

Compuestos nutricionales y bioactivos de *Solanum quitoense* Lam (Quito quito), fruta nativa de los andes con alto potencial de nutrientes

Nutritional and bioactive compounds of *Solanum quitoense* Lam (Quito quito), native fruit from the andes with high nutrients potential

Antonio José Obregón-La Rosa^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-1385-7682>

Gladys Constanza Arias-Arroyo¹ <https://orcid.org/0000-0001-8674-4147>

María Dolores López-Belchi² <https://orcid.org/0000-0002-5490-5871>

Michael Bracamonte-Romero¹ <https://orcid.org/0000-0003-2664-1482>

Arturo Arones-Limaymanta¹ <https://orcid.org/0000-0001-9832-8714>

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela de Ciencia de Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioquímica Jr. Lima, Perú

² Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Barrio Universitario, Concepción, Chile

*Autor para correspondencia: correo electrónico. aobregonl@unmsm.edu.pe

RESUMEN

El contenido de compuestos nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante del quito quito (*Solanum quitoense* Lam) fueron determinados en la presente investigación. Destaca el contenido de fibra ($1,87 \pm 0,06$ %) y de minerales como el potasio ($40,6 \pm 0,21$ mg/100 g) y el hierro ($34,6 \pm 0,21$ mg/kg) los que se encontraron en mayor proporción, como macro y microelementos, respectivamente. Dentro de los compuestos bioactivos, el fruto quito quito

presentó altos niveles de vitamina C ($30,1 + 0,93$ mg/100g), polifenoles totales ($67,24 + 0,58$ mg equivalente de ácido gálico /100 g) y carotenoides ($0,74 + 0,07$ mg β caroteno /100 g). Se determinó la capacidad antioxidante por los métodos DPPH, ABTS y FRAP, donde el mayor valor correspondió al ABTS ($888 \pm 21,62$ μ mol trolox / 100 g) con relación al DPPH ($280 \pm 16,19$ μ mol trolox / 100 g) y FRAP ($197 \pm 12,59$ μ mol trolox / 100 g) en ese orden. Los resultados obtenidos confirman que el quito quito es una fuente prometedora de compuestos nutricionales y bioactivos para ser utilizado como ingrediente funcional en la industria alimentaria.

Palabras clave: *solanum quitoense*; compuestos polifenólicos; carotenoides; capacidad antioxidante; quito quito.

ABSTRACT

The content of nutritional compounds, bioactive and antioxidant capacity of quitoquito (*Solanum quitoense* Lam) were determined in the present investigation. Highlights the fiber content ($1,87 \pm 0,06\%$) and minerals such as potassium ($40,6 \pm 0,21$ mg / 100 g) and iron ($34,6 \pm 0,21$ mg / kg) which are founded in greater proportion, such as macro and microelements respectively. Among the bioactive compounds, the quitoquito fruit presented high levels of vitamin C ($30,1 + 0,93$ mg / 100g), total polyphenols ($67,24 + 0,58$ mg equivalent of gallic acid / 100 g) and carotenoids ($0,74 + 0,07$ mg β carotene / 100 g). The antioxidant capacity was determined by the DPPH, ABTS and FRAP methods, where the highest value corresponded to ABTS ($888 \pm 21,62$ μ mol trolox / 100 g) in relation to DPPH ($280 \pm 16,19$ μ mol trolox / 100 g) and FRAP ($197 \pm 12,59$ μ mol trolox / 100 g) in that order. The results obtained confirm that quitoquito is a promising source of nutritional and bioactive compounds to be used as a functional ingredient

Keywords: *solanum quitoense*; phenolics compounds; carotenoids; antioxidant capacity; quito quito.

Recibido: 20/04/2020

Aceptado: 15/08/2020

Introducción

El quito quito también llamado lulo o naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) es una fruta nativa considerada el “fruto dorado de los andes” y el “néctar de los dioses”; ⁽¹⁾ es cultivada principalmente en Ecuador, Colombia y Perú. ⁽²⁾

Esta fruta pertenece a la familia de las *Solanaceas*, reconociéndose dos variedades: *quitoense* (*Solanum quitoense* Var. *quitoense*), cuyo fruto no presenta espinas y es cultivada en Colombia y Ecuador, y *septentrionale* (*Solanum quitoense* Var. *septentrionale*) la cual presenta espinas y es más resistente, crece de 1000 a 1900 m, principalmente en Colombia, Panamá y Costa Rica; la variedad *septentrionale* es posiblemente más nativa que la variedad *quitoense*. ⁽³⁾

El quito quito lo es una de las frutas exóticas más apetecidas en los mercados nacionales e internacionales, debido a su sabor y color que la hacen atractiva en comparación con otros frutos. ⁽⁴⁾Tienen un amplio mercado en la industria de alimentos, principalmente en la fabricación de jugos, néctares, pulpas y mermeladas. Además, se caracteriza por su olor y sabor agrídulce. ⁽⁵⁾

El fruto de lulo, representa una fuente importante de nutrientes como vitaminas y minerales, que hacen de este fruto, un recurso fundamental para la nutrición; ^(6, 7)asimismo presenta cantidades importantes de carotenoides precursores de la vitamina A y de compuestos bioactivos como polifenoles totales, de mucho interés en salud pública. ⁽⁸⁾

En ese sentido, este fruto es altamente promisorio, que lo hace importante en la realización de futuras investigaciones, por lo que se planteó como objetivo de la presente investigación determinar el contenido de los compuestos físico-químicos,

nutricionales y bioactivos y su capacidad antioxidante de los frutos de quito quito como una fuente potencial de nutrientes en el desarrollo de alimentos funcionales.

Materiales y métodos

Muestra y muestreo

Los frutos procedieron de la selva alta de Oxapampa, del departamento de Pasco, Perú. El tipo de muestreo fue probabilístico, por conveniencia. El tamaño de muestra se consideró como una población infinita.

Materiales, equipos y reactivos

Materiales de vidrio, utensilios, licuadora, termómetro (360 °C), refrigerador (0 °C), balanza analítica (200 g) y espectrofotómetro marca Hitachi U-2800 A. Los reactivos fueron de grado analítico y comprados en Merck (Darmstadt, Germany) y Sigma Chemicals Co. (St. Louis, USA).

Preparación de las muestras

Se procedió a preparar las muestras, realizando una selección de las mismas, para luego ser lavadas, peladas y cortadas para su homogeneización. Se estabilizaron y conservaron en frascos ámbar herméticamente cerrados para los análisis respectivos.

Análisis físico-químicos

El contenido de agua, proteínas totales, extracto etéreo, cenizas y fibra cruda fueron determinados utilizando los métodos de la AOAC. ⁽⁹⁾El factor utilizado para calcular la proteína fue de 6,25. Los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia, es decir sustrayendo de 100 la suma de agua. Las determinaciones de azúcares totales, sólidos solubles, pH y acidez total se realizaron utilizando los métodos de

la AOAC. ⁽⁹⁾Asimismo, se determinó el valor calórico según el CENAN. ⁽¹⁰⁾El índice de madurez se determinó mediante la relación de los sólidos solubles entre la acidez total.

Determinación del contenido de minerales

El contenido mineral se determinó en muestras de cenizas secas en una mufla a 550 °C y disuelto en HCl. Los extractos de minerales se midieron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer modelo 3030-B). Los minerales: Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe fueron analizados por Espectrometría de Absorción Atómica con Llama (FAAS) con llama, y los minerales K y Na por espectrometría de emisión atómica con llama (FAES). Para cada mineral se preparó una curva estándar y un blanco respectivo. El contenido de fósforo fue medido usando la técnica espectrofotométrica con azul de molibdeno y el boro usando la técnica colorimétrica con curcumina. ⁽¹¹⁾

Determinación de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante

Determinación de vitamina C

La determinación de vitamina C (Ácido ascórbico), fue determinado por el método modificado de titulación con 2,6 diclorofenolindofenol que utiliza ácido oxálico en lugar de ácido metafosfórico durante la extracción, y fue expresado como mg ácido ascórbico/100 g muestra. ⁽¹²⁾

Extracción de los analitos

Se pesaron 0,5g de muestra previamente homogenizada, se agregó 5mL de solución de H₂O/MeOH/ac. formico (24:25:1) mL, posteriormente se procedió a

sonicar la muestra por 1 h, dejándose reposar por 24 h tapado en refrigeración. Después se volvió a sonicar la muestra por una hora, se procedió a centrifugarla a 3500 rpm durante 15 min con un posterior filtrado. ⁽¹³⁾

Determinación de compuestos fenólicos

Se siguió el método de Folin-Ciocalteu, partiendo de una curva patrón de ácido gálico expresando así los resultados como equivalentes de ácido gálico en mg/100 g de muestra. Para obtener los puntos de la curva, se realizaron mediciones de absorbancia a 765 nm con la ayuda de un espectrofotómetro. ⁽¹⁴⁾

Determinación de carotenoides totales

Se utilizó el método espectrofotométrico a 470 nm, medido en un espectrofotómetro marca Hitachi U-2800 A (Tokyo, Jpon). Los resultados fueron expresados como mg de β -caroteno / 100 g de muestra. ⁽¹⁵⁾

Determinación de la capacidad antioxidante

DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo)

Se utilizó el trolox como estándar a partir de una curva patrón utilizándose el reactivo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo). Las concentraciones de trolox fueron de 100 a 800 uM utilizando el metanol al 80 % como disolvente. ⁽¹⁶⁾Se realizó la medición de la absorbancia a 515 nm en un espectrofotómetro marca Hitachi U-2800 A. Los resultados se expresaron como μ moles trolox /100 gr muestra.

ABTS (ácido 2,2- azinobis-3-etil benzotiazolina-6-sulfónico)

Se preparó un curva patrón de 5 a 0,5 mM de trolox en Buffer PBS (fosfato salino). La generación del radical ABTS+ se da por reacción de ABTS 7 mM con persulfato potásico 2,45 mM, incubados a temperatura de ambiente y en oscuridad por 16 h. El radical ABTS+ formado fue diluido con tampón PBS hasta obtener una lectura de absorbancia a 730 nm de $0,70 \pm 0,02$ (aproximadamente 1/75). Los resultados fueron expresados en $\mu\text{moles trolox /100 gr muestra}$.⁽¹⁷⁾

FRAP (Poder antioxidante de la reducción férrica)

El oxidante en el ensayo FRAP se preparó mezclando 2.5 ml de TPTZ (2, 4,6-tripiridil-s-triazina)10 mM preparado en 40 mM de HCl, 25 ml de tampón acetato y 2,5 mL de 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. La mezcla se denominó "reactivo FRAP".⁽¹⁸⁾ Se pipetearon 200 μL de muestra, en un tubo de ensayo y se mezclaron con 3 mL del reactivo FRAP en un vortex. La mezcla se dejó reaccionar durante 30 min a 37°C . La absorbancia de la mezcla fue leída a 594 nm. Se prepararon tubos por triplicado para cada uno. Los resultados fueron expresados en $\mu\text{moles trolox /100 gr muestra}$.

Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron por triplicado. Los resultados fueron procesados usando la Prueba de Kruskal-Wallis. La prueba LSD (Mínima diferencia significativa) fue realizada para determinar diferencias significativas de medias entre los tratamientos. Diferencias menores a $p < 0,05$ fueron consideradas significativas. El software SPSS para Windows 14.0 (SPSS, Chicago, IL) fue utilizado para realizar los análisis estadísticos.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se presenta los resultados de las características morfológicas del *Solanumquitoense* Lam, donde se aprecia que los frutos son de forma ovalada, cascara de color naranja verdosa con una pulpa verdosa, con un diámetro promedio de 5 cm. Varios autores, ^(2, 4,6) señalan que los frutos de lulo son de forma ovalada, globosa y que presenta un sabor ácido y un aroma fuerte, muy agradable. El diámetro es muy variable y va a depender de la fuente; según la National Research Council, ⁽¹⁾ los frutos de lulo varían de 3 a 8 cm, la cual guarda relación con lo encontrado.

Tabla 1-Características morfológicas de Quito Quito
(*Solanum quitoense* Lam)

Característica	Resultado
Peso promedio (g)	96,52 ± 22,53
Longitud promedio (mm)	51,71 ± 4,86
Diámetro promedio (mm)	56,57 ± 7,8
Forma	Ovalado
Color de cáscara	Naranja verdoso
Color de la pulpa	Verdosa

La tabla 2 presenta los resultados del análisis proximal y bromatológico del quito quito, donde se aprecia como macro componentes de mayor importancia el contenido de fibra y de carbohidratos. Estos valores son mayores a los reportados para el *Solanum quitoense* reportado por otros autores para frutos procedentes de Costa Rica.⁽⁶⁾ Cabe precisar que esta diferencia se debe posiblemente a la procedencia de la fruta y al estado de madurez del mismo.

Tabla 2- Evaluación proximal y bromatológica de Quito Quito (*Solanumquitoense*Lam)

Componente	Base Húmeda	Base Seca
Sólidos Totales	13,48 ± 0,08	100
Agua	86,52 ± 0,39	-----
Proteína total (*)	0,29 ± 0,04	2,15 ± 0,26
Extracto etéreo	0,34 ± 0,02	2,54 ± 0,18
Ceniza	0,7 ± 0,07	5,19 ± 0,52
Fibra cruda	1,87 ± 0,06	13,89± 0,47
Carbohidratos	10,28 ± 0,38	76,25 ± 2,79
Valor calórico (**)	45,35 ± 1,43	336,42 ± 10,60

*Factor de proteína=6,25; **Valor expresado en kilocalorías

La tabla 3 muestra los resultados de los análisis físico-químicos del quito quito; donde se observa su elevado nivel de acidez y su bajo pH, los que guardan relación con su estado de madurez. Los ácidos orgánicos generan una gran contribución al color, aroma y sabor de las frutas y vegetales, con parámetros que varían durante la maduración y de la relación de los sólidos solubles entre la acidez. (19)

Tabla 3- Análisis físico-químicos de Quito Quito (*Solanum quitoense* Lam)

Componente	Base Húmeda	Base Seca
Azúcares totales (%)	9,7 ± 0,52	71,96 ± 3,85
Acidez total (%) (ATT)*	2,51 ± 0,01	-----
pH	3,23 ± 0,01	-----
Sólidos solubles (° <u>Brix</u>) (SST)	10 ± 0,02	74,76 ± 0,12
Índice de Madurez (SST/ATT)	4,01 ± 0,02	-----

*gr de ácido cítrico /100 g

Los valores de pH, acidez total y °Brix encontrados, son similares a los reportados por varios autores para frutos procedentes de Costa Rica (6) y para la variedad Castilla procedente de Colombia. (20)

La concentración de azúcares solubles, aumenta durante la maduración y alcanza su máximo nivel en el momento de óptima madurez organoléptica. El dulzor final característico del fruto dependerá del tipo y concentración de los azúcares presentes que, aunque influenciados en parte por las condiciones externas, obedecen principalmente al genotipo. ⁽²¹⁾

En cuanto al contenido de macroelementos (tabla 4, figura 1) minerales, los frutos estudiados presentaron altos contenidos de fósforo, potasio calcio y magnesio. El mineral en mayor proporción fue el potasio, y guarda relación con los encontrados por otros autores. ⁽²²⁾

Tabla 4-Contenido de minerales (macroelementos) en Quito Quito (*Solanumquitoense*Lam)

	B.H	B:S
	(mg / 100 g)	
Fósforo	40,6 ± 0,21	308 ± 7,48
Potasio	354,9 ± 1,03	2695 ± 7,84
Calcio	15,7 ± 0,38	119 ± 2,92
Magnesio	25,1 ± 0,74	190 ± 5,59
Azufre	16,8 ± 0,56	127,5 ± 4,27
Sodio	3,82 ± 0,20	29 ± 1,52

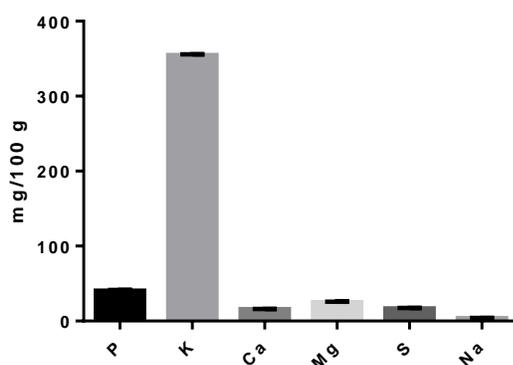


Fig.1- Macroelementos en Quito Quito (*Solanumquitoense*Lam)

En cuanto a los microelementos minerales (tabla 5, figura 2), se encontraron valores importantes de hierro, cobre, boro y zinc. Dentro de los microelementos encontrados el hierro se encuentra en mayor proporción, incluso mayor al reportado por otros autores para frutos nativos de los andes de Colombia.⁽²²⁾ Cabe precisar que dichos valores se encuentran dentro de los rangos reportados para frutos nativos peruanos por el Centro de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud.⁽²³⁾

La tabla 6 muestra los resultados de los compuestos bioactivos. Al respecto, se observa que el quito quito presenta un alto contenido de vitamina C, mayor al reportado por otros autores;^(6, 8, 24) para frutos de *Solanum quitoense* procedentes de Colombia, Ecuador y México.

Tabla 5. Contenido de minerales (microelementos) en Quito Quito (*Solanum quitoense* Lam)

	B:H	B:S
	(mg /Kg)	
Zinc	1,7 ± 0,14	13 ± 1,06
Cobre	1,2 ± 0,15	9 ± 1,15
Manganeso	1,1 ± 0,1	8 ± 0,71
Hierro	34,6 ± 0,21	263 ± 1,58
Boro	2,8 ± 0,09	21 ± 0,71

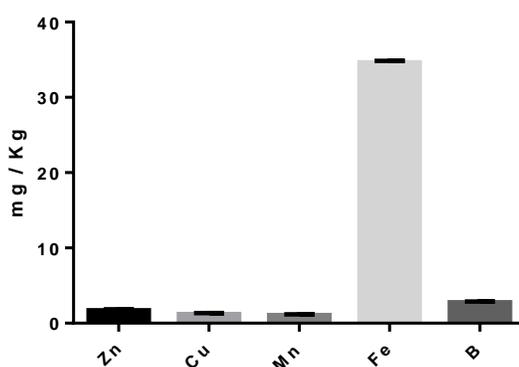


Fig.2. Microelementos en Quito Quito (*Solanum quitoense* Lam)

Tabla 6-Contenido de compuestos bioactivos de Quito Quito (*Solanumquitoense*Lam)

Componente	Base Húmeda	Base seca
Vitamina C (mg / 100 g)	30,1 + 0,93	223,6 ± 6,88
Carotenoides totales (mg β caroteno /100 g)	0,74 + 0,07	5,52 ± 0,54
Polifenoles totales (mg <u>Eq.</u> Acido gálico /100 g)	67,24 + 0,58	498,8 ± 4,30

Los valores encontrados para polifenoles totales del quito quito son comparables e incluso mayores a varios frutos exóticos, reportados por otros autores de Costa Rica y de Colombia. ^(6,25)

Con relación al contenido de carotenoides estos guardan relación con los reportados para el quito quito o naranjilla de Costa Rica; asimismo, se ha identificado que el β-caroteno y la luteína son los principales carotenoides presentes en este fruto pudiendo ser convertido al consumirse en retinol como precursor de la provitamina A.⁽⁶⁾

Tabla 7-Capacidad antioxidante de Quito Quito (*Solanumquitoense*Lam) según diferentes métodos de análisis

Método de análisis	Base Húmeda	Base Seca
	μmol Trolox / 100 g	
DPPH	280 ± 16,19	2074 ± 120
FRAP	197 ± 12,59	1465 ± 94
ABTS	888 ± 21,62	6587 ± 160

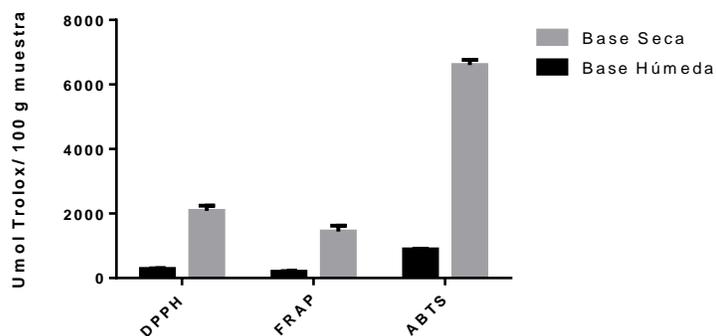


Fig. 3. Capacidad antioxidante en Quito Quito (*Solanumquitoense*Lam) con diferentes métodos de análisis

La tabla 7 y figura 3 muestran los valores de capacidad antioxidante obtenidos por diferentes métodos de análisis. Al respecto, se puede observar una variación en cada uno de ellos, donde los valores obtenidos por el método ABTS fueron mayores a los de FRAP y DPPH, esta variación en los resultados en los tres métodos, se deben principalmente al tipo de compuesto antioxidante presente en el fruto; asimismo debido a posibles efectos sinérgicos, aditivos o antagonistas que se puede presentar dentro de la matriz que los contiene. ⁽²⁶⁾

Los valores reportados de antioxidantes para el fruto quito quito por los métodos DPPH, ABTS y FRAP, resultan en algunos casos similares y en otros difieren a los reportados por varios autores; ^(8, 6, 25,27) esto debido, además de lo indicado anteriormente, a las diferencias en los métodos de extracción utilizados, debido a la variabilidad que existen en los solventes para la extracción. ⁽²⁸⁾

Es necesario combinar al menos dos métodos de capacidad antioxidante, uno basado en la capacidad de reducción de metales y otro en la de captación de radicales libres; asimismo que las comparaciones de capacidad antioxidante entre dos muestras sólo son válidas para valores obtenidos en el mismo disolvente y con el mismo método de determinación; por lo que es difícil realizar comparaciones de la capacidad antioxidante obtenida con la de otros autores puesto que los métodos de extracción no fueron los mismos ya que se utilizaron diferentes disolventes. ⁽²⁸⁾

Conclusiones

El quito quito (*Solanumquitoense* Lam) representa una fuente potencial de nutrientes, destacando su contenido de fibra, carbohidratos y de minerales; asimismo posee una serie de compuestos bioactivos (vitamina C, polifenoles y carotenoides) y capacidad antioxidante en elevada proporción en comparación de

otros frutos; por lo tanto se puede concluir que los frutos de quito quito se pueden utilizar como un ingrediente bioactivo en el desarrollo de alimentos funcionales para la industria alimentaria futura.

Referencias bibliográficas

1. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Naranjilla (Lulo). In *Lost crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise of the world cultivation*; National Academy Press: Washington, 1989; pp 267-275. ISBN. 0309074614
2. RAMÍREZ, Fernando; KALLARACKAL, Jose; DAVENPORT, Thomas L. Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) reproductive physiology: A review. *Scientia horticulturae*, 2018, **238**, pp. 163-176. ISSN: 0304-4238
3. HEISER, Charles B. The naranjilla (*Solanum quitoense*), the cocona (*Solanum sessiliflorum*) and their hybrid. En *Gene conservation and exploitation*. Springer, Boston, MA, 1993. pp. 29-34. ISBN 978148991138-4
4. ANDRADE-CUVI, M. J., et al. Caracterización de la naranjilla (*Solanum quitoense*) común en tres estados de madurez. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 2015, **16** (2), pp. 215-221. ISSN: 1665-0204
5. CERÓN, Ivonne; HIGUITA, J.; CARDONA, C. Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina. *Vector*, 2010, **5** (2011), pp. 17-26. ISSN 1909 – 7891.
6. ACOSTA, Ó.; PÉREZ, A., M. VAILLANT, Fabrice. Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 2009, **59** (1), pp. 88-94. ISSN 0004-0622.
7. GANCEL, A L., et al. Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (*Solanum quitoense* Lam. var. Puyo hybrid), an Andean fruit. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2008, **56** (24), pp. 11890-11899. ISSN 0021-8561.

8. VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*, 2008, **111** (4), pp. 816-823. ISSN 0308-8146.
9. AOAC. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST, 15th ed., Gaithersburg, Maryland; 2005.
10. CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN-CENAN. Tablas Peruanas de composición de Alimentos. Instituto Nacional de Salud, Lima; 2009. ISBN 978-9972-857-73-7.
11. AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C, US; 2007.
12. BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Arq. Biol. Tecnol.*, **31** (4), pp. 507-513, 1988. ISSN 0365-0979
13. ROMERO ROMÁN, M. E., *et al.* Nuevas fuentes de antioxidantes naturales: caracterización de compuestos bioactivos en cinco frutos nativos de Chile. *Perfiles*, 2019, **22**(2), pp. 34-41. ISSN 2477-9105
14. SINGLETON, V. L.; ROSSI, Joseph A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 1965, **16** (3), pp. 144-158. ISSN 0002-9254
15. TALCOTT, S. T.; HOWARD, L. R. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, **47** (5), pp. 2109-2115. ISSN 0021-8561
16. BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E. BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Foodscience and Technology*, 1995, **28** (1), pp. 25-30. ISSN: 0023-6438

17. RE, R., *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 1999, **26** (9-10), pp. 1231-1237. ISSN0891-5849.
18. BENZIE, I., FF; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 1996, **239** (1), pp. 70-76. ISSN: 0003-2697
19. WILLS, R. B. Howe, *et al.* *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. CABI, 2016. ISBN 9781786391841.
20. MEJÍA, D., *et al.* Caracterización fisicoquímica de la variedad castilla del lulo (*Solanumquitoense* Lam) en seis estados de maduración. *Vitae (Medellín)*, 2012, **19** (2), pp.157-165.ISSN 0121-4004.
21. ALMENAR, M. Inmaculada Viñas, *et al.* *Poscosecha de pera, manzana y melocotón*. Mundi-Prensa Libros, 2013. ISBN 978-8484765493.
22. LETERME, P., *et al.* Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. *Food Chemistry*, 2006, **95**(4), pp. 644-652.ISSN 0308-8146.
23. REYES GARCÍA, M.; GÓMEZ-SÁNCHEZ PRIETO, Iván; ESPINOZA BARRIENTOS, C. Tablas peruanas de composición de alimentos. 2017. 10ma ed., Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. ISBN 978-612-310-117-6
24. GÓMEZ-MERINO, F. C., *et al.* Lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) as new landscape crop in the Mexican agro-ecosystem. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2014, **5** (9), pp. 1741-1753.ISSN 2007-0934.
25. CONTRERAS-CALDERON, J., *et al.* Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Research international*, 2001, **44** (7), pp.2047-2053. ISSN 0963-9969.

26. THAIPONG, Kriengsak, *et al.* Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of food composition and analysis*, 2006, **19**(6-7), pp. 669-675. ISSN 0889-1575.
27. MORENO, Elizabeth; ORTIZ, Blanca L.; RESTREPO, Luz P. Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista Colombiana de Química*, 2014, **43** (3), pp. 41-48. ISSN 0120-2804.
28. PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas. En *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Cartagena*, 2007. pp. 1150-60.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés

Contribución de autores

MSc. Antonio José Obregón La Rosa: Diseñó la investigación, confección del informe y discusión de resultados.

Dra. Gladys Constanza Arias Arroyo: Colaboró con el análisis de los resultados y la escritura del artículo. Apoyo en el diseño de la investigación.

Dra. María Dolores López Belchi: Colaboró con el análisis de los resultados y la escritura del artículo y en la revisión de los métodos de ensayo.

Michael Bracamonte Romero: Elaboró las bases de datos de los resultados de los análisis, procesó estadísticamente la información, analizó los resultados obtenidos.

Sr. Arturo Arones Limaymanta: Apoyo en el muestreo de frutos y en los análisis físico-químicos y nutricionales. Apoyo en la redacción final del informe.