

COMPUESTOS NUTRICIONALES Y BIOACTIVOS DE TRES TIPOS DE FRUTAS NATIVAS DEL PERÚ

Data de aceite: 01/08/2023

Antonio José Obregón-La Rosa

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

Julio César Rojas-Naccha

Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trujillo, Perú

RESUMEN: El objetivo de presente estudio fue determinar las características físico-químicas, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de tres tipos de frutos provenientes de la sierra y selva del Perú: aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y quito quito (*Solanum quitoense* Lam.). Los análisis realizados fueron: proximal, físico-químicos, minerales, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante. Los mayores contenidos de fósforo, calcio y sodio (46,80, 38,40 y 4,50 mg %, respectivamente) correspondieron al aguaymanto; mientras que la pitaya amarilla presentó los mayores contenidos de magnesio y azufre (28 y 28,20 mg %, respectivamente). El quito quito presentó

el mayor contenido de potasio (354,90 mg %). En cuanto a los microelementos, destaca el contenido de hierro de los frutos pitaya amarilla y quito quito (25,90 y 34,60 mg/ kg, respectivamente). Los frutos aguaymanto y quito quito presentaron las mayores cantidades de compuestos bioactivos, como vitamina C (43,1 y 30,1 mg/ 100 g, respectivamente), polifenoles totales (62,93 y 67,24 mg ácido gálico/100 g, respectivamente) y carotenoides totales (0,8 y 0,74 mg β caroteno/ 100 g, respectivamente). La capacidad antioxidante se determinó mediante los métodos DPPH, ABTS y FRAP; presentando, el aguaymanto y el quito quito los mayores valores, que variaron de 197 a 987 μ moles Trolox/100 g, respecto a la pitaya amarilla que varió de 110 a 638 μ moles Trolox/100 g. Los resultados permiten demostrar que los frutos: aguaymanto, pitaya amarilla amarilla y quito quito representan una fuente importante de nutrientes y de compuestos bioactivos, que podrían ser aprovechados en la alimentación humana y para elaboración de alimentos funcionales y nutraceuticos.

PALABRAS-CLAVE: capacidad antioxidante, carotenoides, compuestos fenólicos, *Physalis peruviana*, *Selenicereus megalanthus*, *Solanum quitoense*

NUTRITIONAL AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF THREE TYPES OF NATIVE FRUITS FROM PERU

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and the antioxidant capacity of three types of fruits from the mountains and jungle of Peru: aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), yellow pitaya (*Selenicereus megalanthus*) and quito quito (*Solanum quitoense* Lam.). The analyzes performed were (i) proximal, (ii) physical-chemical, (iii) minerals, (iv) bioactive compounds and (v) antioxidant capacity. The highest contents of phosphorus, calcium and sodium (46.80, 38.40 and 4.50 mg %, respectively) corresponded to the aguaymanto; while pitaya amarilla had the highest magnesium and sulfur contents (28 and 28.20 mg %, respectively). The quito quito presented the highest potassium content (354.90 mg %). Regarding the microelements, the iron content of the yellow pitaya and quito quito fruits stands out (25.90 and 34.60 mg / Kg, respectively). The fruits aguaymanto and quito quito had the highest amounts of bioactive compounds, such as vitamin C (43.1 and 30.1 mg/100 g, respectively), total polyphenols (62.93 and 67.24 mg gallic acid/100 g, respectively), and total carotenoids (0.8 and 0.74 mg β carotene/100 g, respectively.) The antioxidant capacity was determined by the methodologies DPPH, ABTS and FRAP, presenting, the aguaymanto and the quito quito the highest values, from 197 to 987 μ moles Trolox/100 g, with respect to the yellow pitaya that varied from 110 to 638 μ moles Trolox/100 g.

The results allow us to demonstrate that the Andean fruits: Aguaymanto, yellow pitaya and quito quito represent an important source of nutritional and bioactive compounds and that they could be used in human nutrition and for the preparation of functional and nutraceutical foods.

KEYWORDS: antioxidant capacity, carotenoids, phenolic compounds, *Physalis peruviana*, *Selenicereus megalanthus*, *Solanum quitoense*

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país megadiverso, la región de los andes y la selva amazónica peruana poseen una gran diversidad de frutales, muchos de los cuales aún no han sido estudiados a pesar de representar una fuente de primer nivel en la alimentación de dichas poblaciones (Blanco de Alvarado, 2016). Las biodiversidades de estas especies presentan un desarrollo incipiente; algunos son poco conocidos en el ámbito nacional y solo tienen presencia regional, corriendo el riesgo de perderse su material genético; por eso su importancia de ser investigados (Campos, Chirinos, Ranilla & Pedreschi, 2018)

Cárdenas, Arrazola y Villalba (2016) señalaron que, en los últimos años, la población mundial está tendiendo a consumir alimentos que proporcionen efectos beneficiosos para la salud; toda vez que las investigaciones han demostrado que los compuestos bioactivos derivados de plantas pueden disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. En ese sentido, las investigaciones se han centrado principalmente en la caracterización de diferentes tipos de frutas y su contenido de componentes antioxidantes provenientes de clima templado, obviando las frutas silvestres la cuales presentan mayores propiedades funcionales (Martínez, Vidal & Lahuerta, 2008). Los frutos poseen compuestos

bioactivos como polifenoles, carotenoides, flavonoides, vitaminas, entre otros, los cuales tienen grupos funcionales que actúan en la degradación oxidativa de los radicales libres, responsables de la generación de las enfermedades crónico degenerativas (Gry et al., 2007; Patel, Shukla & Gupta, 2007; Raskin et al., 2002).

El aguaymanto *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) también conocido como uchuva es considerada originaria de la cordillera de los Andes de Sudamérica, fue conocida por los Incas, pero su origen no está claro, algunos señalan que es nativa de Perú, aunque algunas evidencias científicas señalan que proviene del Brasil y posteriormente se aclimató en los altiplanos de Chile y Perú (Fischer, Herrera & Almanza, 2011; Ramadan, 2011). Muchas propiedades medicinales se le han atribuido a la *P. peruviana*, tales como: antiespasmódico, diurético, antiséptico, sedante, analgésico, ayuda a fortalecer el nervio óptico, alivio de problemas de garganta, eliminación de parásitos del intestino (Ramadan & Mörsel, 2003; Rodríguez & Rodríguez, 2007). Puente et al. (2011) señalaron que los componentes bioactivos presentes en el fruto de *P. peruviana* hacen que sea considerado como un alimento funcional, toda vez que los fitoesteroles se encuentran en altos niveles en los aceites extraídos; asimismo indican que la elevada actividad antioxidante se debe a que el fruto posee altos niveles de polifenoles, vitaminas A y C.

La pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran (Cactaceae) es una fruta que ha sido desconocida por muchos años atrás y hoy en día es un cultivo bastante promisorio (Ortiz & Carrillo, 2012). Los términos genéricos de pitaya o pitahaya incluyen varias especies, dentro de los cuales los más importantes son la pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*; también conocido en la literatura por su sinonimo *Hylocereus megalanthus*) y la pitahaya roja (*Hylocereus* spp.), la primera tiene una fruta de cascara amarilla y pulpa blanca, mientras que la segunda es de cascara roja y pulpa roja o blanca (Kondo et al., 2013; Le Bellec & Vaillant, 2011; Le Bellec, Vaillant & Imbert, 2006). El origen de la pitaya no está del todo claro; sin embargo varios investigadores consideran que la *S. megalanthus* es nativa de Sudamérica (Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador); mientras que la *H. undatus* es nativa de México, Martinica y Colombia (Chemah et al., 2010; Ibrahim et al., 2018; Kondo et al., 2013; Kumar et al., 2018; Siddiq & Nasir, 2012). La pitaya amarilla tiene muchas posibilidades de desarrollo, debido a que tiene una gran aceptación por su sabor y la forma del fruto, que genera gran atención además de poseer propiedades nutricionales y bioactivas benéficas para la salud (Ortiz & Carrillo, 2012).

El lulo *Solanum quitoense* Lamarck (Solanaceae) clasificada taxonómicamente en la sección Lasiocarpa, comprende más de 14 especies, siendo el centro primario de diversidad genética de esta especie, la región de los andes de Colombia, Ecuador y Perú (Lobo, 2006; Lobo, Cano, Paz & Giraldo, 2007). Gancel, Alter, Dhuique, Ruales y Vaillant (2008) estudiaron las características fisicoquímicas de la variedad "puyo hibrid" encontrando en la pulpa una alta cantidad de compuestos fenólicos y carotenoides, identificando como

compuestos bioactivos principales el caroteno y la luteína. Esta fruta tiene un alto potencial como ingrediente para productos como jugos, néctares, helados, dulces, mermeladas, jaleas, coberturas, sorbetes, salsas y otros dulces cocidos (Acosta, Pérez & Vaillant, 2009). El fruto de quito quito posee compuestos nutricionales y altos contenidos de vitamina C y de hierro, que le confieren propiedades diuréticas y tonificantes, el cual es apreciado para procesamiento y en jugos (Gómez, Trejo, García & Cadeña, 2014).

Estos frutos que se consumen en la sierra y selva del Perú han cobrado mucho interés debido a su potencialidad para consumo y en el desarrollo de alimentos funcionales; siendo importante estudiar su composición físico-química y funcional, por tal motivo el presente estudio tuvo como objetivo determinar las características físico-químicas, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de tres tipos de frutos: aguaymanto, pitaya amarilla y quito quito, provenientes de la sierra y selva del Perú y elucidar su potencial uso como fuente de nutrientes y de compuestos bioactivos para alimentación humana y como ingrediente para el desarrollo de alimentos funcionales en la industria alimentaria y nutraceutica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fruta vegetal

Los frutos procedieron de la sierra y selva central del Perú. El aguaymanto provino de la región andina central del departamento de Ayacucho; la pitaya amarilla de la selva norte peruana, Región Ucayali y el quito quito de la provincia de Oxapampa, Pasco.

Preparación de las muestras

Los frutos se cosecharon de forma manual en un estado óptimo sin golpes ni magulladuras. Por cada tipo fruto se tomaron al azar cinco lotes de 10 kg aproximadamente, expresando los resultados como la media de cada lote. Las frutas enteras sin su pedúnculo fueron pesadas y se realizaron las mediciones del diámetro y de la altura. Posteriormente, las frutas fueron lavadas, molidas y liofilizadas y mantenidas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para sus análisis respectivos. Los frutos fueron identificados por especialistas de Botánica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, de Lima-Perú (tabla 1).

Nombre científico	Nombre común	familia
<i>Physalis peruviana</i> L.	Aguaymanto, uchuva, capulí	Solanaceae
<i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupel)	Pitahaya, pitaya amarilla, pitaia	Cactaceae
<i>Solanum quitoense</i> Lamarck	Quito quito, lulo, naranjilla	Solanaceae

Tabla 1. Nombres científicos y variedades de los frutos analizados

Análisis físico-químicos

Los métodos de la AOAC (1995) se utilizaron para las siguientes determinaciones: Contenido de agua, proteínas totales, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, pH, acidez total, sólidos solubles y azúcares totales. El contenido de agua fue determinado secando la muestra en una estufa hasta peso contante, la proteína por el método de Kjeldhal (El factor utilizado fue de 6,25), el contenido de fibra por el método gravimétrico después de una hidrólisis ácida de las muestras, el extracto etéreo graso en un equipo Soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente, el contenido de cenizas por incineración en una mufla a $550 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia, restando de 100 el contenido de agua, proteína, fibra, grasa y ceniza. Los resultados fueron expresados en g por 100 g de peso fresco.

La acidez total fue determinada por titulación a través de un potenciómetro con una solución de 0.1 M de NaOH y expresada en porcentaje de ácido cítrico. El pH fue determinado utilizando un potenciómetro digital (TRANS Instruments). Los sólidos solubles a través de un refractómetro (ALLA FRANCE, 0-32) a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. El índice de madurez dividiendo los sólidos solubles entre la acidez total. Los azúcares totales mediante el método espectrofotométrico de Dubois mejorado.

El contenido de minerales se determinó en muestras de cenizas secas en una mufla a $550 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 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), 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.

La determinación de vitamina C (Ácido ascórbico), fue determinado por el método modificado de titulación con 2,6 diclorofenol indofenol que utiliza ácido oxálico en lugar de ácido metafosfórico durante la extracción, recomendado por Benassi y Antunes (1988), expresado como mg ácido ascórbico/100 g muestra.

Extracción de los analitos

Se pesaron 0,5 g de muestra seca previamente homogenizada, se agregó 5mL de solución de $\text{H}_2\text{O}/\text{MeOH}/\text{ácido fórmico}$ (24:25:1) mL, posteriormente se procedió a sonicar la muestra durante 1 hora, dejándose reposar por 24 horas tapado en un lugar oscuro. Después se volvió a sonicar por 1 hora para proceder a centrifugar a 3500 rpm durante 15 min, con un posterior filtrado (Romero et al., 2019).

Determinación de compuestos fenólicos y carotenoides totales

Los compuestos fenólicos fueron determinados según el método de Folin-Ciocalteu,

partiendo de una curva patrón de ácido gálico (Acros organics, EE.UU.) 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 (Genesys 6 Thermo Scientific, EEUU). El total de carotenoides se determinaron según el método espectrofotométrico a 470 nm, recomendado por Talcott y Howard (1999). Los resultados fueron expresados como mg β -caroteno/100 g de muestra.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Ensayo del radical DPPH (1,1-difenil-2-picrihidracilo)

Se utilizó el trolox como estándar a partir de una curva patrón utilizándose el reactivo DPPH. Las concentraciones de trolox fueron de 100 a 800 μ M utilizando el metanol al 80 % como disolvente, según Brand-Williams, Cubelier y Berset (1995). 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 g de muestra.

Ensayo ABTS (ácido 2,2-Azinobis-3-etilbenzotiazolina-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 horas. El radical ABTS⁺ formado fue diluido con buffer PBS hasta obtener una lectura de absorbancia a 730 nm de $0,70 \pm 0,02$ (aproximadamente 1/75). Los resultados fueron expresados en μ moles trolox/100 g de muestra (Re et al., 1999).

Ensayo del poder reductor férrico FRAP

El oxidante en el ensayo FRAP se preparó mezclando 2.5 ml del reactivo 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" (Benzie & Strain, 1996). Se pipetearon 200 μ l 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 minutos a 37 °C. La absorbancia de la mezcla fue leída a 594 nm. Los resultados fueron expresados en μ moles trolox/100 g de muestra.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos previamente fueron sometidos a una Prueba de bondad de ajuste (Prueba de Anderson-Darling); asimismo, se verificó la homogeneidad de varianzas mediante la Prueba de Barlett. De los resultados de ambas pruebas se elucidó que los datos analizados

no corresponden a una distribución normal, por lo que se utilizó la Prueba no paramétrica para muestras independientes de Kruskal-Wallis, para evaluar si existen 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. Los resultados fueron presentados como la media ($n = 5$) de cinco mediciones por cada lote \pm la desviación estándar (SD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis proximal presentaron valores de humedad mayores a 79,2% (Tabla 2), lo cual concuerda con lo señalado por Gonzales Coral (2007) y Blanco de Alvarado (2016), quienes estudiaron las características de los frutos andinos del Perú, reportando valores similares. El contenido de proteína, extracto etéreo, ceniza, fibra, carbohidratos y valor energético se encontraron dentro del rango reportado por Collazos et al. (1996). El aguaymanto y la pitaya amarilla reportaron los mayores contenidos de azúcares totales (tabla 3). Al respecto, Almenar et al. (2013) señalaron que la concentración de azúcares solubles, aumenta durante la maduración y alcanza su máximo nivel en el momento de óptima madurez organoléptica.

	Aguaymanto	Pitaya amarilla	Quito Quito
	(g/100 g de peso fresco)¹		
Sólidos Totales	20,80 \pm 0,21 ^a	10,75 \pm 0,1 ^b	13,48 \pm 0,08 ^c
Agua	79,20 \pm 0,85 ^a	89,25 \pm 0,57 ^b	86,52 \pm 0,39 ^c
Proteína total *	0,26 \pm 0,01 ^a	0,14 \pm 0,01 ^b	0,29 \pm 0,04 ^a
Extracto etéreo	0,72 \pm 0,04 ^a	0,32 \pm 0,02 ^b	0,34 \pm 0,02 ^b
Ceniza	0,82 \pm 0,02 ^a	0,52 \pm 0,04 ^b	0,70 \pm 0,07 ^c
Fibra cruda	2,74 \pm 0,19 ^a	1,10 \pm 0,19 ^b	1,87 \pm 0,06 ^c
Carbohidratos	16,30 \pm 0,75 ^a	8,66 \pm 0,58 ^b	10,28 \pm 0,38 ^c
Valor calórico **	79,20 \pm 5,85 ^a	38,11 \pm 2,45 ^b	45,35 \pm 1,43 ^c

¹Valor medio \pm desviación estándar del peso fresco; $n = 5$; medias dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes a $p < 0,05$; *Factor de proteína = 6,25; **Valor expresado en Kilocalorías;

Tabla 2. Evaluación proximal y bromatológica de los frutos estudiados

El aguaymanto y el quito quito reportaron altos contenidos de acidez; en contraste con la pitaya amarilla, que reportó el contenido de acidez más bajo, de las frutas analizadas. Al respecto, Almenar et al. (2013) señalaron que la acidez es una característica organoléptica de los frutos a tener en cuenta para que los mismos tengan una adecuada calidad, ya que junto a los azúcares son los principales responsables del sabor.

	Aguaymanto¹	Pitaya amarilla¹	Quito Quito¹
Azúcares totales (%)	26,85 ± 0,56 ^a	12,43 ± 0,39 ^b	9,70 ± 0,52 ^c
Acidez total (%) (ATT)	1,56 ± 0,06 ^a	0,11 ± 0,01 ^b	2,51 ± 0,01 ^c
pH	3,95 ± 0,02 ^a	4,80 ± 0,12 ^b	3,23 ± 0,01 ^c
Sólidos solubles (°Brix) (SST)	13 ± 0,09 ^a	17 ± 0,19 ^b	10 ± 0,02 ^c
Índice de Madurez (SST/ATT)	8,39 ± 0,33 ^a	149,38 ± 6,83 ^b	4,01 ± 0,02 ^c

¹Valor medio ± desviación estándar del peso fresco; n = 5; medias dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes a p < 0,05

Tabla 3. Características físico-químicas de los frutos aguaymanto, pitaya amarilla y quito quito

Con relación a los sólidos solubles (°Brix), el aguaymanto y la pitaya amarilla reportaron los mayores contenidos de sólidos solubles. Cabe señalar, que en el valor de los sólidos solubles están incluidas todas las moléculas solubles en el agua del jugo de la fruta, pero debido a que un alto porcentaje de éstos son azúcares, esta medida es un buen indicativo del conjunto de azúcares solubles y del dulzor del fruto (Almenar et al., 2013).

	Aguaymanto¹	Pitaya amarilla¹	Quito Quito¹
Fósforo (mg %)	46,80 ± 0,59 ^a	30,70 ± 0,23 ^b	40,60 ± 0,21 ^c
Potasio (mg %)	278,10 ± 1,7 ^a	155,70 ± 1,36 ^b	354,90 ± 1,03 ^c
Calcio (mg %)	38,40 ± 0,48 ^a	16,10 ± 0,42 ^b	15,70 ± 0,38 ^b
Magnesio (mg %)	21,60 ± 0,39 ^a	28 ± 0,24 ^b	25,10 ± 0,74 ^c
Azufre (mg %)	18,70 ± 1,94 ^a	28,20 ± 0,94 ^b	16,80 ± 0,56 ^a
Sodio (mg %)	4,50 ± 0,37 ^a	3,10 ± 0,33 ^b	3,82 ± 0,20 ^c

¹Valor medio ± desviación estándar del peso fresco; n = 5; medias dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes a p < 0,05

Tabla 4. Contenido de minerales (Macroelementos) en mg/100 g

Con relación a los macroelementos, los mayores contenidos de fósforo, calcio y sodio (46,80, 38,40 y 4,50 mg %, respectivamente) correspondieron al aguaymanto; mientras que la pitaya amarilla presentó los mayores valores de magnesio y azufre (28 y 28,20 mg %, respectivamente). El quito quito presentó el mayor contenido de potasio (354,90 mg %) (tabla 4).

En cuanto a los microelementos, destaca el contenido de hierro que presentaron los frutos de pitaya amarilla y quito quito (25,90 y 34,60 mg/ Kg, respectivamente) (tabla 5). Cabe precisar que dichos valores se encuentran dentro de los rangos reportados por Reyes, Gómez y Espinoza (2017).

Según, el Institute of Medicine (2001) de los Estados Unidos los requerimientos diarios de hierro para una persona adulta normal es de 8mg/ día aproximadamente, por lo cual el consumo de 100 gramos de aguaymanto o quito quito cubrirían aproximadamente

del 30 a 40 %, respectivamente. El hierro proveniente de estos frutos podría asimilarse en mayor proporción, debido a los buenos niveles de vitamina C que presentan estos frutos; toda vez que la disponibilidad del hierro no hemínico de las frutas y hortalizas se ve mejorada con la vitamina C. En presencia de 25 a 75 mg de vitamina C, la absorción del hierro no hemínico de una única comida se duplica o triplica, supuestamente debido a la reducción del hierro férrico a ferroso, que tiende menos a formar complejos insolubles con los fitatos (Cardero Reyes, Sarmiento González & Selva Capdesuñer, 2009).

De igual forma, destaca el contenido de cobre de los frutos pitaya amarilla y quito quito (1,60 y 1,20 mg/ Kg, respectivamente). El cobre forma parte de los componentes de las enzimas en el metabolismo del hierro y su requerimiento es de 0,7 a 0,9 mg por día (Baker et al., 1999), por lo que estos frutos cubrirían alrededor del 20% de las necesidades diarias de este mineral.

	Aguaymanto¹	Pitaya amarilla¹	Quito Quito¹
Zinc (mg/kg)	3,60 ± 0,30 ^a	5 ± 0,31 ^b	1,70 ± 0,14 ^c
Cobre (mg/kg)	0,90 ± 0,18 ^a	1,60 ± 0,18 ^b	1,20 ± 0,15 ^a
Manganeso (mg/kg)	0,90 ± 0,06 ^a	1,60 ± 0,18 ^b	1,10 ± 0,1 ^c
Hierro (mg/kg)	10,70 ± 0,30 ^a	25,90 ± 0,41 ^b	34,60 ± 0,21 ^c
Boro (mg/kg)	5,60 ± 0,30 ^a	3,30 ± 0,27 ^b	2,80 ± 0,09 ^c

¹Valor medio ± desviación estándar del peso fresco; n = 5; medias dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes a p < 0,05

Tabla 5. Contenido de minerales (Microelementos) en mg/kg

Con relación al contenido de vitamina C se puede observar que el aguaymanto (43,1 mg/100 g) presentó el mayor valor, seguido del quito quito (30,1 mg/100 g) y de la pitaya amarilla (10 mg/100 g) (tabla 6). Es preciso indicar que los valores encontrados de vitamina C para el caso del aguaymanto y del quito quito son mayores a lo reportado por Nagy (1980), para frutos cítricos, que se encuentran en el rango de 35 a 70 mg/100 g dependiendo de la variedad.

De acuerdo con la clasificación reportada por Ramful et al. (2011), con relación al contenido de vitamina C para frutos cítricos, los frutos aguaymanto y quito quito se encontrarían dentro del grupo intermedio (30-50 mg/ 100 g) de contenido vitamina C; mientras que la pitaya amarilla dentro del grupo de bajos niveles de vitamina C (< 30 mg/ 100 g).

Cabe precisar que Pérez-Balladares et al. (2019), al estudiar la composición de frutos andinos procedentes del Ecuador encontraron frutos con alto e intermedio contenidos de vitamina C como el tomate del árbol, naranjilla, granadilla, guayaba, entre otros.

Según Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2000) los requerimientos diarios de vitamina C de una persona adulta normal oscilan entre 45 y 90 mg día por día,

por lo cual 100 gramos de los frutos aguaymanto, pitaya amarilla y quito quito cubrirían del 20 al 90% del requerimiento diario requerido.

	Aguaymanto¹	Pitaya amarilla¹	Quito Quito¹
Vitamina C (mg /100 g)	43,10 ± 1,19 ^a	10 ± 1,42 ^b	30,10 ± 0,93 ^c
Carotenoides totales (mg β caroteno /100 g)	0,80 ± 0,03 ^a	0,05 ± 0,01 ^b	0,74 ± 0,02 ^a
Polifenoles totales (mg Eq. ácido gálico /100 g)	62,93 ± 4,81 ^a	38,02 ± 1,80 ^b	67,24 ± 0,58 ^a

¹Valor medio ± desviación estándar del peso fresco; n = 5; medias dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes a p < 0,05

Tabla 6. Contenido de compuestos bioactivos

Con relación al contenido de polifenoles totales, los mayores valores correspondieron al quito quito (67,24 mg Eq. ácido gálico/100 g) y al aguaymanto (62,93 mg Eq. ácido gálico/100 g), en ese orden; seguido de la pitaya amarilla (38,02 mg Eq. ácido gálico/100 g).

Es preciso señalar que los resultados de polifenoles totales, en el caso del fruto aguaymanto, reportados en la presente investigación fueron mayores a los reportados por Puente et al. (2011) de 39,15 a 40,45 mg de ácido gálico/100 g de peso fresco; no obstante, resultaron menores a los reportados por Muñoz, Ramos, Alvarado y Castañeda (2007) de 100,89 mg de ácido gálico/100 g de peso fresco.

Con relación a los resultados de polifenoles totales, en el caso de la pitahaya amarilla, estos guardan relación con los reportados por otros investigadores, para la pitayas amarillas (*Hylocereus megalanthus* o *Selenicereus megalanthus*), como es el caso de Mahattanatawee et al. (2006) y Kim et al. (2011) de 52,3 y 37,84 mg ácido gálico/100 g peso fresco, respectivamente.

Los valores reportados para polifenoles totales del quito quito son comparables a los reportados por Acosta et al. (2009) de 48,3 mg ácido gálico/100 g peso fresco y Contreras (2011) de 58,3 mg ácido gálico/100 g peso fresco.

De igual forma, respecto al contenido de carotenoides totales; el aguaymanto y el quito quito arrojaron los mayores valores, 0,80 y 0,74 mg β caroteno/100 g, respectivamente (tabla 5).

Cabe señalar que los principales componentes activos de la vitamina A en las frutas son el α-caroteno, β-caroteno y β criptoxantina (Fischer, Ebert, & Lüdders, 2000; citados en Puente et al., 2011). Los carotenoides más comunes son los β-carotenos, porque ninguno de los otros carotenoides está presente en la provitamina A, que tiene la mitad de la actividad del β-caroteno; también es menos extenso en la naturaleza. En el caso del aguaymanto y del quito quito los carotenoides son los responsables del color naranja de la cáscara principalmente (Puente et al., 2011).

Ramadan (2011) informó que existe una correlación positiva entre la ingestión de

verduras y frutas que contienen carotenoides y la prevención de varias enfermedades crónico-degenerativas; asimismo señala que el principal carotenoide en el aguaymanto es el trans β -caroteno seguido del 9-cis- β -caroteno y de la trans- α -criptoxantina.

En el caso del quito quito, se encontraron valores importantes de carotenoides (0,74 mg β -caroteno/100 g de peso fresco); que guardan relación con los reportados por Acosta et al. (2009) de 0,72 mg β -caroteno/100 g de peso fresco para el quito quito o naranjilla de Costa Rica; quienes también identificaron al β -caroteno y la luteína como los principales carotenoides en el fruto el cual al consumirse se convierte en retinol como precursor de la provitamina A.

Cabe precisar que el contenido de compuestos bioactivos de los frutos estudiados, difiere significativamente de los reportados por Pérez Balladares et al. (2019) y Guevara et al. (2019), para frutos procedentes del Ecuador; sin embargo, son bastante cercanos a los reportados por Vasco, Ruales y Kamal-Eldin (2008); quienes también estudiaron el contenido de compuestos bioactivos de frutos procedentes del Ecuador. La diferencia en los resultados se debe probablemente a los métodos utilizados, la procedencia o variedad de los frutos;

Los resultados de la capacidad antioxidante mostraron variaciones significativas entre cada uno de los métodos evaluados (tabla 7); esto se debe 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, de acuerdo a lo indicado por Thaipong, Boonprakob, Crosby, Cisneros y Hawkins (2006).

	DPPH ¹	FRAP ¹	ABTS ¹
Aguaymanto	233 ± 7,07 ^a	258 ± 7,31 ^b	987 ± 48,21 ^c
Pitaya amarilla	110 ± 9,77 ^a	120 ± 1,78 ^b	638 ± 25,84 ^c
Quito Quito	280 ± 16,19 ^a	197 ± 12,59 ^b	888 ± 21,62 ^c

¹Valor medio ± desviación estándar del peso fresco; n = 5; medias dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes a p < 0,05

Tabla 7. Actividad antioxidante (μ moles Trolox/100 g) con diferentes métodos de determinación

Pérez-Jiménez y Saura-Calixto (2007) informaron que 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. En la presente investigación, se determinó la capacidad antioxidante por tres métodos de determinación; encontrándose valores mayores con el ABTS, en contraste del FRAP y DPPH; sin embargo, los métodos no deben ser comparables; toda vez que para su determinación se usan diferentes metodologías.

No obstante, se precisa que Puente et al. (2011) presentaron valores de DPPH

para el caso del aguaymanto que pueden ser comparables con los del presente análisis; asimismo Corrales-Bernal, Vergara, Rojano, Yahia y Maldonado (2015) reportaron valores de antioxidantes por los métodos de DPPH y FRAP muy similares a los encontrados en la presente investigación; a pesar de que los métodos de extracción fueron diferentes.

Los valores reportados de antioxidantes para el fruto quito quito por los métodos DPPH (280 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$) y FRAP (197 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$) son superiores a los reportados por Moreno, Ortiz y Restrepo (2014), de alrededor de 65 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ para ambos métodos, esto debido como se indicó al tipo de extracción utilizado, la procedencia del fruto y el estado de madurez del fruto.

Numerosos estudios señalan que existe una correlación negativa entre la ingesta de compuestos bioactivos de las frutas y el riesgo de presentar determinadas enfermedades, como las cardiovasculares, las cerebrovasculares y el cáncer, además de la enfermedad de Alzheimer, cataratas y algunas otras disfunciones asociadas a la edad (Martínez, Vidal & Lahuerta, 2008).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten afirmar que el consumo en fresco o procesado de los frutos: aguaymanto, pitaya amarilla y quito quito podría constituir una fuente potencial de nutrientes; toda vez que presentan cantidades importantes de nutrientes como la vitamina C; minerales, como el cobre y el hierro en elevada proporción; asimismo, compuestos antioxidantes como los Polifenoles totales que podrían contribuir en la salud de las poblaciones que los consumen. De igual forma, estos frutos podrían utilizarse en la industria alimentaria, para el desarrollo de alimentos procesados con propiedades funcionales y nutraceúticas.

REFERENCIAS

- Acosta, Ó., Pérez, A. M., & Vaillant, F. (2009). Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(1), 88. Recuperado de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2009/1/art-14/>.
- Almenar, M. I. V., Rodie, J. U., Cortada, G. E., Sarle, J. G., Ayala, I. L., & Ginjuan, D. I. R. (2013). *Poscosecha de pera, manzana y melocotón*. Madrid, España: Mundi-Prensa Libros.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). (1995). *Official Methods of Analysis of the AOAC International* (16th ed.). Arlington, VA, EE.UU. AOAC.
- Badji, C. A., Eiras, A. E., Cabrera, A., & Jaffe, K. (2003). Avaliação do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae). *Neotropical Entomology*, 32(2), 221-229. <https://doi.org/10.21930/978-958-740-169-1>.

Baker, A., Harvey, L., Majask-Newman, G., Fairweather-Tait, S., Flynn, A., & Cashman, K. (1999). Effect of dietary copper intakes on biochemical markers of bone metabolism in healthy adult males. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(5), 408-412. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600763> Benassi, M. D. T., & Antunes, A. J. (1988). A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 31(4), 507-513.

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.

Blanco de Alvarado, T. (2016). *Alimentos nativos del Perú al mundo*. Lima, Perú: Ed. USIL.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5).

Campos, D., Chirinos, R., Ranilla, L. G., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive potential of andean fruits, seeds, and tubers. En F. Toldra (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (pp. 287-343). Londres, Reino Unido: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>.

Cárdenas, G., Arrazola, G., & Villalba, M. (2016). Frutas tropicales: Fuente de compuestos bioactivos naturales en los alimentos. *Ingenium Revista de la Facultad de Ingeniería*, 17(33), 30-40. <https://doi.org/10.21500/01247492.2152>.

Cardero Reyes, Y., Sarmiento González, R., & Selva Capdesuñer, A. (2009). Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. *Medisan*, 13(6), 0-0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192009000600014

Collazos, C., Alvisur, E., Vasquez, J., Herrera, N., Robles, N., Arias, M., ... & Roca, A. (1996). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Salud. Recuperado de <https://doi.org/10.6026/97320630014404>.

Contreras, J., Calderón, L., Guerra, E., & Garcia, B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Research International*, 44(7), 2047-2053. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x>.

Corrales-Bernal, A., Vergara, A., Rojano, B., Yahia, E., & Maldonado M. (2015). Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalis peruviana* L.) en tres estadios de maduración. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(4), 254-262. Recuperado de http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/11980/1/CorralesAndrea_2015_CaracterísticasNutricionalesAntioxidantesUchuva.pdf.

Chemah, T.C., Aminah, A., Noriham, A., & Wan-Aida, W.M. (2010). Determination of pitaya seeds as a natural antioxidant and source of essential fatty acids. *International Food Research Journal*, 17(4), 1003-1010.

Fischer, G., Herrera, A. A., & Almanza, P. J. (2011). Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). En E. Yahia (Ed.), *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp. 374-397). Londres, Reino Unido: Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.374>.

Gancel, A, Alter, P., Dhuique, C., Ruales, J., & Vaillant, F. (2008). Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (*Solanum quitoense* Lam. var. Puyo hybrid), an Andean fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(24), 11890-11899. <https://doi.org/10.1021/jf801515p>.

Gómez, F. C., Trejo, L. I., García, J. C., & Cadeña, J. (2014). Lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.] como cultivo novedoso en el paisaje agroecosistémico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(9), 1741-1753. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1061>.

González Coral, A. (2007). *Frutales nativos amazónicos: patrimonio alimenticio de la humanidad* (2ª ed.). Iquitos, Perú: IIAP. Recuperado de http://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/IIAP/278/1/Gonzales_libro_2007.pdf.

Gry, J., Black, L., Eriksen, F. D., Pilegaard, K., Plumb, J., Rhodes, M., ... & Kroon, P. A. (2007). EuroFIR-BASIS—a combined composition and biological activity database for bioactive compounds in plant-based foods. *Trends in Food Science & Technology*, 18 18(8), 434-444. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.05.008>.

Guevara, M., Tejera, E., Granda-Albuja, M. G., Iturralde, G., Chisaguano-Tonato, M., Granda-Albuja, S., ... & Alvarez-Suarez, J. M. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of the main fruits consumed in the western coastal region of Ecuador as a source of health-promoting compounds. *Antioxidants*, 8(9), 387. <https://doi.org/10.3390/antiox8090387>

Ibrahim, S. R., Mohamed, G. A., Khedr, A. I., Zayed, M. F., & El-Kholy, A. (2018). Genus *Hylocereus*: Beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance—A review. *Journal of Food Biochemistry*, 42(2). <https://doi.org/10.1111/jfbc.12491>.

Institute of Medicine. (2000). *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. Washington, DC: The National Academies Press. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(00\)00596-7](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(00)00596-7)

Institute of Medicine. (2001). *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10026>

Kim, H., Choi, H., Moon, J., Kim, Y., Mosaddik, A., & Cho, S. (2011). Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *Journal of Food Science*, 76(1), 38-45. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x>.

Kondo, T., Martínez, M., Medina, J.A., Rebollo-Roa, A., Cardozo-Burgos, C. (2013). *Manual Técnico. Tecnología para el manejo de pitaya amarilla Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran en Colombia*. Prodimedios, Bogotá, Colombia. <https://repositorio.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34308>

Kumar, S. B., Issac, R., & Prabha, M. L. (2018). Functional and health-promoting bioactivities of dragon fruit. *Drug Invention Today*, 10, 3307-3310.

Le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011). Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). En E. Yahia (Ed.), *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp. 247-273). Londres, Reino Unido: Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857092618.247>.

Le Bellec, F., Vaillant, F., & Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250. <https://doi.org/10.1051/fruits:2006021>.

Lobo, M. (2006). Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2), 40-54. https://doi.org/10.21930/rcta.vol7_num2_art:68.

- Lobo, M., Cano, C., Paz, O., & Giraldo, A. (2007). Variabilidad morfológica de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) y especies relacionadas de la sección Lasiocarpa. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 60(2), 3939-3964. <https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2018.2928>.
- Mahattanatawee, K., Manthey, J., Luzio, G., Talcott, S., Goodner, K., & Baldwin, E. (2006). Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 7355-7363. <https://doi.org/10.1021/jf060566s>.
- Martínez, N., Vidal, M., & Lahuerta, J. (2008). Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietética*, 12(2), 64-68. [https://doi.org/10.1016/s1138-0322\(08\)75623-2](https://doi.org/10.1016/s1138-0322(08)75623-2).
- Moreno, E., Ortiz, B., & Restrepo, L. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista Colombiana de Química*, 43(3), 41-48. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v43n3.53615>.
- Muñoz, A., Ramos, D., Alvarado, C., & Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 142-149. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n3/a03v73n3.pdf?>.
- Nagy, S. (1980). Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(1), 8-18. doi:10.1021/jf60227a026.
- Ortiz, Y. D., & Carrillo, J. A. (2012). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. *Comunicata Scientiae*, 3(4), 220-237. Recuperado de <https://bit.ly/2veiOFk>.
- Patel, D., Shukla, S., & Gupta, S. (2007). Apigenin and cancer chemoprevention: progress, potential and promise. *International Journal of Oncology*, 30(1), 233-245. <https://doi.org/10.3892/ijo.30.1.233>.
- Pérez-Balladares, D., Castañeda-Terán, M., Granda-Albuja, M., Tejera, E., Iturralde, G., Granda-Albuja, S., ... & Alvarez-Suarez, J. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of the main fruits, tubers and legumes traditionally consumed in the Andean regions of Ecuador as a source of health-promoting compounds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74(3), 350-357. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00744-8>
- Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. (2007). Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas. En *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*. Cartagena (pp. 1150-1160). Recuperado de <https://go.aws/3cHwzxn>.
- Puente, L., Pinto, C., Castro, E., & Cortés, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1733-1740. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.034>.
- Ramadan, M. (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Research International*, 44(7), 1830-1836. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.042>.
- Ramadan, M. F., & Mörsel, J. T. (2003). Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(4), 969-974. <https://doi.org/10.1021/jf020778z>.
- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O., Bourdon, E., & Bahorun, T. (2011) Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44(7), 2088-2099. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.056>

- Raskin, I., Ribnicky, D. M., Komarnytsky, S., Ilic, N., Poulev, A., Borisjuk, N., ... & O'Neal, J. M. (2002). Plants and human health in the twenty-first century. *Trends in Biotechnology*, 20(12), 522-531. [https://doi.org/10.1016/s0167-7799\(02\)02080-2](https://doi.org/10.1016/s0167-7799(02)02080-2).
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/s08915849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s08915849(98)00315-3).
- Reyes, M., Gómez, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima, Perú: Ministerio de Salud. Recuperado de <https://doi.org/10.6026/97320630014404>.
- Rodríguez, S., & Rodríguez, E. (2007). Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. *Revista Médica Vallejiana*, 4(1), 43-52. <https://doi.org/10.18050/revistamedicavallejiana.v4i1.2222>.
- Romero, M., Noriega, F., Farías, M., Belchi, L., Jara, P., & Vera Flores, B. (2019). Nuevas fuentes de antioxidantes naturales: caracterización de compuestos bioactivos en cinco frutos nativos de Chile. *Revista Perfiles*, 22(2), 34-41. Recuperado de http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11221/1/per_n22_v2_10.pdf.
- Siddiq, M., & Nasir, M. (2012). Dragon fruit and durian. En M. Siddiq (Ed.), *Tropical and subtropical fruits: Postharvest physiology, processing and packaging* (1st ed., pp 587-596). Oxford, UK: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118324097.ch30>
- Talcott, T., & Howard, R. (1999). Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47(5), 2109-2115. <https://doi.org/10.1021/jf981134n>.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros, L., & Hawkins, D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>.
- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry*, 111(4), 816-823. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>