Aceituna			
		Cruda		Cocida		Cruda		Cocida		Cruda		Cocida		Cruda		Cocida	
		c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c
Alcaloides	Dragendorff	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	Mayer	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	Wagner	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Antocianidinas	Antocianidina	-	-	-	-	-	-	-	-	++	+	+	-	+++	+	++	+
Cardenólidos	Kedde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos fenólicos	FeCl ₃	++	+	+	-	++	+	+	-	++	+	+	-	+++	+	++	+
Cumarina	Baljet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoides	Shinoda	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
Quinonas	Borntrager	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saponina	Espuma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taninos	Gelatina	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Triterpenos y esteroides	Lieberman-Burchard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Leyenda: c/c: con cáscara s/c: sin cáscara

Intensidad: + Baja IDENTIFICACION: + Positivo
 ++ Moderada - Negativo
 +++ Alta

Tabla 2. Vitamina C de cuatro variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* L. "papa" (cruda y cocida, con y sin cáscara)

Vitamina	Ensayo	Variedades de <i>Solanum tuberosum</i> L. "papa"															
		Amarilla				Huevo de indio				Canchan serrana				Aceituna			
		Cruda		Cocida		Cruda		Cocida		Cruda		Cocida		Cruda		Cocida	
		c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c
Vitamina C	2,6-diclorofenolindifenol	++	+	+	-	++	+	+	-	++	+	+	-	++	+	+	-

Leyenda: c/c: con cáscara s/c: sin cáscara

Intensidad: + Baja IDENTIFICACION: + Positivo
 ++ Moderada - Negativo

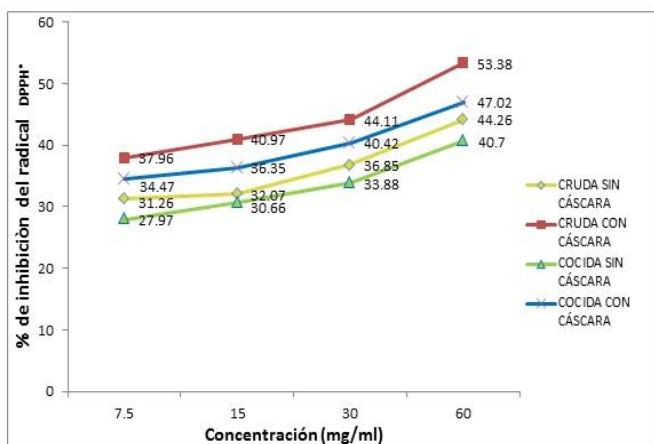


Figura. 1. Porcentaje de inhibición del radical DPPH• por el tubérculo de *Solanum tuberosum* L. var. Amarilla (cruda y cocida, con y sin cáscara)

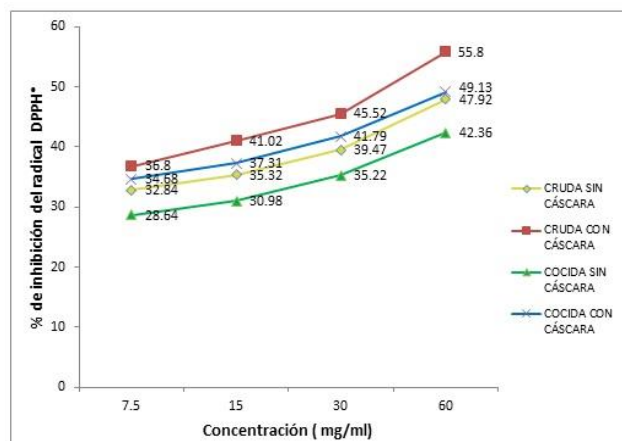


Figura. 2. Porcentaje de inhibición del radical DPPH• por el tubérculo de *Solanum tuberosum* L. var. Huevo de indio (cruda y cocida, con y sin cáscara)

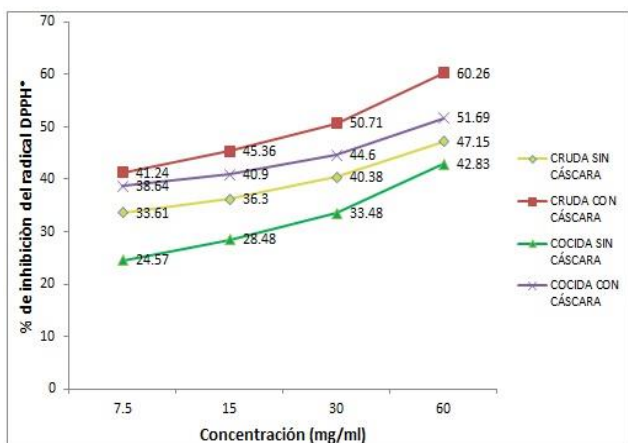


Figura. 3. Porcentaje de inhibición del radical DPPH• por el tubérculo de *Solanum tuberosum* L. var. Canchán serrana (cruda y cocida, con y sin cáscara).

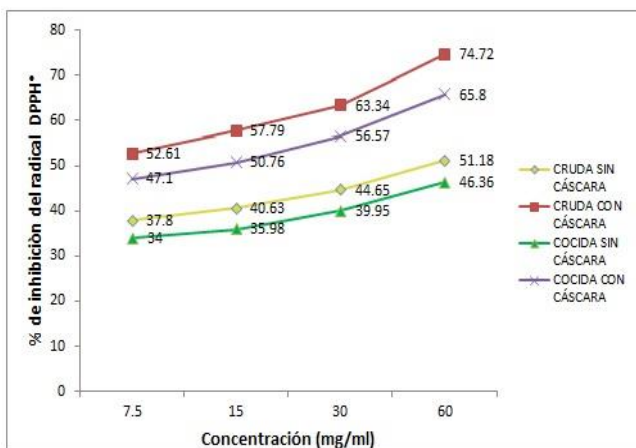


Figura.4. Porcentaje de inhibición del radical DPPH• por el tubérculo de *Solanum tuberosum* L. var. Aceituna (cruda y cocida, con y sin cáscara).

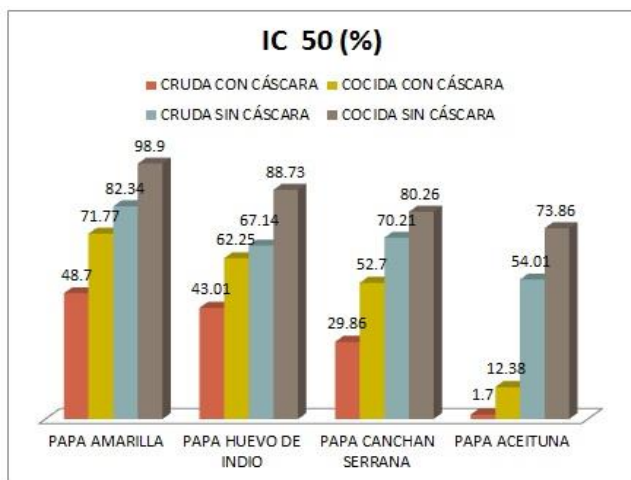


Figura 5: IC 50 de las 4 variedades de tubérculo *Solanum tuberosum* L. “papa” (cruda y cocida, con y sin cáscara).

DISCUSIÓN

En los últimos años, las papas han recibido un substancial interés como valiosas fuentes de antioxidantes, esto debido a que estas contienen una gran variedad de metabolitos secundarios que pueden disminuir el efecto del estrés oxidativo¹⁷. Así, al realizar el tamizaje fitoquímico a las cuatro variedades de papa estudiadas, se evidenció la presencia de compuestos fenólicos y antocianidinas sólo en las variedades Canchan serrana (cruda y cocida con cáscara) y aceituna (cruda y cocida, con y sin cáscara) y flavonoides en todas las variedades de papa a excepción de las papas cocidas sin cáscara, taninos y alcaloides en todas las variedades de papa (cruda y cocida con cáscara), como se muestra en la tabla 1. Estos resultados coinciden con los de Lisinska y Leszczynski¹⁸, quienes afirman que los tubérculos de papa son una buena fuente de compuestos fenólicos tales como fenoles monohidricos, cumarinas, flavonoides, taninos y lignina. De la misma forma, algunos investigadores^{12,18,19}, hallaron en los tubérculos de papa, ácidos fenólicos como el ácido clorogénico, principal compuesto fenólico en papas amarillas a cremas, y antocianinas, principales compuestos fenólicos en las papas rojas y púrpura. Cabe señalar que las variedades canchan serrana y aceituna del presente estudio son papas de color rojizo y púrpura, corroborando así los hallazgos encontrados. Para Bianeth y Restrepo, los fenoles presentes en este milenar tubérculo, especialmente los que se encuentran en la cascara, muestran una fuerte actividad antioxidante²⁰.

Por otro lado, se evidenció también la presencia de vitamina “C” en las cuatro variedades de papa (cruda y cocida con cáscara), sin embargo no se halló la presencia de ésta en las papas cocidas, como se observa en la Tabla 2, lo que coincide con Álvarez *et al*, quienes también encontraron vitamina C en los tubérculos de papa, hallando una pérdida significativa de esta vitamina por la cocción y el freído²¹. Esto se debería a la degradación térmica de esta vitamina¹⁶.

En el presente trabajo, los porcentajes de inhibición de las cuatro variedades de papa estudiadas (amarilla, huevo de indio,

canchan serrana y aceituna) cruda y cocida, con y sin cáscara frente al 2, 2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH[•]) pueden ser observados en las figuras N°1, 2, 3 y 4, respectivamente; donde se denota que conforme se incrementa la concentración de los extractos de las diferentes variedades, el porcentaje de inhibición también aumenta; resaltando que, en todas las variedades estudiadas, las papas crudas y con cáscara presentan mayor porcentaje de inhibición a las concentraciones evaluadas (7,5mg/mL, 15mg/mL, 30mg/mL y 60 mg/mL). Sin embargo las papas cocidas sin cáscara son las que presentan menores porcentajes de inhibición. Estos resultados son corroborados por otro investigador¹⁰, en cuyo trabajo de investigación, las papas crudas con cáscara también fueron las que redujeron en mayor porcentaje a la solución DPPH[•] en relación a las papas cocidas y sin cáscara.

La variedad aceituna (cruda con cáscara) a la concentración de 60 mg/mL, presentó mayor porcentaje de inhibición seguida de la variedad canchan serrana, huevo de indio y amarilla. Siendo estos resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Del mismo modo, como muestra la figura 5, esta variedad presentó menor IC₅₀, en especial cuando esta cruda y con cáscara (IC₅₀ = 1.7%), lo que indica mayor capacidad antioxidante, en comparación con las demás variedades como canchan serrana, huevo de indio y amarilla, obteniéndose resultados estadísticamente significativo ($p < 0.05$).

Numerosos trabajos de investigación^{22,23,24} demuestran la capacidad antioxidante de los tubérculos de papa, así como la relación entre la capacidad, el contenido de fenoles y el color del tubérculo, donde manifiestan que las papas coloreadas son las que presentan mayor capacidad antioxidante, lo que coincide con el presente trabajo, donde las papas aceituna, de color morada y canchan serrana, de color rojiza, son las que presentan mayor capacidad antioxidante. Esto se debería, a que las papas coloreadas azul, roja, morada, presentan pigmentos llamados antocianinas con conocidas propiedades antioxidantes²⁵.

De acuerdo con algunos autores^{26,27} la cantidad de fenoles y la actividad frente al radical DPPH[•] de las papas, en especial con

cáscara, es atribuida la capacidad de donar hidrógeno y un electrón a radicales hidroxilo, peroxilo y peroxinitrito, estabilizándolos y transformándose en una molécula radicalaria relativamente estable. Otros autores^{28,29,30} también determinaron una correlación directa entre la actividad antioxidante y el poder reductor de ciertos extractos de plantas con el contenido de compuestos fenólicos. Por otro lado, la capacidad antioxidante de los tubérculos de papa también está relacionada con la presencia de la vitamina "C"⁷.

Todo esto conduce a establecer una marcada relación entre fenoles, vitamina C y la capacidad antioxidante de las especies cultivadas y silvestres de *Solanum tuberosum*¹⁷ donde estos elementos consumidos en la dieta pueden ser formidables agentes de protección contra el estrés oxidativo, teniendo efectos terapéuticos en el organismo humano tales como antioxidantes, anticarcinogénicos, y cardioprotectores, por lo que la concentración de antioxidantes en los tubérculos de la papa pueden ser también considerada como un importante factor de calidad y valor agregado, para la promoción del consumo de papas coloreadas como fuente de antioxidantes.

CONCLUSIÓN

Las variedades de papa (amarilla, huevo de indio, canchan serrana y aceituna) cruda y cocida, con y sin cáscara, a diferentes concentraciones (7,5mg/mL, 15mg/mL, 30mg/mL y 60 mg/mL) lograron inhibir la formación de radicales libres, siendo la variedad aceituna cruda y con cáscara la que presentó mayor capacidad antioxidante a una concentración de 60 mg/mL, con un porcentaje de inhibición de 74,72% y un coeficiente de inhibición al 50% de 1,70%, constituyéndose como una buena fuente alimenticia con potencial antioxidante.

Conflictos de intereses: No de declara.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vargas A, Rivera C, Narváez C. Capacidad antioxidante durante la

- maduración de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) Rev. Col. Quím. 2005; 34: 7-65.
- Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea*. 2006; 494 (2): 161-172.
 - Finkel T, Holbrook N.J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 2000; 408: 239-247.
 - Gutiérrez A, Ledesma L, García I. Grajales, O. Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. *Rev. Cubana Salud Pública*. 2007; 33(1).
 - Rojas D, Narváez E, Restrepo L. Evaluación del contenido de vitamina C, fenoles totales y actividad antioxidante en pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) de las variedades pera, regional roja y regional blanca. *Quím. Nova*. 2009; 32 (9).
 - Sandoval M, Huamán O, Oré R, Loli A, Ayala S. Efecto antioxidante y citoprotector del *Solanum tuberosum* (papa) en la mucosa gástrica de animales de experimentación. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2010; 71(3): 147-152.
 - Andre C. Influence of environment and genotype on polyphenol compounds and *in vitro* antioxidant capacity of native Andean potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009; 22(6): 517-524.
 - Navarre D.A. Nutritional Value of Potatoes: Vitamin, Phytonutrient, and Mineral Content. *Advances in Potato Chemistry and Technology* (First Edit.). Elsevier Ltd. 2009. doi:10.1016/B978-0-12-374349-7.00014-3.
 - Brown C, Wrolstad R, Yang C, Clevidence B. Breeding studies in potatoes containing high concentration of anthocyanins. *American Journal of potato research*. 2003; 80: 241-250.
 - Llanos E, Troncoso L. Capacidad antioxidante de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) con y sin cáscara: blanca, amarilla y rosada. Tesis para optar Título en Nutrición. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2009. pp.14-15.
 - Suárez S, Trabucco J, Oré R, Arnao I, Jesús L. Potencial antioxidante de 62 variedades de papas nativas del sur andino del Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2012; 71(3):S36.
 - Al-Saikh M, Howard L, Miller J. Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Science*. 1995; 60 (2): 341-343.
 - Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 1995; 28(1): 25 – 30.
 - Zavaleta J. Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos. Tesis Maestría. Lima, Perú. Universidad de San Martín de Porres, 2008. 35 pp.
 - Miranda M, Cuellar A. Manual de Prácticas de Laboratorio: Farmacognosia y Productos Naturales. Cuba: Universidad de la Habana. 2000.
 - Lencina M. Análisis de grasas y vitamina C en papas congeladas fritas en diferentes aceites. *Dieta*. 2012; 30(139):28-34.
 - Wegener C, Jansen G. Antioxidants in Different Potato Genotypes: Effect of Drought and Wounding Stress. *Agriculture*. 2013; 3 (1):131-146.
 - Lisinska G, Leszczynski W. Potato science and technology. Irlanda. Elsevier.
 - Friedman M. Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. A Review. *J Agric Food Chem*. 1989; 45(5): 1523-40.
 - Bianeth C, Restrepo L. Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión. *Actualización en nutrición*. 2013; 14(1): 25-32.
 - Álvarez I, Mahecha G, Guzmán R. Determinación cuantitativa de vitamina C y pigmentos y procesamiento de la papa criolla, variedad yema de huevo (*Solanum phureja* Juz et Buck). *Revista Colombiana de Química*. 1983; 12(2): 29-47.
 - Sosulski F, Krygier K, Hogge L. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flours. *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry. 1982; 30 (2):337-340.
23. Mattila P, Hellström J. Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007; 2(3–4):152-160.
 24. Lachman J. The influence of flesh colour and growing locality on polyphenolic content and antioxidant activity in potatoes. *Scientia Horticulturae*. 2008; 117:109-114.
 25. Condori M, Cuevas E, Antezana A, Hillebrandb S, Winterhalterb P. Caracterización de las Antocianinas de una variedad de papa roja boliviana (*Solanum tuberosum* L.). Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. Cuba. 2008.
 26. Rodríguez D, Hadley M, Holm E. Phenolics in aqueous potato peel extract: Extraction, identification and degradation. *Journal of Food Science*. 1994; 59(3):649-651.
 27. Singh N, Rajini P. Free radical scavenging activity of an aqueous extract of potato peel. *Food Chemistry*. 2004; 85(4): 611-616.
 28. Tanaka M, Kuie C, Nagashima Y, Taguchi T. Applications of antioxidative Maillard reaction products from histidine and glucose to sardine products. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 1988; 54:1409-1414.
 29. Pin-Der-Duh X. Antioxidant activity of burdock (*Arctium lappa* Linne): Its scavenging effect on free radical and active oxygen. *J. Am. oil Chem. Soc.* 1998; 75:455-461.
 30. Pin-Der-Duh, X, Gow-Chin Yen, X. Action of methanolic extract of mung hulls as inhibitors of lipid peroxidation and non-lipid oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*. 1999; 37:1055-1061.