

COMPONENTES DE FRUTAS NATIVAS COMO FUENTE POTENCIAL DE NUTRIENTES, COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE PARA GRUPOS VULNERABLES

Data de aceite: 02/10/2023

Antonio José Obregón La Rosa

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

Glenn Alberto Lozano Zanelly

Universidad Nacional Federico Villarreal. Escuela de Posgrado. Lima, Perú.

Julio Cesar Rojas-Naccha

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

RESUMEN: Se estudió el contenido de los componentes de los frutos nativos y de qué forma representan una fuente potencial de nutrientes, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables: adultos mayores, madres gestantes y madres que dan de lactar. Se consideró tres tipos de frutos provenientes de la región andina del Perú: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y quito quito (*Solanum quitoense*). El tipo de muestreo fue probabilístico y estratificado por conveniencia, considerándose una población infinita. Para cada grupo

vulnerable se comparó el aporte promedio de los frutos y el aporte promedio teórico de una dieta de 5 días con el IDR10, que viene a representar el 10% del requerimiento total de la Ingesta Dietética de referencia (IDR) considerando que el consumo de los frutos representa un 10% de la ingesta total de alimentos por día. Para contrastar 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 0.05, demostrando que el contenido de los componentes de los frutos nativos representan una fuente potencial de nutrientes, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables.

PALABRAS CLAVE: frutos nativos, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, grupos vulnerables, Ingesta dietética de referencia (IDR)

COMPOUNDS OF NATIVE FRUITS AS A POTENTIAL SOURCE OF NUTRIENTS, BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY FOR VULNERABLE GROUPS

ABSTRACT: The content of the components of native fruits and how they represent a potential source of nutrients, bioactive compounds and antioxidant capacity in the nutritional requirement of vulnerable groups were studied: older adults, pregnant mothers and mothers who breastfeed. Three types of fruits from the Andean region of Peru were considered: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) and quito quito (*Solanum quitoense*). The type of sampling was probabilistic and stratified for convenience, considering an infinite population. For each vulnerable group, the average contribution of the fruits and the theoretical average contribution of a 5-day diet were compared with the IDR10, which represents 10 % of the total requirement of the reference Dietary Intake (IDR) considering that consumption of the fruits 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 indexes of physicochemical, nutritional, bioactive compounds and antioxidant capacity of the studied fruits. The Kruskal Wallis non-parametric statistical method was used with a significant level of 0.05, demonstrating that the content of the components of native fruits represent a potential source of nutrients, bioactive compounds and antioxidant capacity in the nutritional requirement of vulnerable groups.

KEYWORDS: native fruits, bioactive compounds, antioxidant capacity, vulnerable groups, Dietary Reference Intake (IDR)

INTRODUCCIÓN

El Perú, presenta especies nativas de diversa índole, 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 Vavilob, por el alto número de especies domesticadas (Mostacero, Mejía, Gastañadui & De La Cruz, 2017). En el Perú existen muchas frutas nativas que poseen nutrientes esenciales para la salud pública de la población y que han sido poco estudiadas (Campos, Chirinos, Ranilla & Pedreschi, 2018). La región andina posee una alta biodiversidad, debido principalmente a que tiene una variedad de ecosistemas (Campos et al., 2018; Bravo, Alzate & Osorio, 2016). En la amazonia de Perú se encuentra una gran cantidad de frutales nativos, como la cocona, el camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh), este último importante por su alto contenido de vitamina C, mucho mayor que los frutos cítricos (aproximadamente unas 50 a 60 veces más) (Arellano-Acuña, Rojas-Zavaleta & Paucar-Menacho, 2016; Azevedo et al., 2019).

La Sierra del Perú, no se queda atrás, allí también se cultiva una gran variedad de frutos nativos como el aguaymanto, el sanky, la pitahaya, la chirimoya, la lúcuma entre otros, los cuales son más sabrosos que los frutos tradicionales con propiedades nutricionales beneficiosas para la salud (Blanco de Alvarado, 2016).

La desnutrición, el sobrepeso y obesidad, conocidos como la malnutrición es uno

de los grandes problemas que afecta principalmente a personas que tienen cierto grado de riesgo como ocurre con las personas vulnerables, ya que es un proceso patológico, que trae consigo consecuencias muy negativas para la salud y la calidad de vida de estas personas en situaciones de riesgo; además de tener un impacto negativo a nivel económico y social (Curi-Quinto, Ortiz-Panozo & López de Romaña, 2019).

Investigaciones actuales señalan que el consumo de frutas y verduras, proporcionan nutrientes importantes que ayudan en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables como niños, adultos mayores, etc; (Pennington & Fisher, 2010). Los frutos poseen compuestos bioactivos como polifenoles, carotenoides, flavonoides, entre otros, los cuales están relacionados con la disminución de enfermedades crónicas degenerativas; asimismo poseen fibra, vitaminas, minerales y péptidos bioactivos (Martínez, Vidal & La Huerta, 2008; Septiembre-Malaterre, Remize & Poucheret, 2018). Estos grupos funcionales que actúan en la degradación oxidativa de los radicales libres, responsables de la generación de este tipo de enfermedades (Costa, Garcia-Díaz, Jimenez & Silva, 2013; Guerreo-Ochoa et al., 2015). Existen poca 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 que dan de lactar, etc.

Es preciso señalar que en el mundo mueren 57 millones de personas al año, según la Organización Mundial de la Salud debido principalmente a las enfermedades crónicas degenerativas no transmisibles que representa las dos terceras partes de estas muertes y del 46% de la morbilidad a nivel mundial (Continente & Bellido 2006).

En los últimos años, se ha investigado 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, debido principalmente a la presencia de radicales libres (Martínez et al., 2008).

En general, las frutas nativas representan una fuente potencial de nutrientes y de compuestos bioactivos (Septiembre-Malaterre et al., 2018), 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 determinar y evaluar el contenido de los componentes de los frutos nativos como el aguaymanto, pitahaya y quito quito en el requerimiento nutricional de grupos vulnerables: adultos mayores, madres gestantes y madres que dan de lactar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra y muestreo

Los frutos procedieron de la zona andina y de la selva central del Perú. 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.

El tipo de muestreo fue probabilístico, por conveniencia. El tamaño de muestra se consideró como una población infinita.

Análisis físico-químicos,

Se determinó el contenido de fibra y de carbohidratos totales, utilizando los métodos de la AOAC (2007).

El contenido minerales se determinó en muestras de cenizas secas en una mufla a 550 ° C y disuelto en HCl según AOAC (2012). Los extractos de minerales se midieron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer modelo 3030-B). Los minerales: magnesio (Mg), cobre (Cu) y hierro (Fe) fueron analizados por Espectrometría de Absorción Atómica con Llama (FAAS) y los minerales de 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).

ANÁLISIS DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La determinación 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, recomendado por Benassi y antunes (1988).

Extracción de los analitos

Se pesaron 0,5g de muestra previamente homogenizada, se agregó 5mL de solución de H₂O/MeOH/ac.formico (24:25:1) mL, posteriormente se procedió a sonicar la muestra por 1 hora, dejándose reposar por 24 horas tapado en refrigeración. Después se volvió a sonicar la muestra por una hora y se procedió a centrifugarla a 3500 rpm durante 15 min con un posterior filtrado, recolectándose el líquido filtrado para los análisis siguientes (Romero et al., 2019).

Determinación de compuesto fenólicos

Se siguió el método de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton y Rosi (1965), partiendo de una curva patrón de ácido gálico expresando así los resultados como equivalentes de ácido gálico en mg /100 g de muestra. Para obtener los puntos de la curva, se realizaron mediciones de absorbancia a 765 nm con la ayuda de un espectrofotómetro.

Determinación de carotenoides totales

Se utilizó el método espectrofotométrico a 470 nm, recomendado por Talcott y Howard (1999), medidos en un espectrofotómetro marca Hitachi U-2800 A (Tokyo, Jpon). Los resultados fueron expresados como mg de β -caroteno / 100 g de muestra.

Capacidad antioxidante mediante el método ABTS

El ensayo de ABTS fue realizado según lo descrito por Re et al. (1999). 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 tampón PBS hasta obtener una lectura de absorbancia a 730 nm de 0.70 ± 0.02 (aproximadamente 1/75). Los resultados fueron expresados en μ moles trolox /100 gr muestra.

INGESTA DIETÉTICA DE REFERENCIA (IDR)

Los requerimientos de Ingesta dietética de referencia (IDR), fueron utilizados para las contrastaciones del contenido de los componentes físico-químicos y nutricionales de los frutos en estudio. Los IDR se tomaron a partir de las recomendaciones de la Food and Nutrition Board (National Academy of Sciences [NAS] de los Estados Unidos), para cada grupo vulnerable estudiado: adultos mayores, madres gestantes y madres que dan de lactar.

Para la contrastación de los compuestos bioactivos y de la capacidad antioxidante, se tomó como referencia las recomendaciones de Saura-Calixto y Goñi (2006), quienes evaluaron 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 gramos de fruto a media mañana y 100 gramos 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 fisicoquímicos, nutricionales y bioactivos 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 la Tabla 4.

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

Tabla 4. Dieta teórica de frutos nativos para grupos vulnerables: adulto mayor, madres gestantes y madres que dan de lactar

Fuente: Elaboración propia

Para cada grupo vulnerable analizado: adulto mayor, gestantes y madres que dan de lactar, se determinó lo siguiente:

- Aporte Promedio de los frutos (APF): El aporte promedio de los tres frutos: aguaymanto, pitahaya y quito quito para cada uno de los componentes físico-químicos y nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante.
- Aporte Promedio de la dieta (APD): Para un consumo de 200 gramos de frutos diarios por cinco días de acuerdo a la Tabla 4 para cada uno de los componentes físico-químicos y nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante analizados.
- IDR 10: Que viene a representar el 10% del requerimiento total de la Ingesta Dietética de referencia (IDR) considerando que el consumo de los frutos representa un aproximado del 10% de la ingesta total de alimentos por día. Esto se analizó para cada uno de los componentes físico-químicos y nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante analizados.

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 fisicoquímicos y nutricionales, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante para cada grupo vulnerables analizado, utilizando la función de deseabilidad.

La determinación de la función de deseabilidad para obtener una respuesta a partir de varios factores analizados y obtener un valor deseable óptimo a partir de ellos fue propuesto originalmente por Harrington en el año de 1965 y mejorado posteriormente por otros investigadores, donde consiste en definir una función en el espacio de factores que miden la deseabilidad global (DG) del producto en cada punto, convirtiendo de esta forma el problema de optimización multivariado en un problema de optimización univariado., donde solo se requiere maximizar dicha deseabilidad global para obtener el punto óptimo que buscamos (De la Vara y Domínguez, 2002).

La deseabilidad global DG en un punto $x' = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ se define como la media geométrica de las deseabilidades individuales (d_1, d_2, \dots, d_k) , que a su vez son

transformaciones que convierten los valores predichos de cada respuesta Y_1, Y_2, \dots, Y_k a números dentro de un rango establecido, utilizando la siguiente fórmula.

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

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

Análisis de datos

Se realizó el análisis estadístico descriptivo y el análisis inferencial para la búsqueda de asociación o correlación, la prueba de significancia estadística y los intervalos de confianza. En el análisis inferencial se procedió a evaluar los datos obtenidos a fin de determinar si estos son paramétricos o no paramétricos, es decir si proceden o no de una distribución normal mediante la Prueba de Anderson-Darling, a partir de dicho resultado se decidió utilizar la prueba estadística respectiva (Gutiérrez y De la Vara, 2008). En caso de encontrar diferencias significativas entre los tratamientos descritos se procedió a realizar una prueba de comparación entre tratamientos, a fin de evaluar la significancia respectiva (Pedrosa, Juarros, Robles, Basteiro & García, 2015).

RESULTADOS

En cuanto al aporte de los componentes físico-químicos y nutricionales de los frutos nativos con relación al IDR10, para los grupos vulnerables estudiados; de la Tabla 1, se puede observar que el aguaymanto, promedio de los frutos y de la dieta resultaron mayores a los IDR10 del adulto mayor, madres gestantes y madres lactantes, siendo significativa la prueba de comparación entre tratamientos para cada uno de los componentes evaluados.

	<i>Fibra</i> ¹ (g/día)	Carbohidratos (g/día)	Fósforo (mg/día)	Potasio (g/día)	Magnesio (mg/día)	Cobre (mg/día)	Hierro (mg/día)
IDR 10 Adulto Mayor	3,00 ^a	13,00 ^a	70,00 ^a	0,47 ^a	42,00 ^a	0,10 ^a	0,80 ^a
IDR 10 Madres gestantes	2,80 ^a	17,50 ^b	70,00 ^a	0,47 ^a	40,00 ^a	0,10 ^a	2,70 ^b
IDR 10 Madres lactantes	2,90 ^a	21,00 ^c	70,00 ^a	0,51 ^b	36,00 ^b	0,13 ^a	1,00 ^c
Aguaymanto	5,47 ^d	32,59 ^f	93,65 ^d	0,56 ^e	43,23 ^f	1,89 ^b	21,35 ^f
Pitahaya	2,20 ^e	17,33 ^b	61,45 ^e	0,31 ^f	56,06 ^e	3,11 ^d	51,81 ^g
Quito Quito	3,74 ^b	20,56 ^c	81,13 ^c	0,71 ^g	50,15 ^c	2,38 ^c	69,27 ^h
Promedio Frutos	3,81 ^b	23,49 ^d	78,74 ^b	0,53 ^c	49,81 ^c	2,46 ^c	47,48 ^d
Promedio Dieta	4,13 ^c	24,72 ^e	82,20 ^c	0,57 ^d	48,56 ^d	2,33 ^c	46,61 ^e

¹Valor medio ± desviación estándar del peso fresco; n = 3; medias dentro de una columna con diferentes letras son significativamente diferentes a p ≤ 0,05

Tabla 1. Aporte promedio de los componentes físico-químicos y nutricionales de los frutos nativos respecto al IDR10 en adulto mayor, madres gestantes y madres que dan de Lactar

Fuente: Elaboración propia

Con relación a los componentes bioactivos estudiados, se encontraron resultados similares a los anteriores (Tabla 2), es decir que el aporte promedio de los frutos y de la dieta fueron mayores significativamente a los IDR10 del adulto mayor, madres gestantes y madres lactantes. Asimismo, se observa que el contenido de los componentes bioactivos de los frutos aguaymanto y quito quito resultaron significativamente mayores al IDR10, requeridos para los grupos vulnerables estudiados.

	Carotenoides ¹ (mg/día)	Polifenoles Totales ¹ (mg/día)	Vitamina C ¹ (mg/día)
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 lactantes	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 ^h
Promedio frutos	1,062 ^d	112,12 ^b	55,50 ^d
Promedio Dieta	1,255 ^e	119,34 ^c	62,61 ^e

¹Valor medio \pm desviación estándar del peso fresco; n = 3; medias dentro de una columna con diferentes letras son significativamente diferentes a $p \leq 0,05$

Tabla 2. Aporte promedio de los componentes bioactivos de los frutos nativos respecto al IDR10 en el adulto mayor, madres gestantes y lactantes

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la capacidad antioxidante, se puede observar que los frutos aguaymanto, pitahaya y quito quito resultaron significativamente mayores a los IDR10 del adulto mayor, madres gestantes y madres lactantes, tal como se muestra en la Tabla 3. Resultados similares se encontraron para la capacidad antioxidante promedio de los frutos y de la dieta propuesta.

	Capacidad antioxidante ¹
IDR 10 Adulto Mayor	354,90 ^a
IDR 10 Madres gestantes	354,90 ^a
IDR 10 Madres lactantes	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

¹Valor medio \pm desviación estándar del peso fresco; n = 3; medias dentro de una columna con diferentes letras son significativamente diferentes a $p \leq 0,05$

Tabla 3. Aporte promedio de la capacidad antioxidante de los frutos nativos respecto al IDR10 en el adulto mayor, madres gestantes y lactantes

Fuente: Elaboración propia

El índice general, determinado a partir de la función de deseabilidad y que considera los resultados de los índices de compuestos fisicoquímicos y nutricionales, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del aporte de los frutos aguaymanto, pitahaya y quito quito, promedio de los frutos en su conjunto y de la dieta resultaron mayores significativamente a los IDR10 del adulto mayor, madres gestantes y madres lactantes (Tabla 4, Figura 1).

Dentro de los frutos, el aguaymanto y el quito quito reportaron los mayores valores de índices generales, cercanos al valor 4 respecto de los índices generales de los grupos vulnerables estudiados.

	Adulto Mayor ¹	Madres Gestantes ¹	Madres Lactantes ¹
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

¹Valor medio ± desviación estándar del peso fresco; n = 3; medias dentro de una misma columna con diferentes letras son significativamente diferentes a p ≤ 0,05

Tabla 4. Aporte del Índice general de los componentes nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante de los frutos nativos respecto al IDR10 en adulto mayor, gestantes y madres lactantes

Fuente: Elaboración propia

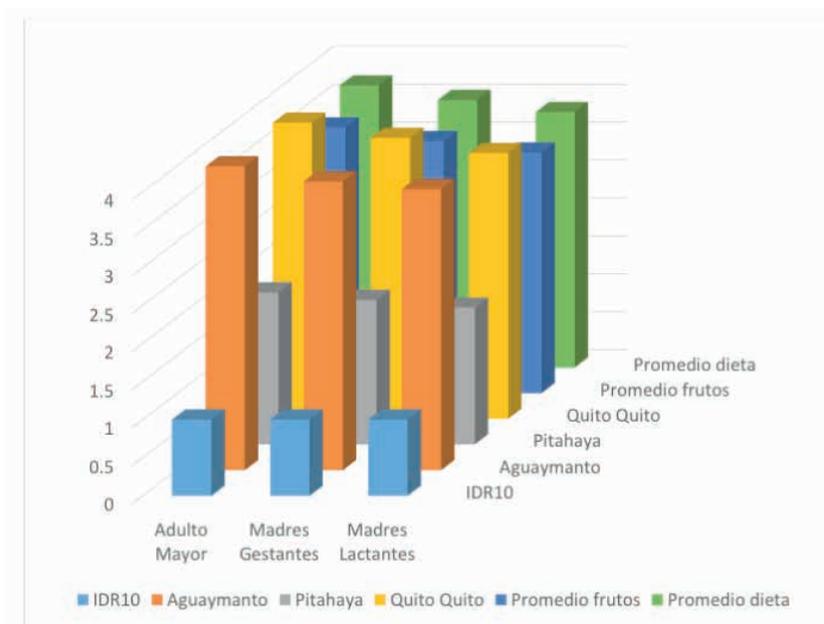


Figura 1. Índice general de los componentes nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante de los frutos nativos respecto al IDR10 en grupos vulnerables

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Los resultados del contenido de compuestos físico-químicos y nutricionales fueron mayores al IDR10 para grupos vulnerables, a pesar que estas recomendaciones nutricionales (IDR) de la Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2005) exceden a los requerimientos nutricionales en algunos casos en un 20 % a 30 %, toda vez que estos IDRs indican las cantidades mínimas necesarias. Los IDRs han sido formulados para personas sanas, no cubriendo los requerimientos aumentados por infecciones, enfermedades o consumos de medicamentos que podrían modificar las necesidades específicas para cada grupo etario (Cereceda, 2008).

El contenido de fibra del aguaymanto, quito quito, promedio de frutos y de la dieta resultaron mayores al IDR10 para cada grupo vulnerable estudiado. Al respecto, Mesquita de Carvalho, Azevedo Gross, Jobim de Azevedo y Verçoza (2019) señalan que la fibra dietética es esencial para asegurar una óptima función gastrointestinal, su consumo junto con un aporte hídrico adecuado, previene el estreñimiento, encontrando que su consumo favorece un mejor control de la glicemia y del colesterol, siendo un tratamiento no farmacológico para la diabetes.

La fibra dietaria se encuentra principalmente en las paredes de las células vegetales y ha sido definida por la Asociación Americana de la Química de los Cereales como la parte comestible de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con una completa o parcial fermentación en el intestino grueso (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, 2001).

Varios investigadores señalan que la fibra tiene efectos benéficos para la salud humana, su ingestión se ha relacionado con la prevención de ciertas patologías como diabetes, alto colesterol, cáncer de colon y desórdenes gastrointestinales, entre otros (Saura & Larrauri, 1996; Wang & Jiao, 2000; Staffolo et al., 2004; Ajila et al., 2008; Godard et al., 2009).

Dentro de los minerales analizados destacan los altos contenidos de cobre y de hierro encontrados en los frutos estudiados, cubriendo 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 altos contenidos de fósforo, magnesio, cobre y hierro respecto al IDR10 de grupos vulnerables, aportando los requerimientos necesarios.

Con relación a la vitamina C, los valores promedios encontrados variaron de 55.5 a 62.61 mg /día, 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.

La identificación de nuevas fuentes de vitamina C es de gran importancia para los

grupos vulnerables; toda vez que el ácido ascórbico interviene en la síntesis de colágeno, neurotransmisores, hormonas esteroideas y en la síntesis de carnitina, que viene a ser responsables de la conversión de colesterol en ácido biliar. En términos de actividad antioxidante, su reactividad con especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, hace que actúe como un bloqueador probable de estas especies. Su ingesta está relacionada con la reversión de la disfunción vasomotora endotelial vascular en circulación bronquial de pacientes con enfermedad coronaria y parece proteger contra el cáncer gástrico (Evans & Halliwell, 2001; Patil et al., 2009).

Dentro de los compuestos bioactivos destacan los valores encontrados para los carotenoides y polifenoles totales. En caso del primero, su aporte mayoritario en la dieta propuesta se debe principalmente a los frutos aguaymanto y quito quito, ya que la pitahaya contiene poco contenido de carotenoides, debido a que la pulpa de la pitahaya es de color blanquecina a transparente en contraste del aguaymanto y del quito quito que son de color amarillo anaranjado, característicos de los carotenoides.

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 están presentes en la provitamina A, que tiene la mitad de la actividad del β -caroteno; también es menos extenso en la naturaleza.

Gancel, Alter, Dhuique, Ruales y Vaillant (2008) encontraron que el *Solanum quitoense* presenta como principal carotenoide al all-trans- β -caroteno, seguido de 13-cis- β -caroteno y de la luteína.

El fruto de aguaymanto presenta el mayor aporte de compuestos fenólicos por día con relación al IDR10.

Gancel et al. (2008) encontraron que el fruto quito quito presenta como principales compuestos fenólicos a los ácidos clorogénicos, dihidrocafeoil espermidina y flavonol glicosidos, estos compuestos se encuentran presentes en la pulpa, piel y la placenta del fruto.

Los frutos aguaymanto, pitahaya y quito presentaron altos valores de capacidad antioxidante; así como el promedio de ellos y de la dieta propuesta.

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

Con relación a la capacidad antioxidante determinada mediante la metodología ABTS se encontró en todos los tratamientos evaluados niveles superiores al IDR10 reportadas por Saura-Calixto y Goñi (2004) para la dieta mediterránea española; quienes encontraron que la capacidad antioxidante total de la dieta española fue de 3549 μ moles de equivalentes de Trolox, derivadas del consumo de bebidas, frutas y vegetales; donde recomienda una

consumo diario del 10% de la capacidad antioxidante total de la dieta estudiada.

El índice general determinado a partir de la función de deseabilidad resultó más del triple del valor de IDR10, resultado significativa ($p \leq 0,05$) la prueba de comparación entre todos los tratamientos, por lo que puede afirmar 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.

CONCLUSIONES

En la presente investigación, se ha demostrado que las frutas nativas peruanas: aguaymanto, pitahaya y quito quito contienen una elevada cantidad de compuestos nutricionales, bioactivos y capacidad antioxidante, que pueden satisfacer una gran parte de los requerimientos nutricionales diarios, requeridos para poblaciones vulnerables como los adultos mayores, madres gestantes y madres que dan de lactar cuyo consumo podría traer beneficios importantes 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.

REFERENCIAS

Ángel, Z. C., Molina, D. A. R., & Rodríguez, M. C. (2011). Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 6023-6035.

AOAC (2007). *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. Washington D.C, US.

AOAC. (2012). *Official Methods of AOAC International*, 19th ed., Gaithersburg, Maryland.

Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., & Paucar-Menacho, L. M. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 433-443.

Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis of the AOAC International* (15th ed.). Maryland, EE.UU: AOAC International.

Azevedo, L., de Araujo Ribeiro, P. F., de Carvalho Oliveira, J. A., Correia, M. G., Ramos, F. M., de Oliveira, E. B., ... & Stringheta, P. C. (2019). Camu-camu (*Myrciaria dubia*) from commercial cultivation has higher levels of bioactive compounds than native cultivation (Amazon Forest) and presents antimutagenic effects in vivo. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(2), 624-631.

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.

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

Bravo, K., Alzate, F., & Osorio, E. (2016). Fruits of selected wild and cultivated Andean plants as sources of potential compounds with antioxidant and anti-aging activity. *Industrial Crops and Products*, 85, 341-352. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.074>

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>.

Cereceda, M. (2008). *Dietética de la teoría a la práctica*. 1ª ed., Lima: Fondo Editorial UNMSM.

Costa, A. G. V., Garcia-Diaz, D. F., Jimenez, P., & Silva, P. I. (2013). Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *Journal of Functional Foods*, 5(2), 539-549. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.029>

Continente, A. C., & Bellido, D. (2006). Bases científicas de una alimentación saludable. *Revista de Medicina*, 50(4), 7-14.

Curi-Quinto, K., Ortiz-Panozo, E., & de Romana, D. L. (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 Nutrition*, 1-12. <https://doi.org/10.1017/s136898001900315x>

De la Vara, R. y Domínguez, J. (2002). Métodos de superficie multirespuesta: un estudio comparativo. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 9(1), 47-65. <https://doi.org/10.15517/rmta.v9i1.209>

Duarte, P. R., & Baranzini, A. L. R. (2008). Fibra a base de frutas, vegetales y cereales: función de salud. *Revista mexicana de agronegocios*, 23, 613-621.

Evans, P., & Halliwell, B. (2001). Micronutrients: oxidant/antioxidant status. *British journal of nutrition*, 85(S2), S67-S74. <https://doi.org/10.1079/bjn2000296>

Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). Recommended Dietary Allowances. National Academy Press ed 10th, Washington, D.C., 1989.

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>.

Guerreo-Ochoa, M.R.; Pedreschi, R.; Chirinos, R. 2015. Optimised methodology for the extraction of protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *International Journal of Food Science and Technology* 50(8): 1815-1822. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12834>

Gutiérrez, P. y De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. 2da edición. México D.F: McGraw-Hill.

Martínez, N., Vidal, M. y 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)

Medina-Medrano, J. R., Almaraz-Abarca, N., González-Elizondo, M. S., Uribe-Soto, J. N., González-Valdez, L. S., & Herrera-Arrieta, Y. (2015). Phenolic constituents and antioxidant properties of five wild species of *Physalis* (Solanaceae). *Botanical studies*, 56(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40529-015-0101-y>

Mesquita de Carvalho, C., Azevedo Gross, L., Jobim de Azevedo, M., & Verçoza Viana, L. (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. <https://doi.org/10.3390/nu11020347>

Mostacero León, J., Mejía Coico, F., Gastañadui Rosas, D., & De La Cruz Castillo, J. (2017). Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales nativos del norte del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 215-224. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.04>

Patil, B. S., Jayaprakasha, G. K., Chidambara Murthy, K. N., & Vikram, A. (2009). Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(18), 8142-8160. <https://doi.org/10.1021/jf9000132>

Pedrosa, I., Juarros, J., Robles, A., Basteiro, J. y García, E. (2015). Goodness of Fit Tests for Symmetric Distributions, which Statistical Should I Use?. *Universitas Psychologica*, 14(1), 245-254.

Pennington, J. A. T., & Fisher, R. A. (2010). Food component profiles for fruit and vegetable subgroups. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(5), 411-418. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2010.01.008>.

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>.

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).

Romero, M., Noriega, F., Fariás, 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.

Saura, F. y Goñi, I. (2006). Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chemistry*, 94(3), 442-447. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.033>

Septembre-Malaterre, A., Remize, F., & Poucheret, P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*, 104, 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.031>

Singleton, V., Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

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>.

Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). (1997). Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride. National Academy Press, Washington D.C. <https://doi.org/10.17226/5776>

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. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(00\)00596-7](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(00)00596-7)

Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). (2001). Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. National Academy Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/10026>

Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). (2005). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. National Academy Press, Washington D.C. <https://doi.org/10.17226/10490>