

Fitoquímicos, valor nutricional y beneficios de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae)

Phytochemicals, nutritional value, and benefits of *Physalis peruviana* L. (Solanaceae)

Cynthia Ramos

Programa de Estudio de Medicina Humana, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ
cynthiaramosotiniano@gmail.com // ORCID: 0000-0003-1739-634X

Pedro Lezama Asencio

Departamento Académico de Ciencias, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ
plezamaa@gmail.com // ORCID: 0000-0002-8594-0346

Edinson Larco León

Departamento Académico de Ciencias, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ
elarcoll@upao.edu.pe // ORCID: 0009-0007-0093-1891

Pablo Chuna Mogollón

Departamento Académico de Ciencias, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ
pchunam@upao.edu.pe // ORCID: 0000-0003-4395-2784

Manuel Hidalgo

Programa de Estudio de Medicina Humana, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ
jemhidalgor@gmail.com // ORCID: 0000-0002-6595-0037

Recibido: 22-XII-2023; aceptado: 18-I-2024; publicado online: 30-IV-2024

Resumen

Esta investigación ofrece una exhaustiva revisión de *Physalis peruviana* (Solanaceae), conocida como “aguaymanto”, centrándose en fitoquímicos, valor nutricional y beneficios asociados. En términos de fitoquímicos, la planta presenta una diversidad notable, incluyendo terpenos, compuestos fenólicos, alcoholes, esteroides y withanólidos. Entre ellos, los carotenoides y flavonoides destacan, con la reciente identificación del fitol en el cáliz y las hojas, lo que sugiere su participación en la síntesis de carotenoides. El análisis del valor nutricional revela que el “aguaymanto” presenta niveles reducidos de grasa, una elevada proporción de humedad y un pH óptimo para favorecer la actividad de la vitamina C. Las semillas exhiben una notable abundancia de ácidos grasos esenciales, mientras que la fruta se erige como una fuente significativa de vitaminas A, B₃, B₆, C y E, así como de minerales como calcio, potasio, fósforo y magnesio. En cuanto a los beneficios para la salud, se destacan propiedades antioxidantes, antibacterianas y antiproliferativas, particularmente en los cálices y extractos de hojas. Además, se resalta el uso histórico en la medicina popular, respaldado por propiedades antihepatotóxicas, antifibróticas y antidiabéticas. La investigación concluye subrayando el interés creciente en *Physalis peruviana* debido a su contenido nutricional. Se destaca la necesidad de optimizar la biodisponibilidad de sus componentes y se propone al “aguaymanto” como un componente prometedor en alimentos funcionales y fitomedicina. Sin embargo, se enfatiza la importancia de realizar evaluaciones más profundas en estudios epidemiológicos en humanos para respaldar científicamente sus beneficios para la salud.

Palabras clave: *Physalis peruviana*, fitoquímicos, nutrición, beneficios salud.

Abstract

This research provides a comprehensive review of *Physalis peruviana* (Solanaceae), known as “aguaymanto”, focusing on phytochemicals, nutritional value, and associated benefits. In terms of phytochemicals, the plant exhibits notable diversity, including terpenes, phenolic compounds, alcohols, steroids, and whitanolides. Among them, carotenoids and flavonoids stand out, with the recent identification of phytol in the calyx and leaves, suggesting its participation in the synthesis of carotenoids. Nutritional value analysis reveals that “aguaymanto” has low levels of fat, high moisture content, and an optimal pH to enhance the activity of vitamin C. The seeds display a notable abundance of essential fatty acids, while the fruit serves as a significant source of vitamins A, B₃, B₆, C, and E, as well as minerals such as calcium, potassium, phosphorus, and magnesium. Regarding health benefits, antioxidant, antibacterial, and antiproliferative properties are highlighted, particularly in calyxes and leaf extracts. Additionally, the historical use in folk medicine is emphasized, supported by antihepatotoxic, antifibrotic, and antidiabetic properties. The research concludes by underscoring the growing interest in *P. peruviana* due to its nutritional content. The need to optimize the bioavailability of its components is emphasized, and “aguaymanto” is proposed as a promising component in functional foods and phytomedicine. However, the importance of conducting more in-depth assessments in epidemiological studies involving humans is emphasized to scientifically support its health benefits.

Keywords: *Physalis peruviana*, phytochemicals, nutrition, health benefits.

Citación: Ramos, C.; P. Lezama; E. Larco, P. Chuna & M. Hidalgo. 2024. Fitoquímicos, valor nutricional y beneficios de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae). *Arnaldoa* 31 (1):121-138 doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.311.31106>

Introducción

Physalis peruviana L. (Solanaceae), comúnmente conocida como “aguaymanto” en Perú, “uchuva” en Colombia, “uvilla” en Ecuador, y goldenberry o cape gooseberry en Estados Unidos, es una planta originaria de los Andes en América del Sur (Kasali *et al.*, 2021). En la actualidad, Colombia y Sudáfrica destacan como los principales productores a nivel mundial de frutas de “aguaymanto”, aunque también, se cultiva de manera extensiva en otras regiones como Zimbabue, Kenia, Egipto, Ecuador y Perú (Majcher *et al.*, 2020). Esta especie también se encuentra en estado silvestre a altitudes comprendidas entre 1500 y 3000 metros sobre el nivel del mar (Yıldız *et al.*, 2014; Ramos *et al.*, 2022).

El “aguaymanto” se distingue por su crecimiento erguido y ramificado, alcanzando alturas que oscilan entre 1 y 2 metros. Las hojas, de forma ovalada y disposición alterna, son simples y presentan bordes dentados, aportando singularidad a su apariencia. Las flores surgen de manera solitaria en las axilas de las hojas, exhibiendo un tono amarillo pálido y un diámetro que varía entre 1 y 2 centímetros. Un aspecto característico de esta planta es su fruto, una baya redonda y pequeña, la cual se encuentra envuelta en un cáliz papiráceo que le confiere una apariencia de linterna. La pulpa de la baya es jugosa, con un sabor agri dulce, y contiene numerosas semillas (Mariod, 2019; Kasalie *et al.*, 2021)

Diversos investigadores han estudiado las propiedades nutricionales y bioactivas de *P. peruviana*, así como en sus aplicaciones dentro de la medicina popular, las que incluyen propiedades antiasmáticas, diuréticas, antisépticas, antiinflamatorias, antiproliferativas, sedantes, analgésicas y antidiabéticas (Yıldız *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2019). Estas propiedades son atribuidas a una variedad de compuestos que abarcan

fisalinas y alcaloides, así como flavonoides, carotenoides, vitaminas y polisacáridos (Bazalar *et al.*, 2019). Los beneficios para la salud de esta planta están estrechamente vinculados a su contenido de fitoquímicos (Muñoz *et al.*, 2021).

Dada la presencia de abundantes metabolitos bioactivos, la importancia nutricional y los beneficios a la salud brindados por esta especie, es necesario brindar una actualización utilizando la literatura más reciente que permita conocer los últimos avances relacionados con la investigación en *P. peruviana*. Por esta razón, el objetivo de esta revisión sistemática es proporcionar un resumen exhaustivo de *Physalis peruviana* “aguaymanto”, abordando aspectos relacionados con los fitoquímicos, el valor nutricional y explorando los posibles beneficios para la salud.

Material y Métodos

Se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica, identificando referencias recientes y pertinentes en diversas bases de datos, entre las cuales se incluyen Scopus, Science Direct, Elsevier y PubMed. La estrategia de búsqueda incluyó términos clave como *Physalis peruviana*, fitoquímicos, valor nutricional, y beneficios para la salud. Se llevó a cabo una selección y evaluación de artículos de revisión y artículos originales en inglés. Además, se revisaron las citas y fueron incorporadas de manera adecuada para fortalecer la calidad y relevancia de la revisión. Es importante resaltar que, con el objetivo de asegurar la objetividad y reducir al mínimo los posibles sesgos, se adoptó la metodología PRISMA. Esta implementación se llevó a cabo mediante un algoritmo que abarca de manera integral todos los procesos esenciales para la identificación del material relevante en el estudio, como se detalla en el diagrama de flujo presentado en la Figura 1.

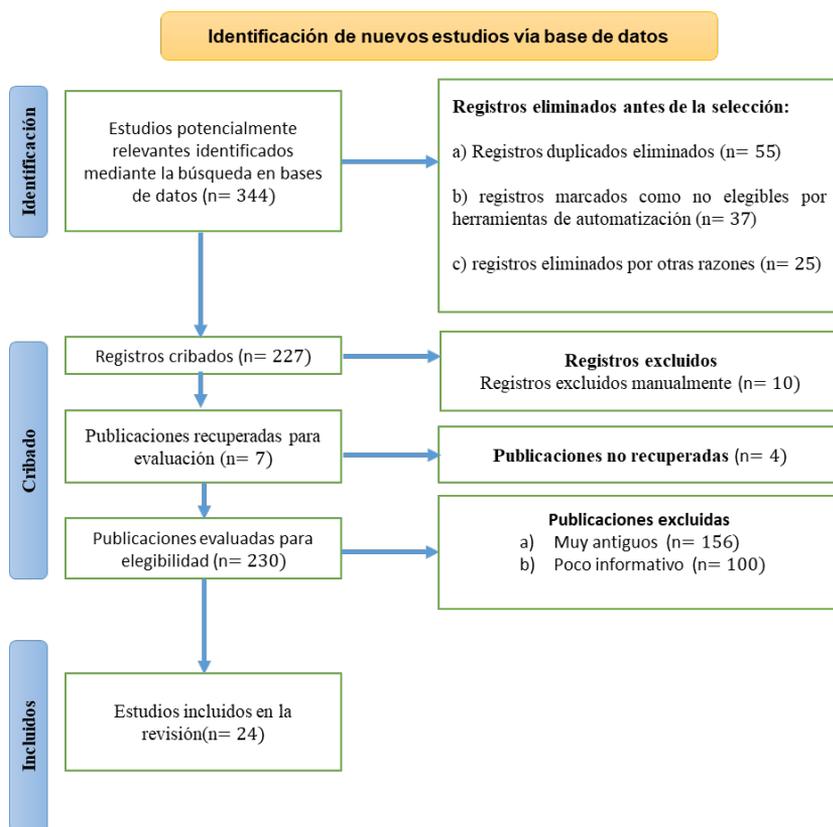


Fig. 1. Diagrama de flujo que representan las etapas involucradas en la selección de datos publicados para su inclusión en el estudio actual; n: número de publicaciones.

Resultados y Discusión

a) Fitoquímicos identificados en diferentes partes de *Physalis peruviana* L.

En la Tabla 1, se presenta un resumen de los fitoquímicos identificados y caracterizados en distintas partes y extractos de *P. peruviana*. En este sentido, se han identificado diversas clases de fitoquímicos, abarcando terpenos (monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos y carotenoides), compuestos fenólicos (ácidos fenólicos, ésteres fenólicos, aldehídos fenólicos, chalconas, cumarinas, derivados de ácido cinámico, flavonoides y glucósidos), alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, lactonas, esteroides

y withanólidos, alcaloides, ésteres de sacarosa, glucósidos, siloxanos, vitaminas, fitoprostanos, derivados de fitol y enoles.

Diversas partes de *P. peruviana* albergan una rica variedad de fitoquímicos, destacando los terpenos y los polifenoles como las dos principales clases identificadas, representando el 26,09% y el 14,94%, respectivamente. En la categoría de terpenos, los carotenoides sobresalen como los más representativos (11,15%), seguidos por los monoterpenos (8,76%), sesquiterpenos (5,57%) y diterpenos (3,18%). Además, los resultados indican que el fitol fue recientemente identificado, limitándose al cáliz y las hojas de *P. peruviana*.

La presencia de fitoeno podría explicar la abundancia de carotenoides en la planta. El fitoeno, un hidrocarburo alqueno con 40 átomos de carbono, actúa como intermediario en la biosíntesis de carotenoides. La síntesis de fitoeno resulta crucial para la producción de carotenoides en las plantas, y la vía biosintética desde el fitoeno hasta la violaxantina es compartida en el género *Physalis* (Yu, *et al.*, 2019). Además, los pigmentos de carotenoides de diversas especies dentro del género *Physalis* se emplean principalmente en la industria alimentaria como colorantes para grasas y aceites. Las semillas de estas plantas pueden contener hasta un 30% de aceite graso (Asilbekova *et al.*, 2016).

En relación con los compuestos fenólicos, los flavonoides son la clase más prevalente (5,17%) en la planta, seguidos por los derivados del ácido cinámico (3,98%), compuestos monofenólicos (1,79%), ácidos fenólicos (1,39%), cumarinas (0,79%), ésteres fenólicos (0,79%), chalconas (0,39%), aldehídos fenólicos (0,39%) y estilbenos (0,19%). En términos generales, los compuestos monofenólicos y polifenólicos se sintetizan y acumulan en todos los tejidos de la planta, aunque la concentración puede variar entre las diferentes partes. Los ácidos fenólicos y los flavonoides son objeto de investigaciones extensas, principalmente debido a sus propiedades farmacológicas con aplicaciones médicas (Zhang *et al.*, 2005).

La planta contiene diversos ácidos grasos, siendo el ácido hexadecanoico (ácido palmítico) el más citado en la literatura con cinco menciones (0,82%). También se destacan el ácido decanoico, el ácido linoleico y el ácido octadecanoico, cada uno mencionado en cuatro ocasiones (0,66%). El ácido hexadecanoico es el ácido graso saturado más común en plantas,

animales y microorganismos, mientras que el ácido linoleico es esencial en los lípidos de las plantas y forma parte crucial de la dieta humana y animal, derivándose principalmente de aceites vegetales (Rustan *et al.*, 2005).

En la planta se han identificado esteroides y withanólidos, representando el 6,97%. Las fisalinas son los constituyentes esteroidales más destacados y activos del género. La familia Solanaceae es la principal productora de compuestos withanólidos. Diferentes partes de *P. peruviana* han revelado la presencia y caracterización de varios withanólidos, como dihidrowitaferinas, perulactonas, witaferinas e hidroxiwitanólidos, (Kasali *et al.*, 2019). Hasta la fecha, se han identificado casi 351 withanólidos en el género *Physalis*, destacándose *P. peruviana* y *P. angulata* como las principales fuentes (Huang *et al.*, 2020).

Tabla 1. Fitoquímicos identificados en diferentes partes de *Physalis peruviana* L.

ÓRGANOS	FITOQUÍMICOS	FUENTE	REFERENCIAS
Partes aéreas	Carotenos	hexano/acetona/etanol	Yu et al., 2019
	Zeaxantina	hexano/acetona/etanol	Yu et al., 2019
	Violaxantina	hexano/acetona/etanol	Yu et al., 2019
	Tropina	hexano/acetona/etanol	Yu et al., 2019
	3 β -Acetoxitropano	etanol	Kubwabo et al. 1993
	Higrina	etanol	Kubwabo et al. 1993
	Luteína	hexano/acetona/etanol	Yu et al., 2019
	Neoxantina	hexano/acetona/etanol	Yu et al., 2019
	Fisoperuvina	etanol	Kubwabo et al. 1993
Cáliz	Luteína	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	Neoxantina	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	Neoxantina palmitato	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2019
	Violaxantina	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2019
	α -Caroteno	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2019
	Taraxantina	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2019
	α -Copaenol	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	16 α -Metilpregnenolona	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	2,3-Dihidro-17,27-hidroxiwithanolido D	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	2,3-Dihidro-27-hidroxiwithanolido D	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	2',5'-Dimetoxiflavona	metanol	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	3,6,2',3'-Tetrametoxiflavona	metanol	Wahdan et al., 2019
	4-Hidroxicalcona	metanol	Wahdan et al., 2019
7 δ -Ergosterol	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019	

ÓRGANOS	FITOQUÍMICOS	FUENTE	REFERENCIAS
Cáliz	Apigenina	etilacetato	Abou et al., 2020
	Biotina	metanol	Wahdan et al., 2019
	Cafeína	etilacetato	Abou et al., 2020
	Catecol	etilacetato	Abou et al., 2020
	Cumarina	etilacetato	Abou et al., 2020
	Quercetina-3-O-glucósido	metanol/agua/ácido fórmico	Medina et al., 2019
	Quercetina-3-O-rutinosido	metanol/agua/ácido fórmico/etanol/etilacetato	Medina et al., 2019
	Ácido salicílico	etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	Tirosol	etanol/etilacetato	Medina et al., 2019
	Vanilina	etanol/etilacetato	Medina et al., 2019
	Whitanólido D	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	Withanólido E	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	Xantina	metanol	Wahdan et al., 2019
	α -Tocoferol- β -D-manosido	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
	β -Sitosterol	etanol/etilacetato	Ballesteros-Vivas et al., 2019
Fruto	β -Caroteno	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	Luteína	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	Neoxantina	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	Violaxantina	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	α -Caroteno	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	palmitato	hexano/acetona/etanol	Etzbach et al., 2018
	Non-2-ena	diclorometano	Majcher et al., 2020
	Avenasterol	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	2-Butanona	-	Yilmaztekin, 2014
	2-Heptanona	-	Yilmaztekin, 2014
	2-Metilbutanal	-	Yilmaztekin, 2014
	2-Nonadecanol	-	Yilmaztekin, 2014
	3,7-Dimetil-1-octeno	-	Yilmaztekin, 2014

ÓRGANOS	FITOQUÍMICOS	FUENTE	REFERENCIAS
Fruto	4-Nonanone	-	Yilmaztekin, 2014
	Acido acético	-	Mayorga et al., 2001
	Apigenina	etanol o agua	El-beltagi et al., 2019
	Acido benzoico	etanol/etilacetato/ etanol o agua	El-beltagi et al., 2019
	Cafeína	etanol o agua	El-beltagi et al., 2019
	Clorofila a	hexano/acetona/ etanol	Etzbach et al., 2018
	Clorofila b	hexano/acetona/ etanol	Etzbach et al., 2018
	Ergosterol	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	Eucaliptol	hexano y etanol	Yilmaztekin, 2014
	Farnesol	-	Yilmaztekin, 2014
	Geraniol	-	Yilmaztekin, 2014
	Heptanal	-	Yilmaztekin, 2014
	Isobutil alcohol	-	Yilmaztekin, 2014
	Isobutil butanoato	-	Yilmaztekin, 2014
	Lanosterol	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	Ácido linoleico	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	Metilacetato	-	Yilmaztekin, 2014
	Metildecanoato	-	Yilmaztekin, 2014
	Metil heptanona	-	Yilmaztekin, 2014
	Ácido oleico	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	Ácido palmitoleico	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	Fenol	-	Mayorga et al., 2001
	Ácido salicílico	etanol o agua	El-beltagi et al., 2019
	Vanilina	etanol/etilacetato	El-beltagi et al., 2019
	Vitamina E	diclorometano	Peter et al., 2020
	β-Caroteno	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	β-Tocoferol	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
	Ácido linoleico	aceite crudo	Ramadan et al., 2007
γ-Tocoferol	-	Ramadan et al., 2007	
Hojas	(S)-4-Iodo-1,2-epoxibutano	-	Erturk et al., 2017
	1,2- Acido benzenodicarboxílico	-	Erturk et al., 2017
	3,3-Dimetilhexano	-	Erturk et al., 2017
	3,3-Dimetiloctano	-	Erturk et al., 2017
	Campesterol	diclorometano	Peter et al., 2020

ÓRGANOS	FITOQUÍMICOS	FUENTE	REFERENCIAS
Hojas	Etilisalicolato	diclorometano	Peter <i>et al.</i> , 2020
	Acido hexadecanoico	diclorometano	Peter <i>et al.</i> , 2020
	Acido linoleico	diclorometano	Peter <i>et al.</i> , 2020
	Perulactona B	-	Fukushima <i>et al.</i> , 2016
	Fisalina B	-	Fukushima <i>et al.</i> , 2016
	Fisalina D	-	Fukushima <i>et al.</i> , 2016
	Fisalina F	-	Fukushima <i>et al.</i> , 2016
	Vitamina E	diclorometano	Peter <i>et al.</i> , 2020
	Whitanólido E	-	Fukushima <i>et al.</i> , 2016
	Withanolido F	-	Fukushima <i>et al.</i> , 2016
Raíces	Tropina	etanol	Kubwabo <i>et al.</i> 1993
	Fisoperuvina	etanol	Kubwabo <i>et al.</i> 1993
	Higrina	etanol	Kubwabo <i>et al.</i> 1993
	Dietilester	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	Cuscohigrina	etanol	Kubwabo <i>et al.</i> 1993
	3,3-Dimetilhexano	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	3,3-Dimetiloctano	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	1,2- Acido benzenodicarboxílico	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	(S)-4-Iodo-1,2-epoxibutano	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
Semillas	(S)-4-Iodo-1,2-epoxibutano	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	1,2- Acido benzenodicarboxílico	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	3,3-Dimetilhexano	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	3,3-Dimetiloctano	-	Erturk <i>et al.</i> , 2017
	Acido cafeico	metanol	Darwish y Shaker, 2021
	Dietilenglicol	metanol	Darwish y Shaker, 2021
	Ácido octadecanoico	metanol	Darwish y Shaker, 2021

b) Valor nutricional de *Physalis peruviana* L.

En la Tabla 2, se presenta la composición aproximada del valor nutricional de *P. peruviana*. Entre ellos, se destaca el bajo contenido de grasa en la fruta, que en promedio no supera el 1,0% del peso total, una situación que contrasta con la alta

humedad de la fruta (77,3% a 85,5%). Esto refleja un alto contenido de agua, que, junto con la alta concentración de carbohidratos, brinda a la fruta una mayor protección en términos estructurales (Cortés Díaz *et al.*, 2015). Es importante resaltar que el pH promedio de la fruta es de 4,4, lo cual es propicio para asegurar la actividad de la vitamina C. Las diferencias observadas

en algunos informes podrían deberse a variaciones entre diferentes regiones de cultivo, ya que las condiciones climáticas, las características del suelo y otros factores múltiples intervienen directamente en las cualidades de la fruta (Cortés Díaz *et al.*, 2015).

El contenido de ácidos grasos de *P. peruviana* proviene principalmente de sus semillas y se compone mayoritariamente de ácidos grasos saturados y poliinsaturados, los cuales poseen uno o más enlaces dobles entre sus carbonos. De estos, se destaca el ácido palmítico y el ácido linoleico, siendo estos los más prominentes según se observa en la Tabla 3. Este ácido graso tiene diversas bioactividades relevantes basadas en sus efectos sobre la proliferación y apoptosis de las células cancerosas. Otros compuestos detectados fueron epóxido de hexadeceno y fitol, que podrían ser utilizados como precursores para la fabricación de formas sintéticas de las vitaminas E y K (Morillo *et al.*, 2017).

La fruta de *Physalis peruviana* es una fuente significativa de vitaminas, destacando la presencia de vitamina A (retinol) y pro-vitamina A (β -carotenos), así como cantidades considerables de vitamina B₃, B₆ y C (ácido ascórbico) según la tabla 2. La vitamina A, liposoluble y antioxidante, desempeña funciones cruciales en la visión, reproducción, embriogénesis e integridad de estructuras membranosas. El β -caroteno, principal precursor de la vitamina A, aporta propiedades antioxidantes y el característico color anaranjado a frutas como *Physalis peruviana*. *Physalis peruviana* exhibe contenido variable de vitamina E (tocoferol) en diferentes partes de la planta y la fruta, con α -tocoferol reportado en la fracción lipídica. El tocoferol, junto con carotenos, desempeña un papel crucial como antioxidante lipídico, rompiendo reacciones en cadena al interactuar con

radical peróxido en los ácidos grasos (Tabla 4). En cuanto a las vitaminas del complejo B, presentes en cantidades notables, la B₃ participa en la producción de energía celular y actúa como modulador inmunológico y antioxidante, mientras que la B₆ es esencial en la síntesis de neurotransmisores, influyendo en la función inmunológica y la expresión génica. La vitamina C, esencial en la síntesis de colágeno y neurotransmisores, también destaca por sus propiedades inmunomoduladoras y antioxidantes.

Los minerales son sustancias inorgánicas naturalmente presentes en una amplia variedad de alimentos y son esenciales para numerosos procesos metabólicos y fisiológicos en el cuerpo humano, requiriéndose alrededor de veinte minerales diferentes para un metabolismo adecuado (Williams, 2005). En términos generales, los minerales desempeñan funciones críticas en la contracción muscular, el equilibrio ácido-base de la sangre, la regulación del ritmo cardíaco, la conducción del impulso nervioso, la fosforilación oxidativa, la activación de enzimas y el transporte de oxígeno. En la pulpa de la fruta de *Physalis peruviana*, se han reportado mayores cantidades de calcio, potasio, fósforo y magnesio. El calcio es esencial para el desarrollo óseo y podría beneficiar la regulación de la presión arterial y el control del peso (Eken *et al.*, 2016). El potasio desempeña un papel crucial en la protección contra la hipertensión y posiblemente contribuye a la mejora de la salud ósea. El fósforo, como componente enzimático, participa en procesos de fosforilación que activan compuestos como hormonas y regula el equilibrio ácido-base. Por último, el magnesio estabiliza el sistema nervioso y activa la fosfatasa alcalina, con estudios que sugieren beneficios potenciales en enfermedades cardiovasculares, osteoporosis y diabetes (Eken *et al.*, 2016).

Tabla 2. Composición del fruto de *Physalis peruviana* L.

COMPONENTE	Yıldız et al. (2015)	Cortés Díaz et al. (2015)	Bazalar et al. (2019)
Humedad (%)	-	85.5	79.1
Ceniza (%)	3.0	0.8	0.8
Proteína (%)	1.7	1.5	1.4
Grasa (%)	0.2	0.5	0.4
Carbohidratos (%)	13.9	11.9	14.2
pH	6.1	-	3.9
Energía total (kcal/100 g)	-	58.0	-

Tabla 3. Composición de ácidos grasos en hojas y semillas de *Physalis peruviana* L.

ÁCIDO GRASO (g/kg)	HOJAS (Morillo et al., 2017)	SEMILLAS (Chasquibol et al., 2015)
Ácido mirístico (C14:0)	4.0	10.0
Ácido palmítico (C16:0)	428.0	72.9
Ácido palmitoleico (C16:1 ω -7)	-	5.2
Ácido esteárico (C18:0)	7.0	31.0
Ácido oleico (C18:1 ω -9)	20.0	117.0
Ácido linoleico (C18:2 ω -6)	10.0	767.0
Ácido linolénico (C18:3 ω -3)	-	3.0
Ácido araquídico (C20:0)	-	4.0
Ácidos grasos saturados totales	-	113.0
Ácidos grasos insaturados totales	-	890.0

Tabla 4. Contenido de vitaminas en el fruto de *Physalis peruviana* L.

VITAMINAS	Cortés Díaz et al. (2015)	Vega-Gálvez et al. (2016)	Llano et al. (2018)
Carotenos (mg/100 g)	-	1.2	0.7
Tiamina B1 (mg/100 g)	0.01	-	-
Riboflavina B2 (mg/100 g)	0.17	-	-
Niacina B3 (mg/100 g)	0.8	26.6	-
Piridoxina B6 (mg/100 g)	-	24.8	-
Retinol A (mg/100 g)	0.52		103.3
Ácido ascórbico C (mg/100 g)	20	16.5	33.3
Tocoferol (mg/100 g)	-	-	21

Tabla 5. Contenido de minerales en el fruto de *Physalis peruviana* L.

MINERALES (mg/100 g)	Eken <i>et al.</i> (2016)	Bazalar <i>et al.</i> (2019)
Potasio (K)	-	373.3
Magnesio (Mg)	145	48.7
Calcio (Ca)	19.1	11.2
Sodio (Na)	1.7	8.8
Cobre (Cu)	-	0.4

c) Beneficios para la salud de *Physalis peruviana* L.

La Tabla 6 expone los efectos biológicos principales de los cálices de *P. peruviana* que han sido documentados en la literatura. Estos efectos se han observado principalmente en los extractos de los cálices del aguaymanto, donde están presentes compuestos bioactivos como withanolidos, flavonoides, fenoles, saponinas y peruviosas, posiblemente debido a las acciones combinadas y sinérgicas de estos y otros compuestos presentes en los cálices del aguaymanto.

El extracto de hojas de *P. peruviana* exhibe propiedades antiproliferativas,

antihepatotóxicas, antifibróticas, antidiabéticas y antibacterianas. Es crucial señalar que las hojas de uchuva han sido empleadas en la medicina popular durante siglos para la preparación de infusiones y la realización de tratamientos cutáneos, conforme a informes previos que documentan el conocimiento médico indígena relacionado con las plantas en India (Sharmila *et al.*, 2014). Un estudio realizado por Sathyavathi y Janardhanan en el mismo país había registrado el uso común de las hojas de uchuva para el tratamiento de los episodios de vómitos (Sathyavathi y Janardhanan, 2014).

Tabla 6. Efectos biológicos en *Physalis peruviana* L., reportados en la literatura.

PROPIEDADES	MODELO	DOSIS	RESULTADOS	MECANISMO	REFERENCIA
Antiproliferativa	Células de cáncer de hígado (Hep G2 y Hep 3B), cáncer de mama (MDA-MB-231 y MCF-7) y cáncer de pulmón (A549) fueron expuestas a un extracto etanólico crudo de hojas y tallos.	No específica	El extracto mostró una actividad antiproliferativa significativa, con valores de CI50 de 9.91 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para la línea celular Hep G2, 16.41 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para A549 y 4.95 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para MDA-MB-231.	La presencia de 4-b-hidroxiwithanolido E en el extracto se asoció con la actividad antiproliferativa observada.	Lan <i>et al.</i> , 2009

PROPIEDADES	MODELO	DOSIS	RESULTADOS	MECANISMO	REFERENCIA
Antiproliferativa	Las células de adenocarcinoma de colon humano (HT-29) y los fibroblastos normales del colon humano (CCD-18Co) recibieron un extracto de cáliz.	6.17 µg/mL	Se observó una notable reducción en la viabilidad de las células HT-29 (CI50 de 6.17 µg/mL) después de 48 horas de tratamiento.	Hubo activación transcripcional de genes proapoptóticos y alteración en la expresión de genes relacionados con la respuesta al estrés oxidativo en las células HT-29.	Ballesteros et al., 2019
	Las células de cáncer oral (Ca9-22) recibieron un extracto de 4-b-hidroxi withanolido E (4bHWE) de hojas	1-10 µg/mL	El 4bHWE eliminó selectivamente las células de cáncer oral después de 24 y 48 horas de tratamiento, con valores de CI50 de 3.6 µg/mL y 1.9 µg/mL, respectivamente.	Los resultados se explicaron por la inducción preferencial de apoptosis mediada por especies reactivas de oxígeno en Ca9-22 en comparación con las células normales de la boca.	Chiu et al., 2013
	Los macrófagos murinas RAW 264.7 fueron expuestas a cinco extractos de hojas de aguaymanto obtenidos mediante diferentes métodos.	10-50 µg/mL	A 30 µg/mL, el extracto SCEPP-5 previno significativamente la citotoxicidad celular inducida por lipopolisacáridos (LPS), la liberación de óxido nítrico (NO) y la formación de prostaglandina E2.	La reducción de la inflamación podría deberse a la inhibición de la expresión de la óxido nítrico sintasa inducible y la ciclooxigenasa-2.	Wu et al., 2006
Antiinflamatoria	Ratones hembra de la cepa ICR (CD-1) con edema en la oreja inducido por TPA recibieron suplementación tópica de un extracto etéreo y etanólico del cáliz.	100 a 1000 µg por oreja.	La fracción principal de este extracto, denominada Pp-D28-LF, demostró una reducción significativa del edema en una relación dependiente de la dosis, especialmente a dosis superiores a 250 µg por oreja.	El estudio no proporcionó información sobre los mecanismos subyacentes al efecto antiinflamatorio observado.	Franco et al., 2007
	Ratas hembras Wistar recibieron dosis graduadas de peruviosas A y B por vía intraperitoneal.	0.01 a 100 µg/mL	Ninguna de las peruviosas presentó efectos secundarios en el hígado y los riñones, y atenuaron significativamente la inflamación inducida por carragenina.	Inhibición del óxido nítrico y la prostaglandina E2.	Peng et al., 2016

PROPIEDADES	MODELO	DOSIS	RESULTADOS	MECANISMO	REFERENCIA
Antioxidante	Ratas macho Wistar con inflamación hepática inducida por tetracloruro de carbono (CCl ₄) recibieron un extracto del cáliz.	10 mg/mL	Se observó una inhibición significativa del estrés oxidativo hepático causado por CCl ₄ . Además, se atenuó la esteatosis hepática y se evitó la necrosis hepática. Las actividades de la superóxido dismutasa y la catalasa estuvieron cercanas a la normalidad.	Los niveles de enzimas hepáticas, aumentados por la administración de CCl ₄ , se redujeron significativamente; esto podría deberse a la bioactividad de los flavonoides y withanolidos contenidos en el extracto.	Toro <i>et al.</i> , 2013
Antibacterial	Se aplicó un extracto metanólico de los cálices a <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> sp. y levaduras	No específica	El extracto tuvo un efecto contra <i>B. subtilis</i> , <i>Salmonella</i> sp., <i>E. coli</i> y levaduras, con zonas de inhibición de 27 mm, 24 mm, 24 mm y 23 mm, respectivamente.	Aunque no se describe el mecanismo, el efecto observado podría atribuirse a la presencia de fenoles, flavonoides, xantina y saponinas en el extracto.	Wahdan <i>et al.</i> , 2019
Antienviejamiento	Las células dérmicas humanas normales en cultivo fueron tratadas con un extracto de cáliz.	0.02-100 mg/L	Se observó una actividad significativa contra el envejecimiento de la piel a una concentración de 0.5 mg/L.	Se observó una regulación al alza del colágeno tipo I, elastina y fibrilina-1, posiblemente debido a cambios epigenéticos en el ADN y/o histonas a través de acetilación o metilación.	Cicchetti <i>et al.</i> , 2018
Antihepatotoxicidad	Ratas Wistar macho, con lesión hepática aguda inducida por tetracloruro de carbono (CCl ₄), recibieron un extracto de hojas de aguaymanto por vía oral.	125 mg/kg	A 125 mg/kg, los extractos de etanol y hexano presentaron una actividad antihepatotóxica moderada en comparación con el extracto acuoso. Los cambios histopatológicos inducidos por el CCl ₄ se redujeron significativamente con el extracto.	Esto podría deberse al contenido de flavonoides, saponinas y fenoles, todos los cuales poseen propiedades antioxidantes.	Arun <i>et al.</i> , 2007

PROPIEDADES	MODELO	DOSIS	RESULTADOS	MECANISMO	REFERENCIA
Antifibrótica	Ratas Wistar macho con fibrosis hepatorenal inducida por CCl4 recibieron un extracto de hojas por vía oral.	500 mg/kg	El extracto de hojas disminuyó la peroxidación lipídica. Los niveles de ALT, AST, ALP y gammaglutamil transferasa se normalizaron, posiblemente debido a la estabilización de la membrana plasmática y a la reparación del tejido hepático dañado.	La eliminación de radicales libres a través de un aumento en la expresión de la superóxido dismutasa conduce a una reducción de la inflamación, una mejora en la función renal y una mejor salud de las células renales.	Morillo <i>et al.</i> , 2017
Antidiabética	Cobayos recibieron un extracto de hojas por vía oral.	3.2-100 mg/kg	En comparación con la glibenclamida y el control negativo, la administración del extracto de hojas redujo significativamente la concentración máxima de glucosa y mostró propiedades hipoglucémicas.	Algunos de los efectos observados en los extractos de hojas pueden deberse en parte a la acción de las fisalinas A, B, D y F, así como a los glicósidos presentes en las hojas.	Kasali <i>et al.</i> , 2021

Perspectivas futuras

Physalis peruviana ha sido reconocida y utilizada a lo largo de los siglos, con su cultivo extendiéndose desde la región de los Andes en América del Sur hacia otras partes del mundo. El considerable contenido de vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales y antioxidantes ha suscitado un creciente interés en la investigación de esta planta y su fruta en las últimas décadas. Esto ha propiciado tanto un aumento en el consumo directo de la fruta y los jugos derivados, como el desarrollo de ungüentos y aceites con propósitos medicinales.

La optimización de la biodisponibilidad de los componentes de la fruta de *P. peruviana* y su rendimiento económico y beneficios para

la salud son aspectos de suma importancia para impulsar aún más su uso y consumo generalizado. No obstante, es imperativo desarrollar nuevas prácticas de cultivo, procesamiento, almacenamiento y manejo de *P. peruviana* y sus subproductos. Dada la riqueza nutricional del “aguaymanto”, esta se presenta como un componente prometedor para la elaboración de alimentos y bebidas funcionales, así como una candidata idónea en fitomedicina como coadyuvante o tratamiento para afecciones como la hipertensión y la diabetes, áreas que requieren más respaldo científico. Además, es esencial realizar evaluaciones más exhaustivas de la fruta en estudios epidemiológicos en humanos, ya que existen limitados estudios en este ámbito.

Conclusiones

En conclusión, la investigación exhaustiva sobre *Physalis peruviana* (Solanaceae), comúnmente conocida como “aguaymanto”, ha proporcionado una visión completa de esta planta, destacando aspectos cruciales relacionados con sus fitoquímicos y su valor nutricional. Los fitoquímicos presentes en la fruta, como withanolidos, flavonoides, fenoles, saponinas y peruviosas, han sido identificados y asociados con diversas propiedades beneficiosas para la salud.

El valor nutricional excepcional de *Physalis peruviana*, que incluye vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales y antioxidantes, la posiciona como un componente valioso para mejorar la dieta diaria. Además, la diversidad de fitoquímicos presentes sugiere posibles beneficios para la salud, como propiedades antiproliferativas, antihepatotóxicas, antifibróticas, antidiabéticas y antibacterianas, según los estudios revisados.

Estos hallazgos no solo enriquecen el conocimiento sobre *Physalis peruviana*, sino que también brindan a los consumidores una comprensión más profunda de los beneficios potenciales para la salud asociados con su inclusión en la dieta diaria. La información recopilada es esencial para empoderar a los consumidores, permitiéndoles tomar decisiones informadas sobre sus opciones alimenticias y fomentando la adopción de hábitos alimenticios más saludables.

En última instancia, el estudio de *Physalis peruviana* contribuye significativamente a la promoción de la salud a través de la alimentación y alienta una mayor apreciación de los recursos naturales y sus beneficios para el bienestar humano.

Agradecimientos

A la Universidad Privada Antenor Orrego por facilitar el tiempo para realizar esta investigación.

Contribución de los autores

C. R. y J. H.: presentaron la propuesta original, recolección de información y redacción del manuscrito.; E. L., P. C., P. L. y J. H.: Preparación, redacción del artículo y revisión crítica. Todos los autores han leído el manuscrito final y aprobado la revisión.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés tanto de tipo financiero, como no financiero.

Literatura citada

- Abou, D. & H. Rady.** 2020. Bioassay-guided approach employed to isolate and identify anticancer compounds from *Physalis peruviana* calyces. *Plant Archery*, 20(1): 3285–3291.
- Arun, M. & V. Asha.** 2007. Preliminary studies on antihepatotoxic effect of *Physalis peruviana* Linn. (Solanaceae) against carbon tetrachloride induced acute liver injury in rats. *J Ethnopharmacol*, 111(1): 110–114.
- Asilbekova, D.; N. Ul'chenko & A. Glushenkova.** 2016. Lipids from *Physalis alkekengi*. *Chemistry of Natural Compounds*, 52(1): 96–97.
- Ballesteros-Vivas, D.; A. Alvarez-Rivera; A. Sánchez; E. Ibañez; F. Parada-Alfonso & A. Cifuentes.** 2019. A multi-analytical platform based on pressurized-liquid extraction, in vitro assays and liquid chromatography/gas chromatography coupled to high resolution mass spectrometry for food by-products valorisation. Part 1: Withanolides-rich fractions from goldenberry (*Physalis peruviana* L.) calyces obtained after extraction optimization as case study. *Journal of Chromatography A*, 1584(1): 155–164.
- Bazalar, M.; M. Nazareno & C. Viturro.** 2019. Nutritional and Antioxidant Properties of *Physalis peruviana* L. Fruits from the Argentinean Northern Andean Region. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74(1): 68–75.

- Chasquibol, N. & J. Yácono.** 2015. Composición fitoquímica del aceite de las semillas del fruto del 'aguaymanto', *Physalis peruviana* L. *Rev Soc Quim Peru*, 81(1): 311-318.
- Chiu, C., J. Haung; F. Chang; K. Huang; H. Huang.** 2013. Golden berry-derived 4 ω -hydroxy whitanolide E for selectively killing oral cancer cells by generating ROS, DNA damage, and apoptotic pathways. *PLoS One*, 8(5): e64729.
- Cicchetti, E.; L. Duroure; E. Le Borgne & R. Laville.** 2018. Upregulation of skinaging biomarkers in aged NHDF cells by a sucrose ester extract from the agroindustrial waste of *Physalis peruviana* calyces. *J Nat Prod*, 81(1): 1946-1955.
- Cortés-Díaz, G.; G. Prieto & W. Rozo.** 2015. Bromatological and physicochemical characterization of *Physalis peruviana* L., and its potential as a nutraceutical food. *Ciencia en Desarrollo*, 20(1): 87-97.
- Darwish, A. & E. Shaker.** 2021. *Physalis peruviana* juice and seeds methanolic extracts; Gas chromatography mass spectrometry; antioxidant and anticancer against human A549, HepG2. *Phcog Mag*, 17(1): 1-5.
- Eken, A.; B. Ünlü-Endirlik; A. Baldemir; S. İlgün; B. Soykut & O. Erdem.** 2016. Antioxidant capacity and metal content of *Physalis peruviana* L. fruit sold in markets. *J Clin Anal Med*, 7(3):291-294.
- Ei-beltagi, H.; H. Mohamed; G. Safwat; M. Gamal & B. Megahed.** 2019. Chemical Composition and Biological Activity of *Physalis peruviana* L. *Gesunde Pflanzen*, 71(1): 113-122.
- Erturk, O.; M. Çol; Z. Can; U. Karaman & K. Korkmaz.** 2017. Antioxidant, antimicrobial activities and phenolic and chemical contents of *Physalis peruviana* L. from Trabzon, Turkey. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3): S213–S216.
- Etzbach, L.; A. Pfeiffer; F. Weber & A. Schieber.** 2018. Characterization of carotenoid profiles in goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruits at various ripening stages and in different plant tissues by HPLC-DAD-APCI-MS. *Food Chemistry*, 245(1): 508–517.
- Franco, L.; G. Matiz; J. Calle; R. Pinzón & L. Ospina.** 2007. Actividad antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L. *Biomedica* 27(1): 110–115.
- Fukushima, A.; M. Nakamura & H. Suzuki.** 2016. Comparative characterization of the leaf tissue of *Physalis alkekengi* and *Physalis peruviana* using RNA-seq and metabolite profiling. *Frontiers of Plant Science*, 7(1): 1883.
- Huang, M.; J. He; H. Hu; K. Zhang; X. Wang; B. Zhao & T. Shen.** 2020. Whitanolides from the genus *Physalis*: a review on their phytochemical and pharmacological aspects. *The Journal of pharmacy and pharmacology*, 72(5): 649-669.
- Kasali, F.; J. Tusiimire; J. Kadima; C. Tolo; A. Weisheit & A. Agaba.** 2021. Ethnotherapeutic uses and phytochemical composition of *Physalis peruviana* L.: An overview. *The Scientific World Journal*, 2021(1): 1-22.
- Kubwabo, B.; B. Rollmann & B. Tilquin.** 1993. Analysis of alkaloids from *Physalis peruviana* by capillary GC, capillary GC-MS, and GC-FTIR. *Planta Medica*, 59(2): 161-163.
- Lan, Y.; F. Chang; M. Pan; C. Wu; S. Wu & S. Chen.** 2009. New cytotoxic whitanolides from *Physalis peruviana*. *Food Chem*, 116(1): 462-469.
- Llano, S.; A. Muñoz-Jiménez; C. Jiménez-Cartagena; J. Londoño-Londoño & S. Medina.** 2018. Untargeted metabolomics reveals specific whitanolides and fatty acyl glycoside as tentative metabolites to differentiate organic and conventional *Physalis peruviana* fruits. *Food Chem*, 244(1): 120-127.
- Majcher, M.; M. Scheibe & H. Jelen.** 2020. Identification of odor active compounds in *Physalis peruviana* L. *Molecules*, 25(2): 245.
- Mariod, A.** 2019. *Wild Fruits: Composition, Nutritional Value and Products*. Springer Cham. 577 pp.
- Mayorga, H.; H. Knapp; P. Winterhalter & C. Duque.** 2001. Glycosidically bound flavor compounds of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4): 1904-1908.
- Medina, S.; J. Collado-Gonzalez & F. Ferreres.** 2019. Potential of *Physalis peruviana* calyces as a low-cost valuable resource of phytoprostanes and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(5): 2194-2204.
- Morillo, M.; V. Marquina; L. Rojas-Fermín; R. Aparicio; J. Carmona & A. Usubillaga.** 2017. Estudio de la composición química del aceite esencial de hojas y tallos de *Physalis peruviana* L. *Rev Acad*, 16(1): 85-93.
- Muñoz, P.; F. Parra; M. Simirgiotis; G. Sepúlveda & C. Parra.** 2021. Chemical Characterization, Nutritional and Bioactive Properties of *Physalis peruviana* Fruit from High Areas of the Atacama Desert. *Foods*, 10(11): 2699.

- Peng, C.; B. You; C. Lee; Y. Wu; W. Lin & T. Lu.** 2016. The roles of 4 β -HydroxyWhitanólide E from *Physalis peruviana* on the Nrf2-antioxidant system and the cell cycle in breast cancer cells. *Am J Chin Med*, 44(1): 617-636.
- Peter, K.; N. Zipporah; M. Francis & T. John.** 2020. In vitro antiplasmodial, cytotoxicity assay and partial chemical characterization of Kenyan *Physalis peruviana* L. (Solanaceae family) extracts. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(2): 73-80.
- Ramadan, M. & J. Moersel.** 2007. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3): 452-460.
- Ramos, C.; J. Hidalgo; P. Lezama & M. Chaman.** 2022. Efecto de diferentes dosis de N, P y K sobre el contenido de proteínas solubles totales en hojas de "aguaymanto" *Physalis peruviana* L. (Solanaceae). *Arnaldoa*, 29(3): 415-426.
- Rustan, A. & C. Drevon.** 2005. Fatty Acids: Structures and Properties. *Encyclopedia of Life Sciences*, 2005(1): 1-7.
- Sathyavathi, R. & R. Janardhanan.** 2014. Wild edible fruits used by Badagas of Nilgiri District, Western Ghats, Tamilnadu, India. *J Med Plant Res*, 8(1): 128-132.
- Sharmila, S.; K. Kalaichelvi; M. Rajeswari & N. Anjanadevi.** 2014. Studies on the folklore medicinal uses of some indigenous the tribes of Thiashola, Manjoor, Nilgiris south division, Western ghats. *Int J Plant Anim Environ Sci*, 4(1):14-22.
- Singh, N.; S. Singh; P. Maurya; M. Arya; F. Khan; D. Dwivedi & S. Saraf.** 2019. An updated review on *Physalis peruviana* fruit: Cultivational, nutraceutical and pharmaceutical aspects. *NIScPR Online Periodicals Repository*, 10(2): 97-110.
- Toro, R.; D. Aragón & L. Ospina.** 2013. Hepatoprotective effect of calyces extract of *Physalis peruviana* on hepatotoxicity induced by CCl₄ in Wistar rats. *Vitae*, 20(1): 125-132.
- Vega-Gálvez, A.; R. Díaz; J. López; M. Galotto; J. Reyes; M. Perez-Won.** 2016. Assessment of quality parameters and microbial characteristics of Cape gooseberry pulp (*Physalis peruviana* L.) subjected to high hydrostatic pressure treatment. *Food Bioprod Process*, 97(1): 30-40.
- Wahdan, O.; S. Aly & M. Abdelfattah.** 2019. Phytochemical analysis, antibacterial and anticancer activities of the *Physalis peruviana* calyces growing in Egypt. *Food Nutr J*, 4(1): 1-6.
- Williams, M.** 2005. Dietary supplements and sports performance: minerals. *J Int Soc Sports Nutr*, 2(1): 43-9.
- Wu, S.; J. Tsai; P. Chang; D. Lin; S. Wang & S. Huang.** 2006. Supercritical carbon dioxide extract exhibits enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana*. *J Ethnopharmacol*, 108(1): 407-413.
- Yıldız, G.; N. İzli; H. Ünal & V. Uylaşer.** 2015. Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 52(4):2320-2327.
- Yilmaztekin, M.** 2014. Analysis of volatile components of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) grown in Turkey by HSSPME and GC-MS. *Scientific World Journal*, 2014(1): 1-8.
- Yu, Y.; X. Chen & Q. Zheng.** 2019. Metabolomic profiling of carotenoid constituents in *Physalis peruviana* during different growth stages by LC-MS/MS Technology. *Journal of Food Science*, 84(12): 3608-3613.
- Zhang, Q. & H. Cui.** 2005. Simultaneous determination of quercetin, kaempferol, and isorhamnetin in phytopharmaceuticals of *Hippophae rhamnoides* L. by high-performance liquid chromatography with chemiluminescence detection. *Journal of Separation Science*, 28(11): 1171-1178.