




Frutos nativos de Perú como fuente potencial de nutrientes, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables

Native fruits of Peru as a potential source of nutrients, bioactive compounds and antioxidant capacity in the nutritional requirements of vulnerable groups

Frutas nativas do Peru como fonte potencial de nutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante nas necessidades nutricionais de grupos vulneráveis

Antonio José Obregón La Rosa^{1*}, Garbiña Anadeira Talledo Rodríguez¹ y Rember Emilio Pinedo Taco²

¹Escuela de Ciencia de Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Correo electrónico: (AO): aobregonl@unmsm.edu.pe, ; (GT) gabytalledo@yahoo.es, . ²Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de agronomía. Departamento de Fitotecnia, Lima, Perú. Correo electrónico: rpinedo@lamolina.edu.pe, .

Resumen

La región andina posee una gran variedad de especies nativas, que pueden satisfacer una gran parte de los requerimientos nutricionales diarios, necesarios para poblaciones vulnerables, debido al alto contenido de nutrientes que estos poseen. En este trabajo se realizó la caracterización fisicoquímica de tres tipos de frutos nativos provenientes de la región andina del Perú: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y quito quito (*Solanum quitoense*), se evaluó el potencial de nutrientes, los compuestos bioactivos, la capacidad antioxidante y se comparó con el requerimiento nutricional de grupos vulnerables (adultos mayores, madres gestantes y madres en período de lactancia). Para cada grupo vulnerable se contrastó el aporte promedio de los frutos y el aporte promedio teórico de una dieta de cinco días con el IDR10, que representa el 10 % del requerimiento total de la Ingesta Dietética de Referencia

Recibido el 28-07-2020 • Aceptado el 08-09-2020.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: aobregonl@unmsm.edu.pe

(IDR) considerando que el consumo de los frutos representa un 10 % de la ingesta total de alimentos por día. Para comprobar la hipótesis se determinó un índice global como una función de deseabilidad, determinado a partir de la media geométrica de los índices de compuestos físico-químicos, nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante de los frutos estudiados. Se utilizó el método estadístico no paramétrico de Kruskal Wallis con un nivel significativo de 5 %, constatando significativamente ($p \leq 0,05$) que el contenido de los componentes de los frutos nativos representa una fuente potencial de nutrientes, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables.

Palabras clave: Compuestos fenólicos, estrés oxidativo, malnutrición, requerimiento nutricional.

Abstract

The Andean region has a great variety of native species, which can satisfy a large part of the daily nutritional requirements, necessary for vulnerable populations, due to their high nutrient content. In this work, the physicochemical characterization of three types of native fruits from the Andean region of Peru was carried out: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) and Quito (*Solanum quitoense*), the potential of nutrients, the bioactive compounds, antioxidant capacity and was compared with the nutritional requirement of vulnerable groups (older adults, pregnant mothers and lactating mothers). For each vulnerable group, the average contribution of the fruits and the theoretical average contribution of a five-day diet were contrasted with the IDR10, which represents 10 % of the total requirement of the Dietary Reference Intake (IDR) considering that the consumption of the fruit represents 10 % of the total food intake per day. To test the hypothesis, a global index was determined as a function of desirability, determined from the geometric mean of the indices of physical-chemical, nutritional, bioactive compounds and antioxidant capacity of the studied fruits. The non-parametric statistical method of Kruskal Wallis was used with a significant level of 5 %, significantly verifying ($p \leq 0.05$) that the content of the components of the native fruits represent a potential source of nutrients, bioactive compounds and antioxidant capacity in the nutritional requirements of vulnerable groups.

Keywords: Phenolic compounds, oxidative stress, malnutrition, nutritional requirement.

Resumo

A região andina possui uma grande variedade de espécies nativas, que podem satisfazer grande parte das necessidades nutricionais diárias, necessárias para populações vulneráveis, devido ao seu alto teor de nutrientes. Neste trabalho foi realizada a caracterização físico-química de três tipos de frutas nativas da

região andina do Peru: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), Pitahaya amarela (*Selenicereus megalanthus*) e Quito (*Solanum quitoense*), o potencial de nutrientes, a compostos bioativos, capacidade antioxidante e foi comparada com a necessidade nutricional de grupos vulneráveis (idosos, mães grávidas e lactantes). Para cada grupo vulnerável, a contribuição média das frutas e a contribuição média teórica de uma dieta de cinco dias foram contrastadas com a IDR10, que representa 10 % da necessidade total da Ingestão Dietética de Referência (IDR) considerando que o consumo da frutas representam 10% da ingestão total de alimentos por dia. Para testar a hipótese, foi determinado um índice global em função da desejabilidade, determinado a partir da média geométrica dos índices físico-químicos, nutricionais, compostos bioativos e capacidade antioxidante dos frutos estudados. Foi utilizado o método estatístico não paramétrico de Kruskal Wallis com nível de significância de 5 %, verificando significativamente ($p \leq 0,05$) que os conteúdos dos componentes dos frutos nativos representam uma fonte potencial de nutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante nas necessidades nutricionais de grupos vulneráveis.

Palavras-chave: Compostos fenólicos, estresse oxidativo, desnutrição, exigência nutricional.

Introducción

El Perú, posee diversas especies nativas, esta megadiversidad se debe a la presencia de la Cordillera de los Andes, siendo unos de los centros más importantes de recursos genéticos, conocidos como Centros de Vavilov, por el alto número de especies domesticadas y variedad de ecosistemas (Mostacero *et al.*, 2017; Campos *et al.*, 2018; Bravo *et al.*, 2016). En esta región, existen diversas frutas nativas que poseen nutrientes esenciales para la salud pública, las cuales han sido poco estudiadas (Campos *et al.*, 2018). Destacan los frutos nativos como el aguaymanto, el sanky, la pitahaya, la chirimoya, la lúcuma entre otros, los que son más sabrosos que los frutos tradicionales y además presentan propiedades nutricionales beneficiosas para la salud (Blanco de Alvarado, 2016).

Introduction

Peru has several native species, this megadiversity is due to the presence of the Andes Mountains, being one of the most important centers of genetic resources, known as Vavilov Centers, due to the high number of domesticated species and variety of ecosystems (Mostacero *et al.*, 2017; Campos *et al.*, 2018; Bravo *et al.*, 2016). In this region, there are several native fruits that have essential nutrients for public health, which have been little studied (Campos *et al.*, 2018). Native fruits such as aguaymanto, sanky, pitahaya, custard apple, lucuma, among others, stand out, which are tastier than traditional fruits and have nutritional properties beneficial to health (Blanco de Alvarado, 2016).

Regarding the nutritional aspect, the high content of vitamins and

Con respecto al aspecto nutricional, el alto contenido de vitaminas y nutrientes esenciales de los frutos nativos es una alternativa para enfrentar los problemas de desnutrición y malnutrición sobre todo en sectores de poblaciones vulnerables. La desnutrición, el sobrepeso y obesidad (conocida como la malnutrición) constituyen uno de los grandes problemas que afecta principalmente a personas que tienen cierto grado de riesgo considerándose como personas vulnerables. La malnutrición trae consigo consecuencias negativas para la salud y la calidad de vida de personas en situaciones de riesgo; además de tener un impacto negativo a nivel económico y social (Curi-Quinto *et al.*, 2019; Nugent *et al.*, 2020).

El consumo de frutas y verduras, proporcionan nutrientes que ayudan en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables como niños, adultos mayores, madres en periodos de lactancia, entre otros (Pennington y Fisher, 2010). Los frutos poseen compuestos bioactivos como polifenoles, carotenoides, flavonoides, fibra, vitaminas, minerales y péptidos bioactivos, los que están relacionados con el tratamiento de enfermedades crónicas degenerativas (Martínez *et al.*, 2008; Septembre-Malaterre *et al.*, 2018; Dos Santos *et al.*, 2015). Estas sustancias actúan en la degradación oxidativa de los radicales libres, responsables de la generación de este tipo de enfermedades (Costa *et al.*, 2013; Guerreo-Ochoa *et al.*, 2015).

Diversos estudios indican que los compuestos bioactivos presentes

essential nutrients of native fruits is an alternative to face the problems of malnutrition, especially in sectors of vulnerable populations. Malnutrition, overweight and obesity constitute one of the great problems that mainly affects people who have a certain degree of risk and are considered vulnerable. Malnutrition brings with its negative consequences for the health and quality of life of people at risk; in addition to having a negative economic and social impact (Curi-Quinto *et al.*, 2019; Nugent *et al.*, 2020).

The consumption of fruits and vegetables provide nutrients that help in the nutritional requirements of vulnerable groups such as children, the elderly, mothers in lactation periods, among others (Pennington y Fisher, 2010). The fruits have bioactive compounds such as polyphenols, carotenoids, flavonoids, fiber, vitamins, minerals and bioactive peptides, which are related to the treatment of chronic degenerative diseases (Martínez *et al.*, 2008; Septembre-Malaterre *et al.*, 2018; Dos Santos *et al.*, 2015). These substances act in the oxidative degradation of free radicals, responsible for the generation of this type of disease (Costa *et al.*, 2013; Guerreo-Ochoa *et al.*, 2015).

Various studies indicate that the bioactive compounds present in the fruits are recommended in public health as antidiabetic, anticancer, antihypertensive, neuroprotective, anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, antiviral, stimulation of the immune system, in cellular

en los frutos se recomiendan en salud pública como antidiabéticos, anticancerosos, antihipertensivos, neuroprotectores, antiinflamatorios, antioxidantes, antimicrobianos, antivirales, estimulación del sistema inmunológico, en desintoxicación celular, en la síntesis de colesterol, anticonvulsivantes y su capacidad para disminuir la presión arterial (Karasawa y Mohan, 2018).

Sin embargo, la enorme riqueza de los frutos nativos, no es aprovechada eficientemente, existiendo escasa información sobre el aporte de los compuestos nutricionales y bioactivos de los frutos nativos sobre los requerimientos nutricionales diarios de grupos vulnerables, como ancianos, madres gestantes y madres en período de lactancia, etc. Según Contente y Bellido (2006) en el mundo mueren 57 millones de personas al año, principalmente por enfermedades crónicas degenerativas no transmisibles que representan las dos terceras partes de estas muertes y del 46 % de la morbilidad a nivel mundial.

En los últimos años, se investiga el papel que desempeñan los antioxidantes presentes en los vegetales en la reducción de enfermedades cardiovasculares, en numerosos tipos de cáncer, en el SIDA e incluso en otras enfermedades directamente asociadas con el proceso de envejecimiento, como son las cataratas o las enfermedades degenerativas del sistema nervioso, ocasionadas por los radicales libres (Martínez *et al.*, 2008; Karasawa y Mohan, 2018).

detoxygenation, in the synthesis of cholesterol, anticonvulsant and its ability to lower blood pressure (Karasawa y Mohan, 2018).

However, the enormous wealth of native fruits is not used efficiently, there is little information on the contribution of nutritional and bioactive compounds of native fruits on the daily nutritional requirements of vulnerable groups, such as the elderly, pregnant mothers and mothers in period breastfeeding, etc. According to Contente and Bellido (2006), 57 million people die a year in the world, mainly from chronic degenerative non-communicable diseases that account for two thirds of these deaths and 46 % of morbidity worldwide.

In recent years, the role of antioxidants present in vegetables has been investigated in reducing cardiovascular diseases, numerous types of cancer, AIDS and even other diseases directly associated with the aging process, such as cataracts. or degenerative diseases of the nervous system, caused by free radicals (Martínez *et al.*, 2008; Karasawa y Mohan, 2018).

Therefore, native fruits represent a potential source of nutrients and bioactive compounds (Septembre *et al.*, 2018; Shashirekha *et al.*, 2015), and there is enormous interest in knowing what is the contribution of these components in the diet of vulnerable groups.

For this reason, the present investigation was proposed to evaluate the potential of nutrients, bioactive compounds and antioxidant capacity of three types of fruits from the

Por lo señalado, las frutas nativas representan una fuente potencial de nutrientes y de compuestos bioactivos (Septembre *et al.*, 2018; Shashirekha *et al.*, 2015), existiendo un enorme interés por conocer cuál es el aporte de dichos componentes en la dieta de grupos vulnerables.

Por tal razón, se planteó la presente investigación cuyo objetivo fue evaluar el potencial de nutrientes, los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante de tres tipos de frutos provenientes de la región andina del Perú: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y quito quito (*Solanum quitoense*), y se comparó con el requerimiento nutricional de grupos vulnerables (adultos mayores, madres gestantes y madres en periodo de lactancia).

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo

El estudio se realizó en dos etapas. La primera etapa consistió en obtener vía colecta los frutos nativos. Los frutos se colectaron de la zona andina y de la selva central del Perú durante los meses de enero a marzo de 2019. El Aguaymanto provino de la región andina central (Ayacucho); la pitahaya de la selva norte peruana (Ucayali) y el quito quito de la provincia de Oxapampa, Pasco. La segunda etapa, se ejecutó en los laboratorios de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El experimento se ejecutó durante los meses de enero a julio de 2019. Se muestrearon al azar 50 kg

Andean region of Peru: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) and Quito Quito (*Solanum quitoense*), and it was compared with the nutritional requirement of vulnerable groups (older adults, pregnant mothers and lactating mothers).

Materials and methods

Trial location

The study was carried out in two stages. The first stage consisted of obtaining the native fruits via the collection. The fruits were collected from the Andean zone and the central jungle of Peru during the months of January to March 2019. The Aguaymanto came from the central Andean region (Ayacucho); the pitahaya from the northern Peruvian jungle (Ucayali) and the quito quito from the province of Oxapampa, Pasco. The second stage was carried out in the laboratories of the Faculty of Pharmacy and Biochemistry of the Universidad Nacional Mayor de San Marcos. The experiment was run from January to July 2019. Approximately 50 kg of each fruit were randomly sampled from plants with the best phenotype, dividing into 5 batches of 10 kg, expressing the results as the mean of each batch ($n = 5$). The fruits were washed, ground and lyophilized and kept at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ for their respective analyzes.

Physicochemical analysis

The fiber content was determined by acid and alkaline digestion and the total carbohydrates by difference, subtracting from 100 the sum of the

aproximadamente de cada fruto, de plantas de mejor fenotipo, dividiéndose en 5 lotes de 10 kg, expresando los resultados como la media de cada lote ($n = 5$). Las frutas fueron lavadas, molidas y liofilizadas y mantenidas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para sus análisis respectivos.

Análisis físico-químicos

Se determinó el contenido de fibra mediante una digestión ácida y alcalina y los carbohidratos totales por diferencia, restando de 100 la suma de los porcentajes de agua, proteína bruta, cenizas y extracto etéreo (AOAC, 2012).

El contenido de minerales se determinó en muestras de cenizas obtenidas en una mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ y posteriormente disueltas en HCl. Los extractos de minerales se midieron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer modelo 3030-B). El magnesio (Mg), cobre (Cu) y hierro (Fe) fueron determinados por Espectrometría de Absorción Atómica con Llama (FAAS) y el potasio (K) por espectrometría de Emisión Atómica con Llama (FAES). Para cada mineral se preparó una curva estándar y un blanco respectivo. El contenido de fósforo (P) fue medido utilizando la técnica espectrofotométrica con azul de molibdeno (AOAC, 2012).

Determinación de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante

El contenido de vitamina C (Ácido ascórbico), se determinó mediante el método modificado de titulación con 2,6 diclorofenol indofenol que utiliza ácido oxálico en lugar de ácido metafosfórico durante la extracción,

percentajes of water, crude protein, ash and ethereal extract (AOAC, 2012).

The mineral content was determined in ash samples obtained in a muffle at $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ and subsequently dissolved in HCl. Mineral extracts were measured using an atomic absorption spectrophotometer (Perkin Elmer model 3030-B). Magnesium (Mg), copper (Cu) and iron (Fe) were determined by Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS) and potassium (K) by Flame Atomic Emission Spectrometry (FAES). For each mineral, a standard curve and a respective blank were prepared. The content of phosphorus (P) was measured using the spectrophotometric technique with molybdenum blue (AOAC, 2012).

Determination of bioactive compounds and antioxidant capacity

The content of vitamin C (ascorbic acid) was determined by the modified titration method with 2,6 dichlorophenol indophenol that uses oxalic acid instead of metaphosphoric acid during extraction, as recommended by Benassi and Antunes (1988).

Determination of phenolic compounds

For the extraction of phenolic compounds, 0.5 g of lyophilized pulp of each previously homogenized fruit was weighed and 5 mL of $\text{H}_2\text{O}/\text{MeOH}/$ formic acid solution (24:25:1 % v/v) was added. Subsequently, the sample was extracted in an ultrasound (Sonorex brand, model RK512H) for one hour, then the samples were left to rest

según lo recomendado por Benassi y Antunes (1988).

Determinación de compuestos fenólicos

Para la extracción de los compuestos fenólicos, se pesaron 0,5 g de pulpa liofilizada de cada fruto previamente homogenizada y se agregó 5 mL de solución de H₂O/MeOH/ac.fórmico (24:25:1 % v/v). Posteriormente se procedió a la extracción de la muestra en un ultrasonido (marca Sonorex, modelo RK512H) por una hora, seguidamente, las muestras se dejaron reposar por 24 horas tapadas en refrigeración. Después, las muestras se sometieron nuevamente a extracción en el ultrasonido por una hora, seguidamente se centrifugaron a 3500 rpm durante 15 min, se filtraron y el líquido filtrado (extracto) fue recolectado para los correspondientes análisis de fenoles y capacidad antioxidante (Romero *et al.*, 2019).

La determinación de compuestos fenólicos se realizó con el método de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton y Rosi (1965), partiendo de una curva estándar de ácido gálico (de 0,05 a 1 g ácido gálico.L⁻¹) expresando los resultados como equivalentes de ácido gálico en mg. 100 g⁻¹ de muestra. Se realizaron mediciones de absorbancia a 765 nm, empleando un espectrofotómetro marca Hitachi U-2800 A (Tokyo, Japón).

Capacidad antioxidante mediante el método ABTS

El ensayo de ABTS fue realizado según lo descrito por Re *et al.* (1999), utilizando el mismo extracto que para la determinación de polifenoles totales. Se preparó una curva estándar

for 24 hours covered in refrigeration. Afterwards, the samples were again subjected to extraction in ultrasound for one hour, then they were centrifuged at 3500 rpm for 15 min, they were filtered, and the filtered liquid (extract) was collected for the corresponding analyzes of phenols and antioxidant capacity (Romero *et al.*, 2019).

The determination of phenolic compounds was carried out with the Folin-Ciocalteu method, described by Singleton and Rosi (1965), starting from a standard curve of gallic acid (from 0.05 to 1 g gallic acid.L⁻¹) expressing the results as gallic acid equivalents in mg. 100 g⁻¹ sample. Absorbance measurements were made at 765 nm, using a Hitachi U-2800 A (Tokyo, Japan) brand spectrophotometer.

Antioxidant capacity using the ABTS method

The ABTS assay was performed as described by Re *et al.* (1999), using the same extract as for the determination of total polyphenols. A standard curve of 5 to 0.5 mM of trolox was prepared in Buffer PBS (phosphate saline). The generation of the ABTS + radical was obtained by reaction of 7 mM ABTS with 2.45 mM potassium persulfate, incubated at room temperature and in the dark for 16 hours. The ABTS + radical formed was diluted with PBS buffer to obtain an absorbance reading at 730 nm of 0.70 ± 0.02 (approximately 1/7₅). The results were expressed in μmol trolox.100 g⁻¹ sample.

de 5 a 0,5 mM de trolox en Buffer PBS (fosfato salino). La generación del radical ABTS⁺ se obtuvo 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 tampón PBS hasta obtener una lectura de absorbancia a 730 nm de $0,70 \pm 0,02$ (aproximadamente $1/70$). Los resultados fueron expresados en $\mu\text{mol trolox} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ muestra.

Determinación de carotenoides totales

Para la extracción de los carotenoides se pesaron 0,5 gramos de pulpa liofilizada de cada fruto, adicionando 2,5 mL de una mezcla de hexano:acetona (1:1 % v/v). Posteriormente, se centrifugó a 3500 rpm durante 15 minutos y se recogió el sobrenadante (el residuo, de la parte inferior, fue sucesivamente extraído de la misma manera hasta que desapareció el color amarilloso). Luego se adicionaron 2,5 mL de éter de petróleo al extracto extraído y se colocó en un ultrasonido (marca Sonorex, modelo RK512H) por una (1) hora, después se lavaron los extractos con agua destilada varias veces. La determinación de los carotenoides totales se realizó midiendo la absorbancia del extracto en un espectrofotómetro (marca Hitachi U-2800 A, Tokyo, Japón) a 470 nm, partiendo de una curva estándar de β -caroteno (de 10 a 200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), usando como blanco el éter de petróleo, según lo recomendado por Talcott y Howard (1999). Los resultados fueron expresados como mg de β -caroteno. 100 g^{-1} de muestra.

Determination of total carotenoids

For the extraction of the carotenoids, 0.5 grams of lyophilized pulp of each fruit were weighed, adding 2.5 mL of a mixture of hexane:acetone (1:1 % v/v). Subsequently, it was centrifuged at 3500 rpm for 15 minutes and the supernatant was collected (the residue, from the lower part, was successively extracted in the same way until the yellow color disappeared). Then 2.5 mL of petroleum ether were added to the extracted extract and it was placed in an ultrasound (Sonorex brand, model RK512H) for one (1) hour, then the extracts were washed with distilled water several times. The determination of total carotenoids was carried out by measuring the absorbance of the extract in a spectrophotometer (brand Hitachi U-2800 A, Tokyo, Japan) at 470 nm, starting from a standard curve of β -carotene (from 10 to 200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), using petroleum ether as a target, as recommended by Talcott and Howard (1999). The results were expressed as $\text{mg of } \beta\text{-carotene} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ sample.

Dietary reference intake (IDR)

The Dietary Reference Intake (RDI) requirements were used to contrast the content of the physical-chemical and nutritional components of the study fruits, based on the recommendations of the Food and Nutrition Board (National Academy of Sciences [NAS] from United States). To compare the requirements of bioactive compounds and antioxidant capacity, the recommendations of Saura-Calixto and Goñi (2006) were taken as a reference, who determined

Ingesta dietética de referencia (IDR)

Los requerimientos de Ingesta dietética de referencia (IDR), se utilizaron para las contrastaciones del contenido de los componentes físico-químicos y nutricionales de los frutos en estudio, a partir de las recomendaciones de la Food and Nutrition Board (National Academy of Sciences [NAS] de los Estados Unidos). Para comparar los requerimientos de compuestos bioactivos y de la capacidad antioxidante, se tomó como referencia las recomendaciones de Saura-Calixto y Goñi (2006), quienes determinaron los requerimientos de antioxidantes y de compuestos bioactivos de la dieta mediterránea española.

Para comparar los aportes de los componentes de los frutos estudiados con los valores de IDR recomendados, se consideró un consumo de 200 gramos de frutos por día, es decir 100 g de fruto a media mañana y 100 g a media tarde aproximadamente, que viene a representar un promedio del 10 % de la ingesta diaria total de alimento que consume una persona. Los valores del contenido de compuestos físico-químicos, nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante de los frutos nativos se reportaron por día de consumo. El consumo teórico de los frutos durante cinco días, se efectuó de acuerdo a lo indicado en el cuadro 1.

La IDR10 de cada grupo vulnerable estudiado fue comparada con los siguientes tratamientos:

Aporte promedio de cada fruto de forma independiente: El contenido promedio de los componentes

the requirements of antioxidants and bioactive compounds of the Spanish Mediterranean diet.

To compare the contributions of the components of the fruits studied with the recommended IDR values, a consumption of 200 g. of fruits per day was considered, that is, 100 g of fruit at mid-morning and approximately 100 g at mid-afternoon, which comes to represent an average of 10 % of the total daily food intake that a person consumes. The values of the content of physical-chemical, nutritional, bioactive compounds and antioxidant capacity of the native fruits were reported per day of consumption. The theoretical consumption of the fruits for five days was carried out according to what is indicated in table 1.

The IDR10 of each vulnerable group studied was compared with the following treatments:

- Average contribution of each fruit independently: The average content of the nutritional components of each fruit independently (aguaymanto, pitahaya and quito quito).

- Average contribution of the fruits.

- Average contribution of the diet, for a consumption of 200 g. of fruits per day for five days according to what is indicated in table 1.

Contrasting the hypotheses

The results of the treatments indicated above were used in the determination of a global index, obtained from the geometric mean of the indices of physical-chemical and nutritional compounds, bioactive compounds and antioxidant capacity for each vulnerable group analyzed, using the function of desirability.

nutricionales de cada fruto de forma independiente (aguaymanto, pitahaya y quito quito).

Aporte promedio de los frutos en su conjunto.

Aporte promedio de la dieta, para un consumo de 200 gramos de frutos diarios por cinco días de acuerdo a lo indicado en el cuadro 1.

According to Wu (2004), the global desirability was calculated with the following formula:

$$D = \sqrt[n]{d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n}$$

Where:

D = Global desirability

d1, d2, ..., dn = Individual

Cuadro 1. Dieta teórica propuesta de frutos nativos para grupos vulnerables.

Table 1. Proposed theoretical diet of native fruits for vulnerable groups.

Día	Fruto	Consumo (g.día ⁻¹)
1	Aguaymanto	200
2	Pitahaya	200
3	Quito Quito	200
4	Aguaymanto	200
5	Quito Quito	200

Fuente: Elaboración propia.

Source: Self made.

Contrastación de las hipótesis

Los resultados de los tratamientos indicados anteriormente se utilizaron en la determinación de un índice global, obtenido a partir de la media geométrica de los índices de compuestos físico-químicos y nutricionales, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante para cada grupo vulnerable analizado, utilizando la función de deseabilidad.

De acuerdo a Wu (2004), la deseabilidad global se calculó con la siguiente fórmula

$$D = \sqrt[n]{d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n}$$

Dónde: D= Deseabilidad global

desirabilities which in turn are transformations that convert the predicted values of each response.

The maximum parameter used in the research was one (1) that corresponds to the IDR10 of each component according to the vulnerable group analyzed.

Experimental design and statistical analysis of data

Descriptive statistical analysis and inferential analysis were performed to search for association or correlation. The normal distribution of the data was analyzed using the Anderson-Darling test (Gutiérrez y De la Vara, 2008). In cases where significant differences were found between

d_1, d_2, \dots, d_n = Deseabilidades individuales que a su vez son transformaciones que convierten los valores predichos de cada respuesta.

El parámetro máximo utilizado en la investigación fue de uno (1) que corresponde al IDR10 de cada componente según el grupo vulnerable analizado.

Diseño experimental y análisis estadístico de datos

Se realizó el análisis estadístico descriptivo y el análisis inferencial para la búsqueda de asociación o correlación. La distribución normal de los datos se analizó mediante la prueba de Anderson-Darling (Gutiérrez y De la Vara, 2008). En casos donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (IDR10 de cada grupo vulnerable, aporte promedio de los frutos de forma independiente y en su conjunto y aporte promedio de la dieta establecida), se procedió a realizar una prueba de comparación entre tratamientos, a fin de evaluar la significancia (Pedrosa *et al.*, 2015).

Resultados y discusión

Componentes físico-químicos y nutricionales

En el estudio del aporte de los componentes físico-químicos y nutricionales de los frutos nativos con relación al IDR10, para los grupos vulnerables estudiados, se demostró que en el aguaymanto, el contenido promedio de fibra, carbohidratos, fósforo y el promedio de la dieta resultaron mayores a los IDR10 del adulto mayor, madres gestantes y madres lactantes ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2).

treatments (IDR10 of each vulnerable group, average contribution of the fruits independently and as a whole and average contribution of the established diet), a comparison test between treatments was carried out, in order to assess significance (Pedrosa *et al.*, 2015).

Results and discussion

Physical-chemical and nutritional components

In the study of the contribution of the physical-chemical and nutritional components of the native fruits in relation to the IDR10, for the vulnerable groups studied, it was shown that in the aguaymanto, the average content of fiber, carbohydrates, phosphorus and the average of the diet they were higher than the IDR10 of the elderly, pregnant mothers and lactating mothers ($p \leq 0.05$) (Table 2).

The nutritional recommendations (IDR) of the Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2000) exceed the nutritional requirements in some cases by 20 to 30%, since these IDRs indicate the minimum amounts necessary (Cereceda, 2008).

The fiber content of the aguaymanto, quite quite, average fruit and diet were higher than the IDR10 for each vulnerable group studied. In this regard, Mesquita de Carvalho *et al.* (2019), Larrauri *et al.* (1996); Wang and Jiao (2000) Staffolo *et al.* (2004) and Ajila *et al.* (2008) point out that dietary fiber favors better glycemic control, diabetes, high cholesterol, colon cancer, and gastrointestinal and cholesterol disorders.

Cuadro 2. Aporte promedio de los componentes físico-químicos y nutricionales de los frutos nativos respecto al IDR10 en adulto mayor, madres gestantes y madres en período de lactancia.

The high content of copper and iron found in the fruits studied, cover the nutritional needs required daily only with the consumption of 100 g. of the fruits and the established diet. The fruits of aguaymanto, pitahaya and

Cuadro 2. Aporte promedio de los componentes físico-químicos y nutricionales de los frutos nativos respecto al IDR10 en adulto mayor, madres gestantes y madres en período de lactancia.

Table 2. Average contribution of the physical-chemical and nutritional components of native fruits with respect to the IDR10 in older adults, pregnant mothers and lactating mothers.

	Fibra* (g.día ⁻¹)	Carbohidratos (g.día ⁻¹)	Fósforo (mg.día ⁻¹)	Potasio (g.día ⁻¹)	Magnesio (mg.día ⁻¹)	Cobre (mg.día ⁻¹)	Hierro (mg.día ⁻¹)
IDR 10 Adulto Mayor		3,00 ^a	13,00 ^a	70,00 ^a	0,47 ^a	42,00 ^a	0,10 ^a
IDR 10 Madres gestantes		2,80 ^a	17,50 ^b	70,00 ^a	0,47 ^a	40,00 ^a	0,10 ^a
IDR 10 Madres en lactancia		2,90 ^a	21,00 ^c	70,00 ^a	0,51 ^b	36,00 ^b	0,13 ^a
Aguaymanto		5,47 ^d	32,59 ^f	93,65 ^d	0,56 ^c	43,23 ^f	1,89 ^b
Pitahaya		2,20 ^c	17,33 ^b	61,45 ^c	0,31 ^f	56,06 ^c	3,11 ^d
Quito Quito		3,74 ^b	20,56 ^c	81,13 ^c	0,71 ^e	50,15 ^c	2,38 ^c
Promedio Frutos		3,81 ^b	23,49 ^d	78,74 ^b	0,53 ^c	49,81 ^c	2,46 ^c
Promedio Dieta		4,13 ^c	24,72 ^e	82,20 ^c	0,57 ^d	48,56 ^d	2,33 ^c

*Valor medio de cinco mediciones (n=5); medias dentro de una columna con diferentes letras son significativamente diferentes a p ≤ 0,05.

*Mean value of five measurements (n = 5); means within a column with different letters are significantly different at p ≤ 0.05.

Las recomendaciones nutricionales (IDR) de la Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2000) exceden a los requerimientos nutricionales en algunos casos en un 20 a 30 %, toda vez que estos IDRs indican las cantidades mínimas necesarias (Cereceda, 2008).

El contenido de fibra del aguaymanto, quito quito, promedio de frutos y de la dieta resultaron mayores

quito quito presented high content of phosphorus, magnesium, copper and iron with respect to the IDR10 of vulnerable groups, providing the necessary requirements.

Bioactive compounds and antioxidant capacity

The content of the bioactive components of the fruits aguaymanto, quito quito, average of the fruits and

al IDR10 para cada grupo vulnerable estudiado. Al respecto, Mesquita de Carvalho *et al.* (2019), Larrauri *et al.* (1996); Wang y Jiao (2000) Staffolo *et al.* (2004) y Ajila *et al.* (2008) señalan que la fibra dietética favorece un mejor control de la glicemia, diabetes, colesterol alto, cáncer de colon y desórdenes gastrointestinales y del colesterol.

El alto contenido de cobre y de hierro encontrados en los frutos estudiados, cubren las necesidades nutricionales requeridas diarias solo con el consumo de 100 gramos de los frutos y de la dieta establecida. Los frutos de aguaymanto, pitahaya y quito quito presentaron alto contenido de fósforo, magnesio, cobre y hierro respecto al IDR10 de grupos vulnerables, aportando los requerimientos necesarios.

Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante

El contenido de los componentes bioactivos de los frutos aguaymanto, quito quito, promedio de los frutos y promedio de la dieta resultaron significativamente mayores al IDR10, requeridos para los grupos vulnerables estudiados (Cuadro 3).

Con relación al contenido de vitamina C, los valores promedios encontrados variaron de 55,5 a 62,61 mg.día⁻¹, que representa del 50 al 80 % del requerimiento diario requerido para grupos vulnerables. De acuerdo con la Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2000) los requerimientos diarios de vitamina C para los grupos vulnerables estudiados oscilan entre 75 y 120 mg.día⁻¹.

average of the diet were significantly higher than the IDR10, required for the vulnerable groups studied (Table 3).

Regarding the content of vitamin C, the average values found ranged from 55.5 to 62.61 mg.day⁻¹, which represents 50 to 80% of the daily requirement required for vulnerable groups. According to the Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2000), the daily requirements of vitamin C for the vulnerable groups studied range between 75 and 120 mg.day⁻¹.

In bioactive compounds, the values found for total carotenoids and polyphenols stand out. The majority contribution of carotenoids in the proposed diet is mainly due to the fruits of aguaymanto and quito quito, since the pitahaya contains a low content of carotenoids due to the whitish to transparent color of the pulp, in contrast to the aguaymanto and the quito quito which are orange yellow in color, characteristic of carotenoids.

In this regard, Puente *et al.* (2011), point out that the main active components of vitamin A in fruits are α -carotene, β -carotene and β cryptoxanthin; the most common carotenoids are β -carotenes, because none of the other carotenoids are present in provitamin A, which has half the activity of β -carotene; it is also less extensive in nature.

On the other hand, Gancel *et al.* (2008) indicate that *Solanum quitoense* has all-trans- β -carotene as the main carotenoid, followed by 13-cis- β -carotene and lutein and has

Cuadro 3. Aporte promedio de los componentes bioactivos de los frutos nativos respecto al IDR10 en el adulto mayor, madres gestantes y madres en período de lactancia.

Table 3. Average contribution of the bioactive components of native fruits with respect to the IDR10 in the elderly, pregnant mothers and lactating mothers.

	Carotenoides* (mg.día ⁻¹)	Polifenoles Totales* (mg.día ⁻¹)	Vitamina C* (mg.día ⁻¹)
IDR 10 Adulto Mayor	0,090 ^a	117,10 ^a	9,0 ^a
IDR 10 Madres gestantes	0,075 ^b	117,10 ^a	8,5 ^b
IDR 10 Madres en lactancia	0,130 ^c	117,10 ^a	8,5 ^c
Aguaymanto	1,600 ^g	125,865 ^d	86,280 ^f
Pitahaya	0,097 ^a	76,030 ^e	19,920 ^g
Quito Quito	1,488 ^f	134,476 ^f	60,288 ^b
Promedio frutos	1,062 ^d	112,12 ^b	55,50 ^d
Promedio Dieta	1,255 ^e	119,34 ^c	62,61 ^e

*Valor medio de cinco mediciones (n=5); medias dentro de una columna con diferentes letras son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$

*Mean value of five measurements (n = 5); means within a column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$

En los compuestos bioactivos destacan los valores encontrados para los carotenoides y polifenoles totales. El aporte mayoritario de los carotenoides en la dieta propuesta se debe principalmente a los frutos de aguaymanto y quito quito, ya que la pitahaya contiene un bajo contenido de carotenoides por el color blanquecino a transparente de la pulpa, en contraste del aguaymanto y del quito quito que son de color amarillo anaranjado, característicos de los carotenoides.

Al respecto Puente *et al.* (2011), señalan que los principales componentes activos de la vitamina A en las frutas son el α -caroteno, β -caroteno y β criptoxantina; los carotenoides más comunes son los β -carotenos, porque ninguno de los

chlorogenic acids, dihydrocafeoyl spermidine and flavonol glycosides as its main phenolic compounds; likewise, they mention that the aguaymanto fruit presents the highest contribution of phenolic compounds per day in relation to the IDR10.

With respect to phenols, Medina-Medrano *et al.* (2015) studied the composition of phenolic compounds of the genus *Phisalys* sp., finding that the leaves and calyces have as main phenolic compound the 3-O-glucoside derived from kaempferol and in the fruits phenolic acids predominate, both compounds with high antioxidant activity.

The fruits studied on average and in the proposed diet presented high values of antioxidant capacity (Table 4).

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.

Por otra parte, Gancel *et al.* (2008) indican que el *Solanum quitoense* presenta como principal carotenoide al all-trans- β -caroteno, seguido de 13-cis- β -caroteno y de la luteína y posee como principales compuestos fenólicos a los ácidos clorogénicos, dihidrocafeoil espermidina y flavonol glicosidos; asimismo, mencionan que el fruto de aguaymanto presenta el mayor aporte de compuestos fenólicos por día con relación al IDR10.

Con respecto a los fenoles, Medina-Medrano *et al.* (2015) estudiaron la composición de los compuestos fenólicos del género *Phisalys* sp., encontrando que las hojas y los cálices tienen como compuesto fenólico principal el 3-O-glucósido derivado del kaempferol y en los frutos predominan los ácidos fenólicos, ambos compuestos con elevada actividad antioxidante.

Los frutos estudiados en promedio y en la dieta propuesta presentaron valores altos de capacidad antioxidante (Cuadro 4).

Con relación a la capacidad antioxidante, se encontró en todos los tratamientos evaluados niveles superiores al IDR10 reportadas por Saura-Calixto y Goñi (2006) para la dieta mediterránea española cuya capacidad antioxidante total reportada es de 3549 μ mol de equivalentes de trolox, derivadas del consumo de bebidas, frutas y vegetales, donde recomienda un consumo diario del 10 % de la capacidad antioxidante total de la dieta estudiada.

Regarding the antioxidant capacity, levels higher than the IDR10 reported by Saura-Calixto and Goñi (2006) for the Spanish Mediterranean diet were found in all the evaluated treatments, whose total antioxidant capacity reported is 3549 μ mol of trolox equivalents, derived from consumption of drinks, fruits and vegetables, where it recommends a daily consumption of 10 % of the total antioxidant capacity of the studied diet.

Dietary reference intake (IDR)

The fruits of aguaymanto and quito quito reported the highest values of general indices, close to value four (4) with respect to the general indices of the vulnerable groups studied (Table 5).

The general index determined from the desirability function was more than triple the IDR10 value, the comparison test being significant ($p \leq 0.05$) between all treatments, so it can be inferred that the average daily consumption of the fruits aguaymanto, pitahaya and quito quito independently or alternately daily, represent a potential source of nutrients, bioactive compounds and antioxidant capacity in the nutritional requirements of vulnerable groups.

Conclusions

The native Peruvian fruits: aguaymanto, pitahaya and Quito Quito have a high content of nutritional, bioactive compounds and antioxidant capacity, which can satisfy a large part of the daily nutritional requirements, necessary for vulnerable populations such as the elderly, pregnant mothers and

Cuadro 4. Aporte promedio de la capacidad antioxidante de los frutos nativos respecto al IDR10 en el adulto mayor, madres gestantes y madres en período de lactancia.

Table 4. Average contribution of the antioxidant capacity of native fruits with respect to the IDR10 in the elderly, pregnant mothers and lactating mothers.

	Capacidad antioxidante* ($\mu\text{moles trolox.día}^{-1}$)
IDR 10 Adulto Mayor	354,90 ^a
IDR 10 Madres gestantes	354,90 ^a
IDR 10 Madres en lactancia	354,90 ^a
Aguaymanto	1974,79 ^d
Pitahaya	1275,60 ^e
Quito Quito	1775,86 ^f
Promedio frutos	1675,42 ^b
Promedio Dieta	1755,38 ^c

*Valor medio de cinco mediciones (n=5); medias dentro de una columna con diferentes letras son significativamente diferentes a $p \leq 0,05$.

*Mean value of five measurements (n = 5); means within a column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$.

Ingesta dietética de referencia (IDR)

Los frutos de aguaymanto y quito quito reportaron los mayores valores de índices generales, cercanos al valor cuatro (4) respecto de los índices generales de los grupos vulnerables estudiados (Cuadro 5).

El índice general determinado a partir de la función de deseabilidad resultó más del triple del valor de IDR10, resultando significativa ($p \leq 0,05$) la prueba de comparación entre todos los tratamientos, por lo que se puede inferir que el consumo promedio diario de los frutos aguaymanto, pitahaya y quito quito de manera independiente o de forma alternada diariamente, representan una fuente potencial de nutrientes, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables.

mothers in lactation period whose consumption could bring health benefits in this type of populations considered high risk, who require a balanced diet to meet their needs in terms of micronutrients, fiber, vitamin C, carotenoids, polyphenols and antioxidant capacity.

Acknowledgments

The authors thank the National Fund for Scientific and Technological Development (FONDECYT) of Lima, Peru, for the support provided and the Graduate School of the National University Federico Villarreal for the facilities provided for the completion of this study.

End of English Version

Cuadro 5. Índice general de los componentes nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante en adulto mayor, madres gestantes y madres en período de lactancia.

Table 5. General index of nutritional and bioactive components and antioxidant capacity in older adults, pregnant mothers and lactating mothers.

	Adulto Mayor*	Madres Gestantes*	Madres en lactancia*
IDR10	1,0 ^a	1,0 ^a	1,0 ^a
Aguaymanto	4,0 ^b	3,8 ^b	3,7 ^b
Pitahaya	2,0 ^e	1,9 ^c	1,8 ^c
Quito Quito	3,9 ^b	3,7 ^b	3,5 ^d
Promedio frutos	3,5 ^c	3,3 ^d	3,2 ^e
Promedio dieta	3,7 ^d	3,5 ^e	3,4 ^d

*Valor medio de cinco mediciones (n=5); medias dentro de una misma columna con diferentes letras son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$.

*Mean value of five measurements (n = 5); means within the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$.

Conclusiones

Las frutas nativas peruanas: aguaymanto, pitahaya y quito quito presentan un alto contenido de compuestos nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante, que pueden satisfacer una gran parte de los requerimientos nutricionales diarios, necesarios para poblaciones vulnerables como los adultos mayores, madres gestantes y madres en período de lactancia cuyo consumo pudiera traer beneficios para la salud en este tipo de poblaciones consideradas de alto riesgo, que requieren de una dieta equilibrada para satisfacer sus necesidades en cuanto a micronutrientes, fibra, vitamina C, carotenoides, polifenoles y capacidad antioxidante.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) de Lima, Perú, por el apoyo brindado y a la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal por las facilidades brindadas para la culminación del presente estudio.

Literatura citada

- AOAC. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th ed., Gaithersburg, Maryland, U.S.A.
- Ajila, C. M., K. Leelavathi and U. Rao. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *J. Cereal Sci.* 48(2): 319-326.

- Benassi, M. D. T. and J. Antunes. 1988. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Arq. Biol. Tecnol.* 31(4): 507-513.
- Blanco de Alvarado, T. 2016. Alimentos nativos del Perú al mundo. Lima, Perú: Ed. USIL.
- Bravo, K., F. Alzate y E. Osorio. 2016. Fruits of selected wild and cultivated Andean plants as sources of potential compounds with antioxidant and anti-aging activity. *Ind. Crop. Prod.* 85: 341-352.
- Campos, D., R. Chirinos, G. Ranilla and R. Pedreschi. 2018. Bioactive potential of andean fruits, seeds, and tubers. p. 287-343. *In* Toldra F. (Ed.) *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press, Londres, Reino Unido.
- Cereceda, M. 2008. *Dietética de la teoría a la práctica*. 1ª ed., Lima: Fondo Editorial UNMSM.
- Continente, A. C. y D. Bellido. 2006. Bases científicas de una alimentación saludable. *Rev. Med.* 50(4): 7-14.
- Costa, A. G. V., F. Garcia-Diaz, P. Jimenez and I. Silva. 2013. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *J. Funct. Food.* 5(2): 539-549.
- Curi-Quinto, K., E. Ortiz-Panozo and L. De Romaña. 2019. Malnutrition in all its forms and socio-economic disparities in children under 5 years of age and women of reproductive age in Peru. *Public Health Nutr.* 1-12.
- Dos Santos, M. D., S. Mamede, M. Rufino, S. De Brito, and R. Alves. 2015. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. *Antioxidants.* 4(3): 591-602.
- Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). 2000. *Dietary Reference Intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Gancel, A., P. Alter, C. Dhuique, J. Ruales and F. Vaillant. 2008. Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (*Solanum quitoense* Lam. var. Puyo hybrid), an Andean fruit. *J. Agric. Food Chem.* 56(24): 11890-11899.
- Gutiérrez, P. y R. De la Vara. 2008. *Análisis y diseño de experimentos*. 2da edición. México D.F: McGraw-Hill.
- Karasawa, M. M. and C. Mohan. 2018. Fruits as prospective reserves of bioactive compounds: a review. *Nat. Products Bioprospect.* 8(5): 335-346.
- Larrauri, J., P. Rupérez, L. Bravo and F. Saura-Calixto. 1996. High dietary fibre powders from orange and lime peels: associated polyphenols and antioxidant capacity. *Food Res. Int.* 29(8): 757-762.
- Martínez, N., M. Vidal y J. Lahuerta. 2008. Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad dietética.* 12(2): 64-68.
- Medina-Medrano, J. R., N. Almaraz-Abarca, S. González-Elizondo, N. Uribe-Soto, S. González-Valdez and Y. Herrera-Arrieta. 2015. Phenolic constituents and antioxidant properties of five wild species of *Physalis* (Solanaceae). *Bot. Stud.* 56(1): 24.
- Mesquita de Carvalho, C., L. Azevedo Gross, M. Jobim de Azevedo and L. Verçoza Viana, 2019. Dietary fiber intake (supplemental or dietary pattern rich in fiber) and diabetic kidney disease: A systematic review of clinical trials. *Nutrients.* 11(2): 347.
- Mostacero-León, J., F. Mejía-Coico, D. Gastañadui-Rosas y J. De La Cruz-Castillo. 2017. Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales nativos del norte del Perú. *Sci. Agropecu.* 8(3): 215-224.
- Nugent, R., C. Levin, J. Hale and B. Hutchinson, B. 2020. Economic effects of the double burden of malnutrition. *The Lancet.* 395(10218): 156-164.

- Pedrosa, I., J. Juarros, A. Robles, J. Basteiro and E. García, E. 2015. Goodness of Fit Tests for Symmetric Distributions, which Statistical Should I Use?. *Univ. Psychol.* 14(1): 245-254.
- Pennington, J. A. T. and A. Fisher. 2010. Food component profiles for fruit and vegetable subgroups. *J. Food Compos. Anal.* 23(5): 411-418.
- Puente, L., C. Pinto, E. Castro and M. Cortés. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Res. Int.* 44(7): 1733-1740.
- Romero, M., F. Noriega, M. Fariás, M. Belchi, P. Jara y B. Vera. 2019. Nuevas fuentes de antioxidantes naturales: caracterización de compuestos bioactivos en cinco frutos nativos de Chile. *Revista Perfiles.* 22(2): 34-41.
- Saura, F. and I. Goñi. 2006. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chem.* 94(3): 442-447.
- Shashirekha, M. N., E. Mallikarjuna and S. Rajarathnam. 2015. Status of bioactive compounds in foods, with focus on fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 55(10): 1324-1339.
- Septembre-Malaterre, A., F. Remize and P. Pouchet. 2018. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Res. Int.* 104: 86-99.
- Singleton, V. and J. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.* 16(3): 144-158.
- Staffolo, M. D., N. Bertola and M. Martino. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Int. Dairy J.* 14(3): 263-268.
- Talcott, T. and R. Howard. 1999. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *J. Agric. Food Chem.* 47(5): 2109-2115.
- Wang, S. Y. and H. Jiao. 2000. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *J. Agric. Food Chem.* 48(11): 5677-5684.
- Wu, F. C. 2004. Optimization of correlated multiple quality characteristics using desirability function. *Quality engineering.* 17(1): 119-126.